

VASKOHÁSZATI ENCIKLOPÉDIA

ZSÁK VIKTOR

A VASKOHÁSZAT NYERSANYAGAI





VASKOHÁSZATI ENCIKLOPÉDIA

I.

A VASKOHÁSZAT
NYERSANYAGAI

VASKOHÁSZATI ENCIKLOPÉDIA

FŐSZERKESZTŐ

GELEJI SÁNDOR

KOSSUTH-DÍJAS

A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA

RENDES TAGJA

I.



1954

A VASKOHÁSZAT NYERSANYAGAI

ÍRTA
ZSÁK VIKTOR



1954

Lektorálta
WILHELMB TIBOR
Kossuth-díjas

Lektorálta és szerkesztette
SCHLEICHER ALADÁR
a műszaki tudományok doktora

A kiadásért felel: Mestyán János

Műszaki felelős: Práczser Béla

Kézirat beérkezett: 1954. VI. 30. Példányszám: 700. Terjedelem: 19 (A/5) iv, 39 ábra

31375/45 — Akadémiai nyomda, Gerlóczy-u. 2. — Felelős vezető: ifj. Puskás Ferenc

A FŐSZERKESZTŐ ELŐSZAVA

A Magyar Tudományos Akadémia a Műszaki Tudományok Osztálya Vaskohászati Főbizottságának javaslatára elhatározta, hogy több kötetből álló Vaskohászati Enciklopédiát ad ki, amely a vaskohászatban valamennyi fejezetét a tudomány és gyakorlat jelenlegi állásának megfelelően feldolgozza.

Mikor a Magyar Tudományos Akadémia elnöksége megbízott azzal, hogy ennek az enciklopédiának főszerkesztője legyen, újra felvetődött bennem az a kérdés, hogy szükség van-e ilyen vaskohászati könyvsorozat kiadására, és hogy akadémiai feladat-e ilyen könyvsorozat kiadása.

Vaskohászatunk korszerűsítése, fejlesztése és a vonatkozó hazai irodalom hiányossága, illetve elmaradottsága szükségszerűen megköveteli olyan eredeti magyar gyűjteményes mű kiadását, amely összefoglalja a vaskohászat tudományára és gyakorlatára vonatkozó ismereteinket és különös tekintettel van hazai viszonyainkra. Annál is inkább szükség van ilyen eredeti magyar műre, mert a fordításban megjelenő hasonló tárgyú külföldi művek a sajátos magyar viszonyokat természetesen legfeljebb figyelmen kívül hagyják.

A második kérdésre, hogy akadémiai feladat-e ilyen vaskohászati könyvsorozat kiadása, szintén csak igennel felelhetek. A műszaki tudományokban a tapasztalat, a gyakorlat és az elmélet úgy össze vannak egymással fonódva, hogy azok nem választhatók szét. Aki üzemi gyakorlati vonatkozások nélkül, a gyakorlattól elszakadva akar műszaki tudománnyal foglalkozni, annak a tudománya többé nem műszaki tudomány, és az ilyen tudomány a gyakorlat számára nem tud közvetlenül újat adni. A műszaki tudományok tisztán tudományos vonatkozásai nem domborodnak ki a gyakorlati háttér nélkül, a tudományos eredmények jelentősége csak a gyakorlat tükrében mutatkozik meg; viszont a gyakorlat továbbfejlesztésekor tűnnek ki a tudomány, illetve az elmélet hiányosságai, ekkor tűnik ki, hogy hol van szükség újabb tudományos kutató munkára, újabb elméleti munkára. A műszaki tudományt nem lehet tehát a gyakorlattól elválasztani, s így a Magyar Tudományos Akadémia feladatkörébe beletartozik a Vaskohászati Enciklopédia kiadása, s ennek a könyvsorozatnak kimerítően kell a gyakorlati vonatkozásokat is tartalmaznia.

A fentiek szerint az Enciklopédia segédeszköze kell, hogy legyen a vaskohászat tudományos kérdéseivel foglalkozó kutatóknak, az egyetemi előadónak és hallgatóknak, a gyakorlatban dolgozó mérnököknek. Azt akarjuk, hogy ez a sorozat tájékoztatást adjon a vaskohászati tudomány és gyakorlat multjáról, jelenlegi állásáról és fejlődésének irányáról, a vaskohászat egészéről és minden részletéről.

Ezeknek a feladatoknak az Enciklopédia csak akkor felelhet meg, ha rövid és áttekinthető alakban tartalmazza a vaskohászat alap- és segédtudományait is. Ilyen áttekinthető közléssel megtakarítjuk az ismétléseket, és az egyes szakterületek tárgyalásához szükséges általános érvényű alapok mindenkor rendelkezésre állnak.

A kézikönyv használhatóságának további követelményei :

Az alap- és segédtudományok eredményeit a legnagyobb mértékben ki kell terjeszteni az egyes szakterületekre.

Mindig tekintettel kell lenni a technika legújabb eredményeire.

Az egyes szakterületek eddigi fejlődéséből következtetést kell vonni a fejlődés további irányára.

Tárgyalni kell a szakterület legújabb technikáját és technológiáját, és ismertetni kell a legjelentősebb vaskohászati üzemeket.

Minden fejezet végén közölni kell a vonatkozó szakirodalom kimerítő jegyzékét és a szövegben mindenütt gondosan fel kell tüntetni az irodalmi hivatkozásokat.

Az Enciklopédia a következő beosztásban, illetve kötetekben jelenik meg :

- I. A vaskohászat nyersanyagai
- II. A vaskohászat tüzelőanyagai
- III. A vaskohászat tüzállóanyagai
- IV. A vasérccek előkészítése
- V. A vaskohászati folyamatok elméleti alapjai
- VI. Nyersvasgyártás
- VII. Acélgyártás
- VIII. Vas- és acélöntészet
- IX. A vasötvözetek metallográfiája
- X. Az acél és öntöttvas hőben való kezelése
- XI. A vas rozsdásodása
- XII. Az acél képlékeny alakítása
- XIII. Pormetallurgia
- XIV. Különleges ötvözésű acélfajták
- XV. Vaskohótelepek tervezése

A Magyar Tudományos Akadémia célja, amikor ezt a nagyszabású művet kiadja, hogy elősegítse szocializmust építő hazánk iparának fejlődését. A Magyar Tudományos Akadémia nevében megköszönöm a Vaskohászati Enciklopédia összes munkatársainak közreműködését ennek a célnak elérésében. Különösen ki kell emelnem Dr. Schleicher Aladár egyetemi tanár, egykori professzorom közreműködését, aki az Enciklopédiának nehéz, nagy szakértelmet kívánó szerkesztői munkáit végzi.

Budapest, 1954. augusztus 3.

Dr. Geleji Sándor

Kossuth-díjas

a Magyar Tudományos Akadémia r. tagja

TARTALOMJEGYZÉK

A főszerkesztő előszava	5
A szerző előszava	12
Bevezetés	14
I. A nyersvasgyártás betétanyagai	18
A) Vasércek	18
1. A vasérc keletkezése	18
2. Kárpát-Danamedence fontosabb vasércelőfordulásainak földtani jellemzése	19
3. A vasérc általános jellemzése	20
a) Az ércek vastartalma	20
b) A vas vegyi alakja az ércekben	22
c) Az ércek mangán- és foszfortartalma	22
d) Bányászati lehetőségek	23
4. A használatos vasérc	25
a) Mágnesvasérc	25
b) Vörösvasérc	27
c) Barnavasérc	31
d) Vaspát	35
5. Kis vastartalmú ércek	38
a) Chamosit	38
b) Thuringit (Owenit)	39
c) Egyéb a vaskohászat szempontjából fontos szilikátos ércek	39
d) Salzgitteri ércek	39
e) Ilmenit	41
6. Lateritek	42
7. Magyarországi vasérc előfordulások	43
a) Rudabánya	43
b) Szarvaskő	45
c) A bagaméri érc	46
d) Egyéb kisebb előfordulások	46
8. A világ vasérckészlete	48
B) Vasércpótló anyagok (ércpótlók)	51
1. Buca, frisstüzi és kavaró salakok	51
2. Martin-salak	52
3. Nagyolvasztó szállópor	52
a) Szállópor összetétele	52
b) A szállópor felhasználása	54
c) Szállóporok alkáliatartalma	55
d) A szállópor öngyulladásra való képessége	55
4. Kovács- és hengerreve	56
5. Melegítő kemencék salakja	58
6. Bauxit	59
a) A bauxit ásványai	59
b) Legfontosabb hazai bauxit-előfordulásaink	60
c) A bauxit értékelése kohászati szempontból	61
d) A bauxit felhasználása a nyersvasgyártáshoz	62

e) A kalciumaluminát salakkal gyártott nyersvas tulajdonságai.....	63
f) A bauxit közvetlen kohósítása	63
7. Vörösiszap, feketeiszap.....	64
8. Piritpörk	66
C) <i>Mangánérc</i>	68
1. A legfontosabb mangánérc	68
a) Barnakő néven ismert mangánoxidok.....	68
b) Braunit	69
c) Hausmannit	69
d) Manganit	69
e) Rodokrozit	70
f) Rodonit	70
2. Legfontosabb mangánérc előfordulások	70
3. Magyarországi mangánérc előfordulások	72
a) Úrkúti mangánérc előfordulás	72
b) Eplényi mangánérc előfordulás	72
c) Egyéb előfordulások	72
4. Szintetikus mangánérc	73
a) A mangán termelése bázisos Martin-kemence salakból	74
b) A mangán elsalakosítása szélfrissítő eljárással.....	74
c) H. Löfquist eljárása	75
D) A vasérc gazdasági értékelése.....	76
1. Az ércek ára	76
2. Az ércek kohászati értéke.....	76
3. A nyersvas önköltségét meghatározó tényezők	77
a) Érc költség	77
b) Salakképző anyagok költsége	78
c) A kokszt költsége	78
d) Üzemköltség és bér	78
4. Az ércek értékelésére használatos eljárások.....	79
5. Összefoglalás	84
II. Az acélgyártás betétanyagai	86
A) <i>Nyersvas</i>	86
1. A nyersvasfajták osztályozása	87
a) A nyersvas metallográfiai szerkezete.....	87
b) A nyersvas osztályozása az előállítási mód szerint	88
Faszenes nyersvas	88
Kokszos nyersvas	89
Villamoskohóban gyártott nyersvas	89
c) A nyersvas osztályozása felhasználás szerint	90
Bessemer-nyersvas	90
Thomas-nyersvas	91
Martin-nyersvas	92
Különleges összetételű nyersvasak	94
B) <i>Ócskavas és acélhulladék</i>	96
1. Az ócskavas fogalma	96
2. Az ócskavas jelentősége az egyes acélgyártási eljárásoknál.....	96
a) Szélfrissítés	96
b) Martin-acélgyártás	96
c) Elektro-acélgyártás	97
3. Az ócskavas előkészítése.....	98
4. Az ócskavas osztályozása vegyi összetétel szerint.....	98
a) Az öntvénytörmelék kiválasztása.....	98
b) Acélhulladék szétválasztása.....	98
c) Az ötvöztetlen hulladék osztályozása	100
5. Az ócskavas fizikai állapotának megfelelő előkészítése.....	102
6. Az ócskavas aprítása, darabolása	103
a) Robbantás.....	104

b)	Törés törőműveken	104
	Az üllőtönk az alapzattal	105
	Az esőkos	107
	A kosemelőszerkezet a fogóval	108
	A törőmű építménye a védőkerítéssel	109
c)	Darabolás gázlánggal	111
	A gázlángvágás üzemanyaga	113
	Az acetilén	114
	Az oxigén	115
	Vágópisztoly	117
	A gázlángvágás munkamenete	120
d)	Poradagolásos gázlángvágás	121
	Készülékek	122
	A poradagolásos gázlángvágás alkalmazása	126
e)	Ócskavasvágás ollókkal	129
f)	Egyéb ócskavasaprító eljárások	132
7.	Az ócskavas tömörítése (bálázása)	133
8.	Vas- és acélforgács előkészítése	137
a)	Égetés	138
b)	Aprítás, őrlés, törés	138
c)	Brikettezés	140
9.	Ónozott lemez óntalanítása	140
a)	Óntalanítás elektrolízissel	141
b)	Óntalanítás Na(OH)-ban történő oldással	141
c)	Goldschmidt-féle óntalanítás klórgázzal	142
10.	Az ócskavas előkészítési eljárásainak kritikai méltatása	143
11.	Az ócskavas előkészítésének kivitele	143
C)	Ötvözők	146
1.	Az ötvözőkkel szemben támasztott általános követelmények	146
2.	Az ötvözők gyártása	148
a)	Kohászati redukció fúvós nagyolvasztóban vagy villamos redukciós kemencében	148
b)	Szilikotermás eljárás	148
c)	Aluminotermás eljárás	149
d)	Redukálás hidrogénáramban	149
e)	Fémek előállítása elektrolízissel	149
3.	Az ötvözők felosztása felhasználásuk szerint	150
a)	Ötvözők, amelyek a fürdő tisztítására alkalmasak	150
	Dezoxidáló ötvözetek	150
	Nitrogént megkötő ötvözők	151
	Kéntelenítő ötvözők	152
b)	Ötvözők, amelyek az acél tulajdonságait bizonyos irányban módosítják	152
c)	Ötvözők, amelyek a kristályközi korróziót akadályozzák	152
4.	Mangántartalmú ötvözetek	153
a)	A mangánra vonatkozó legfontosabb fizikai, kémiai és metallurgiai adatok	153
b)	A mangánötvözetek felosztása és gyártásuk rövid ismertetése	154
c)	Tükrös vas	155
d)	Közönséges ferromangán	156
e)	Közepes C-tartalmú ferromangán. Ferromangán-affiné	157
f)	Szilikomangán	158
g)	Ferromangán-szüraffiné	159
h)	Fémmangán előállítása	160
i)	Magyar mangán-ötvözetszabványok	160
5.	Szilíciumtartalmú ötvözetek	161
a)	A szilíciumra vonatkozó fizikai, kémiai és metallurgiai adatok	161
b)	Nagyolvasztó ferroszilícium 10—20% Si-tartalommal	162
c)	Ferroszilícium 25—90% Si-tartalommal	163
d)	Gyakorlatilag tiszta szilícium	163
e)	E. K. (Esslingeni)-csomagok	163
f)	Magyar szabványok	164

g)	Kalcium-szilícium	164
h)	A ferroszilícium szétesése	165
6.	Alumínium	167
a)	Az alumíniumra vonatkozó fizikai, kémiai és metallurgiai adatok	167
b)	Magyar szabványok az alumíniumra	168
7.	Nikkel	168
a)	Fizikai, kémiai és metallurgiai adatok	168
b)	A nikkel ásványai	169
c)	A nikkel kohósítása	170
	Kockanikkel	170
	Mondnikkel	170
	Katódanikkel	170
	Ferronikkel	170
d)	Nikkelféleségek összetétele	171
8.	Kobalt	172
a)	A kobaltra vonatkozó fizikai, kémiai és metallurgiai adatok	172
b)	A kobalt előfordulása	172
c)	A kobalt kohósítása	172
9.	Krómtartalmú ötvözetek	174
a)	A krómra vonatkozó fizikai, kémiai és metallurgiai adatok	174
b)	A króm előfordulása	175
c)	Ferrokróm gyártása	175
	A közösleges ferrokróm karburé 4—10% C-tartalommal	176
	A ferrokróm affiné 0,5—4% C-tartalommal	176
	Ferrokróm szűraffiné 0,06—0,5% C-tartalommal	176
d)	Ferrokróm Európában szokásos összetételei	177
e)	Különleges tisztaságú ferrokróm	177
f)	Tiszta krómfém	178
10.	Vanádiumtartalmú ötvözetek	179
a)	A vanádium fizikai, kémiai és metallurgiai adatai	179
b)	A vanádium nyersanyagai	180
c)	A ferrovanádium gyártása	181
	Ferrovanádium gyártása vanádiumtartalmú vasécekből	181
	V ₂ O ₅ további feldolgozása	182
d)	Ferrovanádium osztályozása	183
e)	A vanádium alkalmazása	184
11.	Volframtartalmú ötvözetek	185
a)	A volframra vonatkozó fizikai, kémiai és metallurgiai adatok	185
b)	A volfram nyersanyagai	185
c)	A volframércék előkészítése és feltárása	186
d)	Ferrovolfam gyártása	186
	Elektrotermikus eljárás	186
	Aluminotermikus eljárás	187
e)	Volframfém előállítása	188
f)	A volfram kohászati jelentősége	188
12.	Molibdéntartalmú ötvözetek	189
a)	Molibdénre vonatkozó fizikai, kémiai és metallurgiai adatok	189
b)	A molibdén ásványai	189
c)	Molibdénércék előkészítése és dúsítása	189
d)	Ferromolibdén gyártása	190
e)	Fémmolibdén előállítása	191
f)	A ferromolibdén jellegzetessége s a vele szemben támasztott követelmények	192
g)	Ötvözés molibdénvegyületekkel	192
h)	A molibdén felhasználása a kohászatban	192
13.	Titántartalmú ötvözetek	193
a)	A titánra vonatkozó fizikai, kémiai és metallurgiai adatok	193
b)	A titán nyersanyagai	194
c)	Ferrotitán gyártása	194
d)	A titán felhasználása	196
14.	Bórtartalmú ötvözetek	197
a)	A bórra vonatkozó fizikai, kémiai és metallurgiai adatok	197
b)	A bór kohászati szempontból fontos vegyületei	197

c) A bór nyersanyagai	197
d) A ferrobór előállítása	198
15. Cirkontartalmú ötvözetek	200
a) A cirkonra vonatkozó fizikai, kémiai és metallurgiai adatok	200
b) A cirkon ásványai és előállítása	200
c) A cirkon alkalmazása	201
16. Cérium-tartalmú ötvözetek	202
a) A cérium fizikai, kémiai és metallurgiai adatai	202
b) Kohászati felhasználása	202
17. Ferrofoszfor	203
a) A foszforra vonatkozó fizikai, kémiai és metallurgiai adatok	203
b) A foszfor nyersanyagai és a foszforötvözetek előállítása	203
18. Egyéb ötvöző fémek	204
a) Berillium	205
b) Nióbium és tantál	205
c) Urán	206
III. A vaskohászatban használatos salakképző anyagok	207
1. Mészke	207
2. Égetett mész	209
a) A mész égetésére használatos kemencefajták	209
Erdei mészégetés gödrökben, vermekben	209
A körkemence	209
Az aknás kemence	210
Forgódobos kemence	212
b) Kohászati követelmények az égetett mésszel szemben	212
3. Dolomit	213
4. Folypát	214
5. A bauxit mint salakképző	215
6. Frissítő érc	215

A SZERZŐ ELŐSZAVA

Mindenféle gyártás kezdete a célnak megfelelő nyersanyag készenlétbe helyezése. Bármely gyártmány minősége elsősorban a felhasznált nyersanyag minőségétől függ. A nyersanyag feldolgozása folyamán alkalmazott gyártási módokkal lehet ugyan a kész termék minőségét bizonyos mértékig változtatni, de főkövetelmény az arravaló nyersanyag.

Különösen érvényes ez a szabály a kohászatra, amelynek olyan sok nehezen vagy alig szabályozható tényezővel kell számolnia s ennél fogva a kohászati folyamatokkal a kész gyártmány minőségét csak kis mértékben tudja változtatni. A gazdaságos gyártás is megköveteli a kellő minőségű és előkészített nyersanyagok használatát. A kohászati nyersanyagok ismerete nemcsak a gyártásban közvetlenül résztvevőkre fontos, hanem éppen úgy a nyersanyagok beszerzésével foglalkozókra is.

Ez a könyv a vas- és acélgyártás nyersanyagaival foglalkozik. A könyv beosztásakor a következő szempontok vezéreltek.

Az ércek és ércpótlók tárgyalásakor a jellegzeteseken kívül elsősorban azokat tárgyaltam, amelyek ránk nézve fontosak, vagy fontosak lehetnek, vagy amelyek érdekes kohászati problémát vetnek fel. Nem tárgyaltam azonban az ércek előkészítését, mert az ebben a könyvsorozatban külön mű tárgya.

Ezzel szemben igen részletesen foglalkoztam hazai acélgyártásunk súlyponti kérdésével kapcsolatban a betétanyagokkal, különösen az ócskavas előkészítésével és az erre szolgáló berendezésekkel.

A vaskohászati ötvözők gyártásával és azoknak a vasra és acélra gyakorolt hatásával csak annyiban foglalkoztam, amennyiben az ötvözők tulajdonságainak megértéséhez szükséges.

Az ötvözők gyártásáról a magyar szakirodalomban a közelmúltban két mű jelent meg, mégpedig :

Visnyovszky László: Acélötvöző fémek és ferroötvözetek. Budapest, 1952. és V. P. Jeljutyin, J. A. Pavlov, B. E. Levin: A ferroötvözetek gyártása. Budapest, 1953.

Aki tehát a ferroötvözetek gyártásával részletesen kíván foglalkozni, az ezekben a művekben mindent megtalál.

Az ötvözőknek a vasra és acélra gyakorolt hatásáról a metallografiai könyvek adnak részletes tájékoztatást. A »Vaskohászati Enciklopédia« sorozatban külön mű fogja ezt tárgyalni.

Megjegyzem még, hogy az ércek keménységét mindenhol az általánosan használt Mohs-keménységi fokokban, a %-os összetételt pedig — hacsak nincs kifejezetten más feltüntetve — súly-%-ban adtam meg.

A Magyar Tudományos Akadémia Műszaki Tudományok Osztályának — amiért a könyv kiadását lehetővé tette — és az Akadémiai Kiadónak hathatós támogatásáért köszönetemet fejezem ki.

Budapest, 1954 június 30.

Zsák Viktor

BEVEZETÉS

Földünk külső kérgé *F. W. Clark* szerint a kohászati szempontból fontos nyersanyagok közül a következő mennyiségeket tartalmazza :

26,00% szilíciumot, 7,45% alumíniumot, 4,20% vasat, 3,25% kalciumot, 2,35% magnéziumot, 2,40% nátriumot, 2,35% káliumot, 0,90% hidrogént, 0,30% titánt.

Egyéb elemek csak kisebb mennyiségben vannak jelen.

Amint látható, az összes fémek közül az alumíniumot tartalmazza a legnagyobb mennyiségben. Habár az alumínium termelése és felhasználása napjainkban mindinkább terjed, mégis a vas körünk legfontosabb féme. Az ércekből történő aránylag könnyű termelhetősége, folyékony és képlékeny és szilárd állapotban való alakíthatósága, valamint az a körülmény, hogy különböző elemekkel történő ötvözése folytán fizikai és kémiai tulajdonságait szükségleteinknek és kívánalmainknak megfelelően könnyen megváltoztathatjuk, a fémek között vezető jelentőségét még igen hosszú ideig biztosítja számára.

A mindennapi életben és az iparban használt vastárgyak anyaga sohasem a vegytanból ismert tiszta fémvas, a ferrum, hanem mindig ennek más elemekkel való keveréke, vagy amint azt kohászati nyelven mondani szoktuk, annak ötvözete. Ezen ötvözőket két csoportba osztjuk, mégpedig hasznos, vagy kívánatos és káros, vagy nem kívánatos kísérőkre (ötvözőkre).

A hasznos ötvöző elemek közül az első helyet foglalja el a *szén*.* A szén nemcsak kívánatos, hanem szükségszerű kísérő eleme is a gyakorlati életben előforduló összes vasfajtáknak, minthogy éppen a szén az az elem, amely a vas-ötvözetek fizikai, kémiai és technológiai tulajdonságait leghatásosabban, és ami még fontosabb, a leggazdaságosabban és legolcsóbban tudja céljainknak megfelelően megváltoztatni.

A szén a kohászati folyamatok során kerül a vasba. A vas szénfelvevő képessége annál nagyobb, minél nagyobb a hőmérséklete. Folyékony állapotban nagyobb, mint szilárd, vagy képlékeny állapotban. A kohászati folyamatok végbemeneteléhez nagy hőmérsékletre van szükség, amit pedig csak több tüzelőanyag hozzáadásával tudunk elérni. Ezért nem kerülhető el, hogy a vas a tüzelőanyag C-tartalmával érintkezzék és azt felvegye.

Említettük, hogy a szén lényegesen befolyásolja a vas tulajdonságait, úgy annyira, hogy a C-tartalom szerint a vasfajtákat két főcsoportra osztjuk.

* A magyar kohászati irodalomban az elemi szén elnevezésére általában a karbon volt használatos. Az akadémiai kiadványokban és a szabványosításnál újabban meghonosodott a »szén« használat. Mint tudjuk, a kémiában, különösen a szerves kémiában csak az utóbbi használatos. A Magyar Tudományos Akadémia Nyelvtudományi Intézetének véleménye szerint egyedül ez helyes, ezért mi is ezt használjuk. (*Szerk.*)

1,7% C-tartalomig a vas meleg állapotban képlékeny, tehát melegen alakítható, vagyis kovácsolható és hengerelhető. Sok egyében kívül jellemzője ennek a csoportnak, hogy a felmelegítés folytán a vas képlékenysége jelentősen fokozódik. Ez a tulajdonság a kristályos anyagok között általában csak a fémeknek jellemzője, nem fémes anyagoknál ezen állapot nem igen ismeretes. Az 1,7%-nál kevesebb szénet tartalmazó vasat ma egyöntetűen acélnak nevezzük. Így beszélünk lágy és kemény acélról, de nem lágy vasról.

1,7%-nál több szén tartalmazó vasat nyersvasnak, vagy öntöttvasnak nevezzük. Jellemzőjük, hogy alig van képlékeny állapotuk, vagyis felmelegítéskor a szilárd állapotból csaknem minden átmenet nélkül a cseppfolyós állapotba mennek át, tehát általában nem is kovácsolhatók, vagy hengerelhetők.

A kovácsolható acélok, különösen azok lágyabb fajtái nemcsak melegen, hanem bizonyos mértékig hidegen is képlékenyen alakíthatók s az alakíthatóság egyes fajtáknál elég tetemes mértéket elérhet. Így pl. bonyolult alakú edényeket lemezből teljesen hideg állapotban sajtolnak.

A szén után a legfontosabb két hasznos elem a *szilícium* és *mangán*. Minden vasércben előfordulnak, tehát minden vasfajtában kisebb-nagyobb mennyiségben megtalálhatók. Sőt, ha egyiknek vagy másiknak jelenlétét nem kívánjuk a végtermékben, azt csak külön kohászati művelettel tudjuk a kívánt értékre csökkenteni.

A hasznos elemek második csoportját képezik bizonyos más fémes elemek, mint *nikkel*, *króm*, *volfrám*, *molibdén*, *vanádium* stb., amelyek a vas tulajdonságait bizonyos irányban céljainknak megfelelően megváltoztatják. A metalurgia tanít meg bennünket arra, hogy ezen elemeket, jobban mondva ötvözőket hogyan kell használni és azok milyen hatással vannak a vas és acél tulajdonságaira.

Ezen második csoportba tartozó hasznos ötvözők értéke azonban csak viszonylagos. Ugyanazon ötvöző bizonyos acélban lehet nagyon hasznos, a másikban pedig káros. A nikkel pl. a szerkezeti acélok tulajdonságait nagyon javítja, a szerszámacélokban azonban nem kívánatos, mivel az edzést károsan befolyásolja.

A nem kívánatos elemek közé tartozik a *foszfor*, *kén* és *arzén*. Ezek eltávolítása a vasból mindig célszerű, mert a vas tulajdonságait és ennél fogva annak felhasználhatóságát károsan befolyásolják, sőt azt bizonyos esetekben felhasználásra alkalmatlanná is teszik. A kohászati eljárások legnagyobb része éppen ezeknek az elemeknek a vasból történő eltávolításával, vagy áhogy azt kohászatilag helyesen kifejezzük, ezek elsalakosításával foglalkozik.

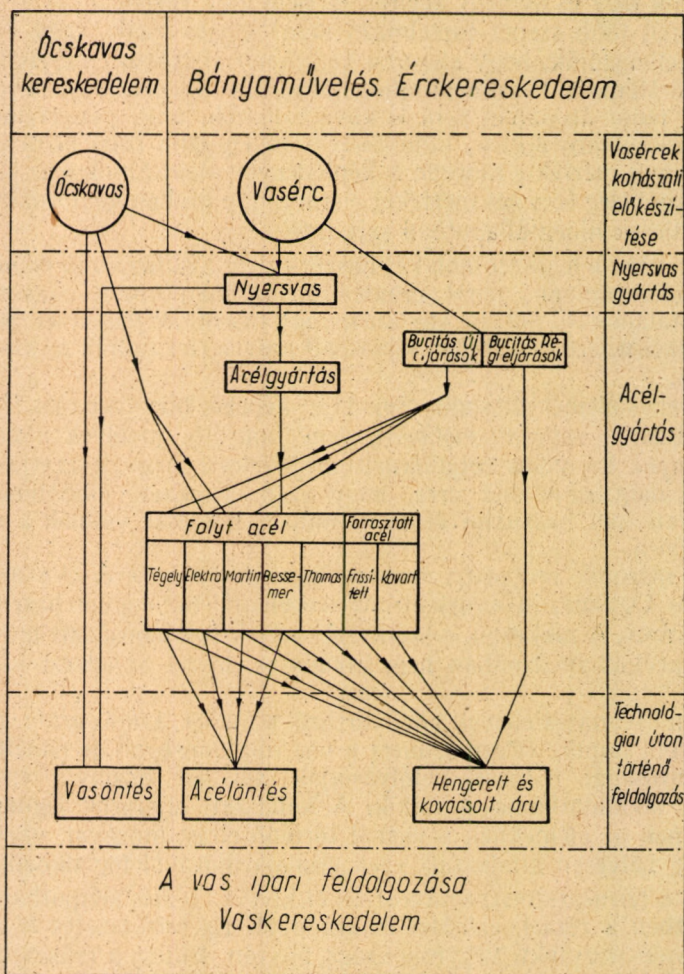
A vas a természetben, a meteoriteket kivéve, fémes állapotban nem fordul elő, ellentétben a rézzel, ezüsttel és arannyal. Ez természetes is a vasnak az oxigénhez való nagyfokú vegyrokonsága folytán. Ehhez a reakcióhoz elegendő a levegő oxigénje is. A szemünk láttára végbemenő oxidációt rozsdásodásnak nevezzük. Mivel a vas felületén képződött rozsdá igen higroszkópos, nem tudja a nedvességnek és oxigénnek a fémbe történő további behatolását megakadályozni, hanem azt még elő is segíti. Ez az oka annak, hogy a vastárgyak az idők folyamán fokozatosan elrozsdásodnak, elvesztik fémes tulajdonságaikat, és nemfémes állapotba kerülnek.

A vasat tehát mindig vegyületeiből kell kitermelnünk; ezt az eljárást kohósításnak nevezzük.

Ősidőktől kezdve az ércekből közvetlenül kovácsolható vasat kaptak, vagyis az acélt az ércekből egy szakaszban állították elő. Ezt az eljárást *»buci-*

tásnak» nevezzük. A mai nagyipari kohósításnál célszerűbbnek és gazdaságosabbnak bizonyult az ércekből előbb nagy C-tartalmú nyersvasat készíteni, s az így kapott nyersvasat azután egy második kohászati műveletben acéllá átalakítani.

A vas- és acélgyártás általános menetét az 1. ábra mutatja.



1. ábra. A vasgyártás menete

A gyártás első szakasza a bányától, vagy az érckereskedelemtől kapott érc előkészítése. Ez lehet aprítás, pörkölés, vagy a poros és finomszemcséjű érc darabosítása, továbbá az érc dúsítása, stb. A vasérc tehát a vasgyártásnak a természetben előforduló nyersanyaga. A nyersvasgyártás lényege, hogy ezen szakaszban a vasat oxigénjétől megszabadítjuk, s egyszersmind az érc meddőit a hozzáadott pótlékanyagokkal salakká olvasztjuk.

Az így keletkezett nyersvasat és salakot időnkint lecsapoljuk. Ezt a műveletet nagyolvasztóban végezzük. Az így kapott *nyersvas* az acélgéártásnak legfontosabb kiinduló anyaga. A világ nyersvastermelésének több mint $\frac{2}{3}$ részét acélgéártás céljaira használják fel. Csak kisebb részét fordítják közvetlenül öntészeti célra, mivel a nyersvasat általában csak öntés segítségével lehet alakítani.

Az acélgéártási eljárások az idők folyamán állandóan változtak, ezekről a továbbiakban bővebben lesz szó.

A modern acélgéártás terméke a folyékony állapotban vasmintákba öntött acél, melynek a megmerevedés után tuskó (angolul = ingot, németül = Block) a neve. A termelt folyékony acélnak csak kis része jut közvetlenül alakos formákba. (Acélöntvények előállítása.) Az acélműben termelt tuskó vagy blokk a kovácműbe, vagy hengerműbe kerül, ahol képlékeny alakításnak vetik alá.

A mai vas- és acélgéártás fontos nyersanyaga még az *őcskavas*. Kétféle őcskavasat különböztetünk meg, mégpedig az öntvénytörmelékét és acélhulladékot.

Öntvénytörmelék alatt értjük az öntöttvasból készült tárgyak, géprészek, stb. hulladékát, mely a szürkeöntés fontos, sőt mondhatnánk elengedhetetlen nyersanyaga.

Acélhulladék alatt értjük minden kovácsolható vasból (acélból) készült, s elhasznált, kiselejtezett tárgy hulladékát, valamint az acélöntvény hulladékát. Ez fontos alapanyaga mind a Martin-, mind az elektroacélgéártásnak. Az acélhulladék kisebbik része a nagyolvasztóba kerül, hogy avval az elegy átlagos vastartalmát növeljük. A forgács az acélhulladék egyik alaki válfaja.

Az őcskavas gyűjtésével és forgalombahozatalával az őcskavaskereskedelem foglalkozik.

Az elmondottak alapján az egész vas- és acélgéártást két fő szakaszra oszthatjuk, mégpedig :

a) A közvetlenül az ércekből történő nyersvasgéártásra.

b) Az acélgéártásra, amely a nyersvasat acéllá dolgozza fel.

Az alábbiakban mind a nyersvasgéártáshoz, mind az acélgéártáshoz szükséges betétanyagokat fogjuk részletesen tárgyalni.

A kohászati folyamatok szükségszerű kísérői a salakok, amelyek lehetővé teszik a folyamatoknak a kívánt irányban történő elvégzését. A salakképzéshez e célból bizonyos pótlékanyagokat kell adagolnunk. A pótlékanyagok ismerete ennél fogva igen fontos, s ezekkel is részletesen fogunk foglalkozni.

Ehhez képest tárgyunk a következő csoportokra oszlik :

I. A nyersvasgéártás betétanyagai.

II. Az acélgéártás betétanyagai.

III. A vaskohászatban használatos salakképző anyagok.

I. A NYERSVASGYÁRTÁS BETÉTANYAGAI

A) VASÉRCEK

1. A vasérccek keletkezése

A vas fontosabb ásványai a következők : magnetit ($\text{FeO} \cdot \text{Fe}_2\text{O}_3$) 72,4% Fe-tartalommal, hematit (Fe_2O_3) 70%, limonit 60%, sziderit (FeCO_3) 48,3% Fe-tartalommal. Az agyagos vasérccek vastartalomban jóval szegényebbek, a vasszilikátok pedig még kevesebb Fe-t tartalmaznak

Keletkezésüket illetően a vasércstelepeket, úgy mint a kőzeteket is, három csoportba sorolhatjuk : a) *magmás*, b) *üledékes* és c) *metamorf* származású telepek.

a) A *magmás* származásúak a Föld mélyében helyetfoglaló izzón folyós szilikátos olvadék-oldatból, a magmából keletkeznek. A keletkezési körülményeknek megfelelően (nyomás, hőmérséklet, mélység) több típust különböztetünk meg.

1. Likvidmagmás-pneumatolitos típusú (1000—500 C°) magnetit-apatit-telepek. Ilyen típusú érctelepek a svédországi kiirunavaarai és luossavaarai előfordulások. E telepeket túlnyomóan magnetit alkotja fluorapatit kíséretében. Van még bennük hematit, szilikátok és szulfidos réztartalmú ásványok. Az érc Kiirunavaarában átlagosan 68% Fe-tartalmú.

2. Nagyon jelentősek a kontakt metasomatikus magnetit- és hematit-telepek. Ilyen telepeknél a magma a főleg karbonátos mellékkőzettel lép reakcióba ércképződés közben. A fő ásvány a martitizálódott magnetit (a martit magnetit utáni hematitpszeudomorfózisa) és hematit. Pirit (FeS_2) és kalkopirit (CuFeS_2) majdnem mindig jelen van. Ilyen típusú telepek találhatók a Bánságban (Romániában).

Ebbe a típusba sorolhatók az Ural egyes vasércstelepei (Bogoszlovszk, Goroblagodatszk, Nizsnye Tagilszk, Magnitnaja Gora). Ezeknek egyike-másika a világ leghatalmasabb vasércelőfordulásai közé tartozik. Az érc átlagos Fe-tartalma 50% körül van.

3. Alacsonyabb, mintegy 400 C° körüli hőmérsékleten képződnek az ú. n. hidrotermális származású vasércstelérek. A vasércásványok* a sziderit, hematit. A telérekben szulfidok is vannak. Ebbe a típusba tartoznak a siegerlandi (Wesztfália) vasércstelérek. Az érc 30% Fe-t és 4—5% Mn-t tartalmaz.

4. Ha a hidrotermális oldatok (400 C° körüli magmaoldatok) a földkéreg magasabb részeibe történő behatolás alkalmával reakcióképes mellékkőzettel

* Az ércásvány kifejezést a mineralógusok használják olyan ásvány megjelölésére, amely kohósításra közvetlenül alkalmas. Eszerint tehát pl. a vörösvasérc a vasnak ércásványa, de a pirit nem a vasnak, hanem a kénnek ércásványa, mivel kén termelésére használják és csak a visszamaradt piritpörköt hasznosítják a vaskohászatban.

(mészkővel, dolomittal) lépnek érintkezésbe, úgy hidrotermális metasomatikus telepek keletkezhetnek. Ilyen származású pl. az ausztriai eisenerzi sziderittelep. A jobb ércek átlagos vastartalma 38–39%, Mn-tartalma 2,4–2,5%. Limonit, piroluzit és vasvirág is van bennük. Hasonló telep a bilbaoi (Spanyolország).

b) A vasérctelepek lehetnek *üledékes* származásúak is. Ezek legtöbbször a tengerekben vagy tavakban lévő vasbaktériumok tevékenységének köszönik létrejöttüket. Az ércek oolitos szerkezetűek. Az oolitszemcsék nagysága gyakran az 1 mm-t sem éri el. Az ércet alkotó ásványok a thuringit (alkatrészei: FeO , Fe_2O_3 , Al_2O_3 , SiO_2 , H_2O), chamosit (alkatrészei: FeO , MgO , Al_2O_3 , SiO_2 , H_2O). Az ércek átlagban 40–50% Fe-t tartalmaznak. (A luxemburgi és lotharingiai minettek vastartalma átlagban 35%, 0,5–0,8% P-tartalom mellett.)

c) Ha az üledékes-vasérctelepet keletkezése után változások érik (pl. földkéregmozgás okozta változás, amely az ásványos szerkezetet is megváltoztatja), akkor *metamorf* telepek keletkeznek. Ilyen pl. a híres ukrainai Krivoj Rog-i előfordulás. Az ércet itt főleg vörösvaskővé átalakult magnetit és martit alkotja. A martitos ércek 60–64% Fe-tartalmúak.

2. A Kárpát-Dunamedence fontosabb vasércelőfordulásainak földtani jellemzése

A Szepes-Gömöri Érchegység vaspáttelerei hidrotermális származásúak. Fő ásványuk a vaspát és a kvarc. Gyéren található pirit, kalkopirit, szfalerit (ZnS), galenit (PbS), kalcit (CaCO_3), barit (BaSO_4), helyenként kobalt- és nikkelszulfidok-arzenidek. Nevezetesebb előfordulási helyek Roznava (Rozsnyó), Betliar (Betlér), Nadabula (Sajóháza), Poproc (Jászómindszent), Dobšiná (Dobsina). Magyar területre esik az Érchegység legdélibb nyúlványa a Rudabánya-Tornaszentandrás-hegység a következő ércelőhelyekkel: Rudabánya, Alsó- és Felsőtelekes, Martonyi, Bódvarákó és Tornaszentandrás. A primér (elsődleges) ércásvány a sziderit, ez azonban legnagyobbbrészt limonittá oxidálódott.

A Szepes-Gömöri Érchegység sziderites-limonitos érceinek átlagos vastartalma 35–40%-ra becsült. A rudabányai ércek 20–29% Fe-tartalmúak.

Ugyanebbe a típusba tartoznak a Vjepor (Vepor) hegység (Szlovákiában) kovasavkövei. Az érc vastartalma 30–31%.

Jelentősek a Poiana Rusca (Pojána Ruszka) vasérctelepei Erdélyben. A primér karbonátos érc sok helyütt limonittá és hematittá alakult át. A jobb sziderites-limonites ércek 40–50% Fe-t tartalmaznak.

A Bánáti Érchegységben is vannak fontos vasércelőfordulások. Ocna de Fer (Vaskő), Dogneccea (Dognácska) környékén az ércek inkább oxidosak (magnetit, hematit és ezek oxidációja révén keletkezett limonit), Ciclova (Csiklova), Sasca (Szászkabánya) és más helyeken az érc főleg szulfidos.

Elég jelentős mangánvasércelőfordulás van a Prelukai szigethegységben, Macskamezőnél Erdélyben. A főércásványok: magnetit, piroluzit, manganit, pszilomelán, mangánpát, limonit és ezenkívül pirit. Az érc vastartalma 22%, Mn-tartalma 24%.

A Nagy-Alföld szegélyén található üledékes származású gypvasérc is foglalkoztatta szakembereinket. Sajnos, az érc gyenge, vastartalma kb. 23%, 3–4% Mn és 1% P is van benne. Az előfordulási helyek Bagamér, Nagyléta, Nyírácsád, Penészlek községek határában fekszenek.

3. A vasérccek általános jellemzése

A mindennapi nyelvben és az ásványtanban ércnek nevezzük a fémeknek, esetünkben a vasnak, a természetben előforduló más elemekkel való vegyületeit, illetőleg minden fémeket tartalmazó ásványt.

Hogy azonban valamely ásvány kohászati szempontból ércnek nevezhető legyen, ahhoz több feltételt kötünk.

a) Az érc vastartalma

Az érc vastartalma bizonyos minimumnál nagyobb kell hogy legyen. Hogy mennyi ez a minimális vastartalom, azt általánosságban megmondani alig lehet. Még nem is olyan régen 30—35% volt a kívánt minimális vastartalom, ma a kohászati eljárások, különösen az ércelőkészítési eljárások annyira fejlődtek, hogy bizonyos körülmények között 20% vasat tartalmazó érceket is lehet gazdaságosan kohósítani.

Nem is mindig az érc vastartalma a fontos, hanem az a körülmény, hogy a vas mellett milyen természetű vegyületek vannak az ércben. Hogy az olvasztóból könnyen folyó salakot kapjunk, a salakban a bázikus és savanyú alkatrészeknek bizonyos arányban kell lenniük egymással; vagy ha ez az ércben nincsen meg, akkor megfelelő salakképzőkkel kell ezt a kívánt arányt elérni. Savas természetű ércekhez, amelyekben a kovásvan túlsúlyban, bázikus természetű salakképzőket kell adni, bázikus természetű ércekhez, amelyekben a kalciumoxid és magnéziumoxid van túlsúlyban, savanyú természetű salakképzőket. A salakképzők mennyisége néha oly nagy lehet, hogy a különben elég nagy vastartalmú érc és a sok salakképző elegyének átlagos vastartalma nagyon csökkenhet. Másrészt megtörténhetik, hogy kisebb vastartalmú ércel, amelyhez kevés salakképzőt kell adni, kedvezőbb összeállítású elegyet kapunk. Ezt példával bizonyítjuk.

Kohósítandó két fajta érc, amelyek %-os összetétele a következő:

	Fe	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Összes salakképzők
a)	50,1	16,4	1,9	0,6	0,2	19,1
b)	42,8	8,7	6,21	6,25	1,47	22,63

Hogy az olvasztóból könnyen folyó salakot kapjunk, szükséges, hogy a salakban a CaO/SiO₂ viszonya 1—1,2 körül, vagyis középértékben 1,1 legyen.

Az a) érc 100 kg-jában van 16,4 kg SiO₂, ennek elsalakosításához kell

$$16,4 \times 1,1 = \dots 18,04 \text{ kg CaO}$$

$$\text{Az ércben van} \dots 0,6 \text{ « «}$$

Pótlandó még 100 kg érchez..... 17,44 kg CaO, ennek megfelelően 31,1 kg mészke.

Az ércelegyben tehát van

$$\begin{array}{r} 100 \text{ kg érc} \\ \underline{31,1 \text{ kg mészke}} \end{array}$$

Az elegy súlya összesen : 131,1 kg, s ebben van 50,1 kg Fe, vagyis az elegy átlagos *Fe-tartalma* 38,1%.

A *b)* érc 100 kg-jában van 8,7 kg SiO₂, ennek elsalakosításához kell

$$\begin{array}{rcl} 8,7 \times 1,1 & = & \dots\dots 9,57 \text{ kg CaO} \\ \text{Az ércben van} & \dots & 6,25 \text{ « } \end{array}$$

Pótlandó még 100 kg érchez 3,32 kg CaO, ennek megfelelően 5,9 kg mészkő.

Az ércelegyben tehát van

$$\begin{array}{rcl} 100 & \text{kg érc} & \\ 5,9 & \text{« mészkő} & \end{array}$$

Az elegy súlya összesen : 105,9 kg s ebben van 42,8 kg Fe, vagyis az elegy átlagos *Fe-tartalma* 40,4%.

Ebből látható, hogy a *b)* érc, jóllehet sokkal kisebb Fe-tartalmú, a kohósítás szempontjából nem rosszabb, mint az *a)* érc.

Még szemléltetőbb a számítás, ha az olvasztóban képződő salakmennyiséget vizsgáljuk meg mind a két ércre nézve.

a) érc 100 kg-jában 50,1 kg Fe mellett van

$$\begin{array}{rcl} 19,1 & \text{kg salakképző} & \\ \text{pótlandó még} & \dots\dots 17,44 \text{ « CaO} & \end{array}$$

51,1 kg Fe mellett 36,54 kg salak képződik.

Ha a nyersvas *Fe-tartalmát* átlagban 92%-nak vesszük, akkor 100 kg nyersvasra (92 kg Fe-re)

66 kg salak képződik.

b) érc 100 kg-jában 42,8 kg Fe mellett van
22,63 kg salakképző

$$\begin{array}{rcl} \text{pótlandó még} & \dots\dots 3,32 \text{ « CaO} & \end{array}$$

42,8 kg Fe mellett 25,95 kg salak képződik.

Ha a nyersvas *Fe-tartalmát* ismét 92%-nak vesszük, akkor 100 kg nyersvasra (92 kg Fe-re)

56 kg salak képződik.

Látjuk tehát, hogy *b)* érc kohósításakor 100 kg nyersvasra 10 kg-mal kevesebb salak termelődik, vagyis 10 kg-mal kevesebb salakot kell olvasztani s csapolási hőmérsékletre hevíteni. Vagyis az *a)* érc kohósításakor 10 kg salaknak megfelelő többlet hőmennyiséget kell az olvasztóba bevinni, azaz több kokszot kell adagolni.

1 kg nagyolvasztósalak hőtartalma 1400°-on *Durrer* szerint átlagban 400 kcal, vagyis az *a)* érc 10 kg salaktöbblete 4000 kcal-t fogyaszt. Ha a nagyolvasztó tüzelési hatásfokát 40%-nak vesszük, ez azt jelenti, hogy az *a)* érc kohósításakor a salak hőtöbbletszüksége 100 kg nyersvasra 10 000 kcal, majdnem 2 kg koksz-többlet, azaz a kokszfogyasztás már a többletsalakból kifolyólag 2%-kal több, mint a *b)* érc kohósításakor.

Ez a számítás szemléltetően bizonyítja, hogy nem szabad az érceket egyedül Fe-tartalmuk után megítélni.

Ezért nagy jelentőségűek azok a különben aránylag kis Fe-tartalmú ércek, amelyekben a bázisos és savanyú alkatrészek olyan kedvező arányban vannak, hogy külön salakképzőket adagolni nem kell. Ezeket az érceket »magánjáró« érceknek nevezzük; később még lesz szó róluk.

Az érc Fe-tartalma szabja meg, hogy egységnyi nyersvashoz mennyi ércre van szükség. Ez a körülmény elsősorban a szállítási költségeket befolyásolja, de ettől függ a tervezett ércraktározási terék és tárolók nagysága is.

Legyen A a gyártandó nyersvas Fe-tartalma. Ezt előzetes számításoknál általában néve 92%-nak vehetjük fel. Az érc Fe-tartalma legyen a , akkor a 100 kg nyersvashoz szükséges ércmennyiség

$$\dot{E} = \frac{A\%}{a\%} \cdot 100 \text{ kg.}$$

Ehhez még bizonyos ércveszteségek pótlására (elporlás, szállóporvesztések stb.) 1—8%-ot hozzáadunk. Darabos érceknél kevesebbet, poros érceknél többet.

b) A vas vegyi alakja az ércben

Nagy fontosságú az a tény, hogy a vas milyen vegyi alakban van az ércben. Pl. a pirit, amelynek vegyi összetétele FeS_2 és sokszor 42% vasat is tartalmaz, nem számítható vasércnek, mert a vas kénhez van kötve. Csak az érc pörkölése után, amikor a kén jó része eltávozik és egyszersmind a vas oxiddá alakul át, valamint az esetleges réztartalom eltávolítása után nevezhetjük a visszamaradó piritpörköt ércpótlónak. Ez a piritpörk mintegy 60% Fe-t tartalmaz.

Másik példa az arzenopirit, FeAsS . Ennek vastartalma kb. 34%, de nem számítható vasércnek, mert az arzén igen káros a vasban s abból nem távolítható el.

Valamely új érc megítélésénél tehát mindig meg kell vizsgálni, hogy az érc nem tartalmaz-e olyan szennyezőket, amelyekkel a vas ötvöződik, a vas tulajdonságait károsan befolyásolják s abból el nem távolíthatók.

Általában mondhatjuk, hogy csak azok az ásványok nevezhetők vas-érceknek, amelyekben a vas oxigénhez van kötve, vagy melyekben a vas könnyen oxidos vegyületté alakítható át, mint pl. a vaspátok FeCO_3 -ja.

c) Az érc mangán- és foszfortartalma

Fontos az érc mangántartalmának ismerete, mert ez szabja meg a nyersvas mangántartalmát. Tekintetbe kell azonban vennünk, hogy az érc mangántartalmának kb. 30—50%-a elsalakul. Az érc mangántartalmától függ tehát, hogy adott esetben kell-e még külön mangántartalmú ércet adagolni, vagy pedig túlnagy mangántartalom esetén mangánszegény érceket kell hozzákeverni.

A foszfortartalom ismerete ugyancsak fontos, mert abból tudjuk meg, hogy foszforban szegény vagy nagyobb foszfortartalmú nyersvasat tudunk-e gyártani. A foszfor az olvasztóban gyakorlatilag teljesen átmegy a vasba, tehát az érc vas- és foszfortartalmának egymáshoz való viszonya adja meg a gyártható nyersvas foszfortartalmát.

d) Bányászati lehetőségek

A bányászat célja — mint tudjuk — a föld szilárd kérgét alkotó, hasznosítható ásványoknak, vagy kőzeteknek természetes településükből, nyers állapotban való kitermelése.

A bányászat ezek szerint őstermelés, amely azonban lényegesen különbözik a tulajdonképpeni őstermelési ágaktól. Mégpedig mindenekelőtt abban, hogy amíg a növény- és állatvilág nyersanyagai részben maguktól megújulnak, részben pedig megújíthatók, addig a bányászat nyersanyaga, az ásvány, csak egyetlen egyszer termelhető ki.

Ez a tény fokozott követelményeket állít a bányász elé, kinek munkájában ma a célszerűség, üzembiztonság és gazdaságosság szempontjai mellett mindenekelőtt a népgazdasági szempontok a döntők.

A bányászat erősen szerteágazó foglalkozás, melynek a hasznosítható ásványokat először föl kell kutatnia, majd kitermelnie s megfelelő alakban forgalomba hoznia. Mindezekhez különféle berendezéseket kell létesíteni, fizikai és értelmiségi dolgozókat alkalmazni, azokat anyaggal, pénzzel kiszolgálni. Ez jelentékeny pénzösszegek befektetését és állandó forgalmát teszi szükségessé.

A bányászat ezek szerint természeti, bizonyos fokig jogi, műszaki, kereskedelmi és pénzügyi alapokon épül fel. Bennünket ezek közül közelebbről csak a bányászat természeti alapjai érdekelnek, melyeket az illető ásvány vagy érc geológiai, települési és földrajzi adottságai határoznak meg.

Napjainkban a földrajzi adottságok és települési viszonyok elsősorban azok, amelyek megszabják a bányászat lehetőségeit. Vagyis a bánya földrajzi fekvése, az érc mélységbeli elhelyezkedése, kifejlődése és mennyisége azok a tényezők, melyek meghatározzák a bányászat gazdasági mutatóit.

Ennek megfelelően ércbánya telepítésekor is vizsgálnunk kell az ércelőfordulás helyét, utakhoz, vasutakhoz, általában szárazföldi és víziközlekedési vonalakhoz való közelségét, vagy azok megközelítésének lehetőségét.

A meglevő közlekedési viszonyok, vagy azok megteremtése döntő fontosságú a bányászat megszületésében. A Sztálin-vasművet a nagy távolság ellenére is gazdaságosan tudjuk táplálni szovjet vasércel, tekintve, hogy olcsó víziúton jut oda.

Bánya telepítése alkalmával meg kell vizsgálnunk az érctelepeket vagy teléreket kísérő mellékkőzeteket, tanulmányozni kell azok viselkedését, a bányabeli viszonyokat, stb. De döntő az érc mélységbeli elhelyezkedése is, mert nem közömbös, hogy azok termelését olcsó külfejtéssel, vagy nagyobb befektetést kívánó mélyműveléssel kell végeznünk. Külfejtéssel ugyanis még oly szegény vasércet is gazdaságosan tudunk kitermelni, melyekhez mélyműveléssel nem is lehet nyúlni. De erősen befolyásolja a bányászatot az ércelőfordulás kifejlődése, szabályos, vagy szabálytalan megjelenése, stb.

Mindezek ismeretében a bányászat megnyitását mégis elsősorban az ércmennyiség és minősége döntik el. Az ércvagyon megállapításánál megkülönböztetünk

1. látható ércincset, vagyis azt, amelyet megfelelő természetes, vagy mesterséges föltárásokkal, vágatokkal, vagy fúrásokkal úgy tártak fel, hogy annak mennyisége kétségtelenül megállapítható;

2. valószínű ércvagyont, melynek megállapítása azon a helyes mérlegelésen alapszik, hogy az érctelepülés nem szűnik meg a szélső feltárás helyén, hanem a látható ásványtelepen túl bizonyos szélességi sávban tovább terjed.

3. végül beszélünk a lehetséges ércvagyronról, amelyet különböző települési, kéregszerkezeti, stb. ismeret alapján föltételezhetünk.

Az ércvagyon megállapítására az 1910. évi stockholmi nemzetközi geológiai kongresszuson a fenti beosztással szemben a következő csoportosítást javasolták, amely az ércvagyont elsősorban felhasználási lehetőség szerint osztályozza:

1. Érc, amelyek mai technikai eszközeinkkel minden előfeltétel nélkül termelhetők és kohósíthatók.

2. Érc, amelyek termelése és felhasználása bizonyos könnyebb előfeltételektől függ. Így pl. előkészítő lehetőségektől, a kohászati folyamatok tökéletesítésétől vagy szállítási lehetőségektől.

3. Érc, amelyek felhasználása sem gazdasági, sem kohászati szempontokból ma még nem lehetséges.

Ez utóbbi hármas beosztást több nagy vasipari állam elfogadta, így Németország, Franciaország, Oroszország, stb.

Azonban több állam az ércvagyon ilyen csoportosítását sem fogadta el; nehezíti még az összehasonlítást az a körülmény, hogy ugyanazon a megnevezésen az egyes államokban nem mindig ugyanazt értik. Általában azonban most az a felfogás, hogy látható és valószínű ércvagyont, amely feltétlenül fejtésre érdemes, míg minden látható, de valamilyen okból nem érdemes ércvagyont »lehetséges« csoportba soroznak.

Az angolszász irodalomban is általában csak két csoportot neveznek meg, mégpedig »reserves« (tartalék), ami kizárólag a biztos ércvagyont, míg »resources« (reménybeli) elnevezésen a valószínű és lehetséges ércvagyont értik.

Az Amerikai Egyesült Államok Geológiai Intézete 1944-ben az ércvagyon megállapítására új csoportosítást vezetett be.

a) »Measured (mért) reserves« az az ércvagyont, amely fúrásokkal s a bányakutatás egyéb eszközeivel tényleg megállapítható és mennyisége pontosan mérhető.

b) »Indicated (jelzett) reserves« az az ércvagyont, amely geológiai számítások alapján még elég pontosan megállapítható.

c) »Inferred (becsült) reserves«, amely jó részben a telep geológiai jellegzetessége alapján csak becsülhető.

Látjuk mindezekből, hogy nincsen egységes módszer az ércvagyont csoportosítására.

Az érc-, illetve a fémvagyont megállapítása oly módon történik, hogy a próbahelyeken megállapítjuk a vastagság alapján a területegységre eső fejtmény mennyiségét, majd a meddőválogatás mennyiségét s a fajsúly alapján a területegységre eső fém mennyiségét, mégpedig az egyes ércfajták szerint elkülönítve. A területegységre eső érc-, illetve fémmennyiség átlaga szorozva a vonatkozó telérfelülettel adja az illető telérköz látható érc-, azaz fémvagyont. A kapott, látható ércvagyont a fejtési veszteség — főleg elporlás és rakodási veszteség — miatt még megfelelően csökkenteni kell, a fémvagyont pedig az előbbieket figyelembevételel, az előkészítőmű fémkihozatalának megfelelően kell átszámítani.

Mindeme becsléseket és számításokat erősen befolyásolja az ásványtelepülés műrevalósága, amit minden viszonyok között tekintetbe kell venni. Műrevalónak nevezzük ugyanis azt az ásványelőfordulást, melyből az ásvány, mai technikai ismereteinkkel haszonnal kitermelhető.

Ehhez járul még, hogy azt a kérdést, vajjon az érc bányászatra érdemes-e, nem mindig geológiai vagy egyéb fent említett műszaki szempontok döntenek el, hanem sokszor népgazdasági érdekek. Olyan országokban, amelyek szegények dús vasércekben, még gyenge, vagy nehezen lefejtethető ércek bányászata is hamarabb jöhet számításba, mint jó ércekben gazdag államokban. Másrészt nem vitatható el az a tény, hogy még azok az országok is, amelyek jó ércekben bővelkednek, nem hanyagolják el a gyenge ércek felhasználását sem, hogy jó ércekkel takarékoskodjanak. Az ércelőkészítő eljárások kifejlesztésével a gyenge vasérc felhasználásának lehetősége mind jobban nő. Ma kb. 20% Fe-tartalom az az alsó határ, amelynél a vasérc kohászati felhasználása megfelelő előkészítéssel számításba jöhet. Jó példa erre éppen a világ két legnagyobb vasipari állama, a Szovjetunió és az U. S. A., amelyek jó ércekben bővelkednek és mégis a gyenge ércek előkészítése és felhasználása terén igen nagy haladást és eredményt értek el.

Ezek a szempontok azok, amelyek megszabják a bányászat lehetőségeit, s amelyek szemelőtt tartásával történik a vasérc bányászata.

IRODALOM

1. *Schneiderhöhn, H.*: Erzlagerstätten, 1949.
2. *Petrascsek W. u. Petraschek W. E.*: Lagerstättenlehre, 1950.
3. *Vendel Miklós*: Teleptan I. r. Az ércek teleptana. Litográfia, 1950.
4. *Einecke, G.*: Die Eisenerzvorrate der Welt. Düsseldorf, 1950.

4. A használatos vasérc

a) Mágnesvasérc

Magnetit. Vegyi képlete $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{FeO} = \text{Fe}_3\text{O}_4$, vasoxiduloxid, melyben azonban a két alkotó különböző arányban lehet jelen.

Keménysége 5,5, fajsúlya 4,9—5,2.

Elméletileg legfeljebb 72% Fe-t tartalmazhat, a valóságban azonban, mivel minden érceknek van több-kevesebb meddője is, Fe-tartalma 60—70% között van. Színe fekete vagy zöldesfekete. Ismeretes mágneses tulajdonságai miatt.

A magnetit igen fontos és igen elterjedt vasérc. Helyenként hatalmas telepeket alkot. Fe-tartalma legnagyobb az összes vasérc között, s ezért igen kedvelik. Hátránya, hogy nagy keménysége és tömörsége miatt nehezen redukálható, mert ez a redukáló gázok behatolását igen megnehezíti. Régebben, különösen faszenes olvasztókban való felhasználás előtt ezért pörkölték, minek folytán egyrészt víztartalmát elvesztette, másrészt a vasoxidul vasoxiddá oxidálódott, ennek következtében az érc kissé fellazult, s a redukálásra alkalmasabbá vált. Kokszos olvasztóban történő felhasználásnál pörkölése nem szükséges, hanem nagy kötőrőkönn darabosítják, hogy a redukálásra alkalmasabbá tegyék.

A vastartalom mellett a kovasavtartalom mindig elég kicsi, s ritkán haladja meg az 5%-ot, minek következtében aránylag kevés salakkal lehet az olvasztót jártni.

Vannak igen kis foszfortartalmú és nagy foszfortartalmú ércek, mint azt az alábbi táblázatból láthatjuk. A svéd magnetitek egy része igen kicsi foszfor-

Svéd magnetitek

	Fe	Mn	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	P	S
	%							
Kiruna A.	66,99	0,2	2,18	0,99	2,08	1,19	0,018	0,03
Kiruna D.	59,26	0,2	2,96	1,12	6,41	1,18	1,87	0,059
Kiirunavaara	60,8	—	1,5	1,80	0,8	0,3	0,05	—
Kiirunavaara	69,8	—	2,2	—	5,5	0,9	2,3	—
Gellivaara	61,3	—	2,9	1,9	1,4	0,4	0,09	—
Gellivaara	67,3	—	7,0	2,2	2,3	1,3	1,14	—

tartalmú s a híres svéd acél kiváló minőségét nagyrészt az ottani kis foszfortartalmú érceknek — melyeket faszenes olvasztókban kohósítanak — tulajdonítják. A foszfortartalmú érceket Thomas-nyersvasgyártásra használják.

Az északsvédországi és északnorvégiai (Sydvarangeri) ércek sokszor tetemes titánoxidot (TiO₂) tartalmaznak, amely 10% is lehet.

Svédországon kívül ezeket az érceket magukban ritkán kohósítják, hanem leginkább kis vastartalmú s nagy kovasavtartalmú ércek elegyének megjavítására használják.

A magnetit ezenkívül az acélgyártásban a legjobb frissítő érc, éppen kis kovasavtartalma miatt. Ezen felhasználásáról későbben még részletesebben lesz szó.

A Bánátban Resica mellett található magnetit, amely a resicai kohómű kiindulási nyersanyaga.

63,7% Fe, 6,6% SiO₂, 0,3% Al₂O₃, 1,1% CaO, nyom. P.

Nagy mágnesvasérc előfordulások vannak a Szovjetunióban az Uralban.

	Fe	Mn	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	P
Goroblagodatszk ..	42—63	0,3—1,0	4—21	2,5—6,7	1,05—11,7	0,08—0,6	0,007—0,2
Nizsnye Tagiljak ..	51—56	0,2—0,9	5—18,3	1,6—4,8	0,9—2,2	0,6—0,9	0,0—0,08
Newjanszk	53—64	0,1—0,2	3,3—7,1	1,6—3,5	0,5—1,3	0,2—0,3	0,17—0,22
Magnitnaja Gora ..	56—60	0,8	6,1—14,9	0,08—1,7	1,82—2,39	0,2—0,7	0,02—0,035
Magnitogorszki frissítő érc	62,6	0,14	3,6	3,75	0,40	0,12	0,025

Újabban nagy mágnesvasérc előfordulásokat fedeztek fel Venezuelában. A tengerparttól kb. 320 km-rel délre a Cerro Bolívar hegyet mágnesvasérc alkotja. Az ennek közelében fekvő El Pao mellett is nagy előfordulásokat találtak.

Mindkét helyről az ércet nagy, kb. 65 tonnás, fenékürítő vasúti kocsikban szállítják az Orinoco folyó mentén levő Palua kikötőbe, ahol átrakják ércbárkákba s azok az ércet a tengerpart mentén fekvő Puerto de Hierro kikötőbe továbbítják, ahol azt tengeri ércszállító hajókra rakják át.

Az ércék összetétele : [5]

Fe	Mn	SiO ₂	Al ₂ O ₃	P	S	TiO ₂	Izzítási vesztesség
%							
60,73	0,11	0,83	3,41	0,18	0,004	0,19	8,36
64,16	0,10	0,52	1,50	0,13	0,002	0,08	6,29
63,17	0,09	0,92	1,01	0,10	0,009	0,03	7,84

A mágnesvasérc fogalmával rendesen egybeesik annak nagy vastartalma. Vannak azonban kisebb vastartalmú ércék, melyekben a vas mágneses érc alakjában van jelen, azokat mágneses szeparációval dúsítják s így kohósításra alkalmasabbá teszik. Ilyenek :

Mágneses homokérc

Érctelepek lepusztulásából keletkezett üledékes származású ércelőfordulások.

Az olasz partvidék nyugati részén sok helyen található az ú. n. homokérc, melyeket mágneses dúsítás után kohósításra felhasználnak.

Új-Zéland partvidékein mágneses homokérc nagy mennyiségben fordul elő, melynek Fe-tartalma 50%, TiO₂-tartalma 10%, és V-tartalma 0,4%.

»Taconite« érc

A mágneses vasércfajtákhoz tartozik az USA-ban a Felső-tó vidékén igen nagy mennyiségben előforduló »taconite« érc. [5]

Ez 0,8 mm-nél kisebb mágneses vasércszemekből áll, kompakt szilikátos kőzetben finoman elosztott állapotban. Az érc fajsúlya 3,45.

Természetes előfordulásukban vastartalmuk 25—30% között van, tehát közvetlenül kohósításra nem alkalmasak, de megfelelő dúsítással igen.

Az ércet törő és őrlő berendezéseken cementfinomságúra őrlik s azután mágneses szeparáció segítségével vasban dús koncentrátumot kapnak, melyet valamilyen zsugorító eljárással darabosítanak. Különösen a pelletizálás (golyósítás) vált be ezeknél ; tulajdonképpen a pelletizálást ennél az ércfajtánál dolgozták ki, mert igen kis kéntartalma folytán erre különösen alkalmas. A darabosított ércet nagyolvasztóban kohósítják. Például :

31% vastartalmú nyersércet, melyben 25,6% volt a mágneses rész, dúsítottak s a következő koncentrátumot kapták :

64,45% Fe, 0,20% Mn, 8,52% SiO₂, 0,39% Al₂O₃, 0,56% CaO, 0,83% MgO, 0,025% P, 0,002% S, 0,036% TiO₂.

Ha a dúsítást 67—68% Fe-tartalomig folytatják, akkor a kovasavtartalom 3—4% lesz. Mint ilyen, igen alkalmas pelletek alakjában, Martin-kemencében, frissítő érc gyanánt. [6] [9]

b) Vörösvasérc

Hematit. Vegyi képlete Fe₂O₃, vasoxid. A tiszta vasoxid 70% Fe-t tartalmaz, a valóságban a vörösvasérc Fe-tartalma 50—65% között változik.

A tiszta ásvány keménysége 6,5, fajsúlya 5,2—5,3, de az ércek keménysége és fajsúlya ennél kisebb.

A hematit fontos és nagyon elterjedt vasérc, s a vaskohászatban igen nagy jelentősége van. Kovasavtartalma valamivel nagyobb, mint a magnetiteké. Általában mangánszegény és foszfortartalma is kicsi, tehát kis mangán- és foszfortartalmú nyersvas gyártására elsősorban jön számításba. Nem oly kemény, mint a magnetit, s ennél fogva kohósítása is könnyebb, mondhatjuk, hogy a legkedveltebb vasérc.

Színe és külseje a szemnagyságtól függ, s ennek alapján kétféle változatát szokták megkülönböztetni, úgymint a vascillámot és a vörösvaskövet. Azonban sokszor nem lehet éles határt vonni a kettő között, mert azok észrevétlen átmennek egymásba.

Vascillám. Szepkularit

Jól fejlett, durva kristályos, szemcsés, néha palás, pikkelyes halmaz, mely jellegzetesen fémes fényű. Színe vérvörös, karca cseresznyepiros.

Kvarccal elegyedve a kristályospalák övében a vascillámpalát alkotja.

Fontos előfordulása Elba szigetén van s az ottani előfordulás képezi Olaszország kohóiparának legnagyobb alapját. Összetételére példa :

Fe	Mn	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	P	S
%							
63	0,05	6,0	3,5	0,2	0,3	0,01	0,17
61,82	0,18	4,71	—	—	—	0,019	—

Sokszor magnetittel vagy pirittel elegyedik, ilyen előfordulás a svédországi Graengesberg-i (foszforos érc).

A braziliai »itabirit« nevű érc lényegében vascillámpala, mely még magnetitet is tartalmaz

60—66% Fe, 0,1—0,50% Mn, 0,30—5,00% SiO₂, 0,03—0,06% P, 0,01—0,03% S.

Vörösvaskő

Vaskos, tömött, rostos, földes, oolitos halmazok általában nem fémes fényűek. Ennek alapján különböztetünk meg szemcsés vörösvasércet, rostos vörösvasércet, tömött vörösvasércet, stb.

Egyik fajtája, a *vaskobak* (»roter Glaskopf«) vesés, gömbölyded halmazokat alkot, melyek felülete sima, a belső szerkezete azonban sugaras, rostos. Sokszor megállapítható, hogy a vörös vaskobak a barna vaskobakból, azaz a barna vasércből vízvesztéség révén keletkezett.

A vörösvaskövek színe és karca vörös vagy barnászvörös.

Maga az érctömeg alakja igen változatos lehet. A különféle jellegű hematittól, vascillámtól a földes szennyezett tömegekig mindenféle fajtáját meg lehet találni.

A Szovjetunióbeli Krivoj Rog-i előfordulás ércei :

Fe	Mn	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	P	S
%							
64,5	0,04	5,7	2,2	0,02	0,1	0,03	—
62,8	0,21	6,2	2,37	0,57	0,2	0,04	0,09
57,8	0,21	9,8	3,50	0,30	0,2	0,05	—
54,8	0,17	10,6	2,07	0,30	0,1	0,07	—

Az Egyesült Államokban a Felső-tó vidékén Minnesota és Wisconsin államokban vannak nagy érctelepek, amelyek »range« néven ismeretesek. A legnagyobb a »Mesabi range« nevű előfordulás.

Földes vörösvasérc, amely részben barnavasércé alakult át. Bányászata igen egyszerű, tisztán kotrókkal történik.

Vannak kis foszfortartalmú ércek, az ú. n. Bessemer-ércek és nagyobb foszfortartalmú ércek Martin-nyersvasgyártásra. A kettő között a határt az szabja meg, hogy a belőle gyártott nyersvas P-tartalma 0,1%-nál kevesebb, vagy több, tehát az ércekben a határ a Fe-tartalomtól függően kb. 0,045%.

A nagyobb P-tartalmú érceket öntödei nyersvas gyártására használják. Összetételük :

	Fe	Mn	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	P	S
	%							
Bessemer-érc	52,2	0,15	6,96	1,01	0,17	0,15	0,04	0,01
Martin-nyersvashoz	50,6	1,28	8,55	0,88	0,19	0,13	0,12	0,009
Mangántartalmú	45,8	3,67	6,72	2,96	2,81	2,20	0,56	0,15
Foszfortartalmú	51,6	0,18	4,85	2,63	0,18	0,59	0,44	0,07

Spanyolországban a baszk tartományokban vannak hematitiek.

	Fe	Mn	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	P	S
	%							
Santander	56,5	—	4,00	—	—	—	0,09	0,07
Oviedo tartomány	48	0,11	18,50	7,78	0,68	0,41	0,63	0,09

A híres jó minőségű északspanyolországi ércbányák kimerülőben vannak. Jugoszláviában vannak jó minőségű vörösvasérc, mint :

	Fe	Mn	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	P	S
	%							
Prijedor	66,7	4,59	5,84	—	—	—	0,124	0,027
Vares	54,3	2,58	11,20	2,20	1,48	1,74	0,31	0,23
Vares	65,0	0,53	4,14	1,00	0,48	0,26	—	0,04

Fontos előfordulás Észak-Afrika, Tunisz, Algír, Marokkó. Az ércvonulat Tunisztól a tengerparttal párhuzamosan húzódik egészen Spanyol-Marokkóig. A primérec vaspát, amely azonban nagy mélységig hematittá oxidálódott.

	Fe	Mn	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	P
	%						
Djebel Djerissa (T) ...	50—55	2—3	1,5—2,0	0,5	6	1,5—2	0,01
Ouenza (Algir)	50—54	1,5—2	4,5—5,5	0,6	5,5—6,2	1 —1,4	0,01
Zaccar (Algir)	50—54	1,3—1,6	4,5—5	0,6—1,7	4,3—5,6	0,2—0,6	0,02
Rif (Marokkó)	63—64,3	0,1—0,4	4,2—4,6	0,1—1,6	1,6—1,9	0,6—0,9	0,03

Amint látható, az érc kiváló összetételűek. A kis kovásv- és foszfortartalom következtében nagyon alkalmasak frissítő érc gyanánt. [7]

Különleges hematit-féleség az Új-Foundlandi »Wabana« érc, melynek jellegzetessége a nagy foszfortartalom, s ezért ezt az ércet Thomas-nyersvas gyártására használják :

Fe	Mn	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	P	S
	%						
51,9	0,17	11,80	4,00	3,30	0,70	0,90	0,08
54,3	—	8,00	5,80	3,70	1,70	1,03	—
51,55	0,20	11,48	4,86	3,89	1,49	0,94	0,19

Nagy-Britanniában Cumberland és Lancashire vidékén :

Fe	Mn	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	P	S
%							
55	0,17	16,4	1,9	0,6	0,2	0,03	0,06
54,7	0,10	14,0	1,1	1,6	0,7	0,01	0,16

Közép-Svédországban Graengesberg vidékén vascsillámmal kevert magnetit fordul elő, amelynek jellemzője az aránylag igen nagy foszfortartalom. Az ércet elsősorban Thomas-nyersvas gyártására használják fel :

Fe	Mn	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	P	S
%							
58,89	0,15	7,02	1,24	3,6	1,99	0,14	0,011
62,22	0,11	5,06	1,03	2,7	1,47	0,69	0,055

Hazánkban vörösvasérc-előfordulás nincsen.

A Szepes-Gömöri Érchegységben a vaspát teléreibben található. Vajdahunyad mellett Gyaláron fordul elő hematitfeleség.

c) Barnavasérc

Limonit. Vashidrát. Vasoxid több-kevesebb víztartalommal. $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$.

Kristályosan csak a $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$ alakban fordul elő, mégpedig két változatban.

Tűsvasérc. $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$. A kristályok alakja oszlopos, tűs vagy hajszál-szerű, sokszor rostos. Keménysége 5—5,5, fajsúlya 4,3. Színe fekete, a vékony kristályok barnák, a finom szemcsék világosbarnák, sőt egészen sárgák is találhatók.

Rubincsillám. Goethit. $\gamma\text{-Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$. Rombusz kristályokban található. Színe piros, rubinpiros, áttetsző. Keménysége 5, fajsúlya 4,0.

Kohászati szempontból nem számítanak vasércnek.

Barnavaskő

Eredetileg gélalakban keletkezett, mely beszáradt és megkeményedett. Víztartalma s ennél fogva fizikai tulajdonságai is nagyon változnak. Sok idegen anyag van benne s emiatt mind szerkezete, mind színe igen változó. Nagy tömegekben fordul elő, nagy önálló telepeket alkot. Vaskos, szilárd, laza és földes lehet, azonkívül gumókból, babszerű tömegekből (babérc), oolitos alakban, sűrűn egymás mellé illeszkedő gömböcskékből áll. Egyike a legfontosabb és

legelterjedtebb kohósításra alkalmas vasérceknek, kohósítása könnyű, mert igen porózus és vizét hevítéskor könnyen elveszíti. Fe-tartalma 25—55% között szokott lenni.

Sokszor a később tárgyalandó vaspát mállási terméke. A barnavaskő alatt ilyenkor megtalálható a vaspát.

Fontosabb előfordulásai az északspanyolországi Bilbao vidékén vannak. Ez foszforban igen szegény. Nagy barnavasérc előfordulások vannak a Szovjetunióban. Legfontosabbak a Bakal-ércek, átlagban 50—55% Fe-tartalommal, Sigasino-Komarowski-ércek, kb. 40% Fe-tartalommal, Lipezk- és Tula-ércek kb. 45—50% Fe-tartalommal. Igen fontos előfordulás Cuba szigete, innen jórészen az USA-ba exportálják.

Barnavasérc előfordulás van a Gömör-Szepesi Érchegységben. Hazai egyedüli számottevő előfordulás Rudabánya.

A barnavasérc Mn-tartalma rendszeren akkora, hogy acélnyersvasgyártásra mangánércnek adagolása nélkül is elegendő.

Összetétele :

	Fe	Mn	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	P	S
	%							
Bilbao	47,2	1,0	—	0,9	0,3	0,2	0,03	—
Bilbao rubio	53,2	1,32	6,8	2,05	2,3	0,57	0,019	—
Gyalár	44,7	2,29	15,25	0,97	0,32	0,46	0,03	—
Bakal-érc	51,4	1,33	7,0	2,48	1,41	0,89	0,04	—
Vashegyi	39,0	2,1	23,44	5,14	0,0	0,50	0,45	0,11
Alsósajói	38,2	2,75	17,2	5,31	2,29	1,06	0,22	0,46
Dernői	40,7	1,7	11,9	2,30	0,44	0,53	0,04	1,39

Barnavaskobak

Gömbös-vesés darabok, felületük sima, fénylő, karcuk barna.

A Szepes-Gömöri Érchegység számos bányájában található. A legtisztább barnavasérc.

Gyepvasérc

Likacsos, szivacsos limonitfajta, mely nedves réteken vagy homokban gumós konkreciókat, összefüggő telepeket alkot. Bőséges növényi maradványok vannak benne. Általában vasban szegény és foszfortartalma elég nagy. Rendszeren úgy képződik, hogy vastartalmú talajvíz oxigénnel érintkezik. Egy réteg vasokker képződik, mely lassan vastagodik, alulról a víz elszivárog s azután megkeményedik.

Észak-Németország, Dánia, Hollandia, Finnország nedves, homokos rétegeinek mélyedéseiben fordul elő. Nálunk Bagamér és Nagyléta környékén.

Összetétele :

	Fe	Mn	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	P	S
	%							
Holland gyepvasérc	45,0	0,5	19,0	—	0,8	—	1,3	—
Belga érc	34,6	1,2	17,8	1,0	1,35	0,4	4,6	—
Bagamér	22—25	3—6	25—35	—	—	—	1—2,5	—

Tóércék

A svéd és finn tavak fenekén fordulnak elő. A partokon átlag 10 m mélységig 15—30 év alatt 10—15 cm vastag rétegben sötét iszap rakódik le, mely idővel ércé keményedik meg. Homokszemek s más magok körül limonit rakódik le s különböző alakot vesz fel: porérc, babérc stb. Az ércet időnkint kikotorják. Régebben nagyobb gazdasági jelentőségük volt, és különösen Finnországban még ma is évente 100 000 tonnát termelnek belőle.

A tóércék képződését az említett tavakban ma is megfigyelhetjük. Összetétel :

	Fe	Mn	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	P	S
	%							
Svéd tóérc	46,0	2,7	7,1	5,1	0,8	0,2	0,5	—
Finn tóérc	44,3	1,74	13,6	1,86	0,13	—	0,07	—

Minette

Nevét onnan kapta, hogy régebben csak a foszforban szegény érceket termelték ki, s ezeket franciául »mine« ércnek nevezték; a nagy foszfortartalmú érceket pedig, mint hasznavehetetlen érceket a lekicsinylő »minette« szóval jellemezték.

A barnavasérc egyik különleges fajtája a »minette« érc. Ezek oolitos érc, babérc, vagy mint nevezhetjük : ikraköves vasérc, melyek meszes, agyagos vagy kovasavas alapanyagba vannak ágyazva. Apró, néhány mm átmérőjű, inkább ellipszoid, mint gömbalakú szemcsék halmaza, melyek lényegileg limonitból állanak. A minette-érc gömböcskéi koncentrikus héjakból vannak összetéve, belsejükben idegen anyagból, rendszeren kvarcyszemcséből álló mag van.

Tengeri eredetű vasérc. Sekély tengerekből ülepedett le. Előbb a negatív töltésű kovasavszemcsére ráakódott a pozitív töltésű vashidroxid, azután megint negatív töltésű kovasav s erre ismét pozitív töltésű vashidroxid s így tovább. Innen ered a koncentrikus, gömbhéjas szerkezet. A gömböcskék egy ideig a vízben lebegtek. Az alapanyag, melybe be vannak ágyazva, sokszor tartalmaz vasszilikátokat.

Az alapanyag az alsó szinteken inkább kovasavtartalmú s az érc színe barna, fekete vagy zöld, a felső szinteken inkább meszes s az érc színe vörös, sárga vagy szürke. Ilymódon megkülönböztetünk bázisos és savanyú érceket. Bázisos az érc akkor, ha a CaO/SiO_2 viszony nagyobb, mint 1,4, de ez a viszony sokszor a 2-t, sőt a 3-at is eléri. Savanyú az érc akkor, ha ez a viszony 1,4-nél kisebb.

A minette vastartalma általában véve 25—40% között van, tehát a minette a vasban szegény ércekhez tartozik. Mivel azonban a CaO benne gyakran elég sok, bázisos és savanyú ércek keverésével mindig lehet olyan elegyet összeállítani, melyhez nem kell külön meszet adagolni, ezért mégis gazdaságosan kohósítható. Sőt, vannak ércek, melyekben a CaO és SiO_2 az elegy követelményének megfelelő arányban van, »magánjáró«.

Az ércek Al_2O_3 -tartalma 4—8% között változik, mangántartalma a vastartalom 0,5—1%-a.

A minette jellemzője a nagy foszfortartalom, mely rendszeren a vastartalom 2%-a.

Csak a múlt század 80-as éveiben a Thomas-acélgéártás térhódításával jutott óriási jelentőséghez. A Thomas-acélgéártásnál ugyanis fontos a nagy foszfortartalmú nyersvas, mert ennek foszfortartalma szolgál hőfejlesztőül a konverterben.

Bizonyos hátránya az ércnek, hogy dúsitását eddig megoldani nem tudták.

Az érc keménysége nem nagy és mindig kisebb mint a mészkeő. A kohósításnál az olvasztóban könnyen szétpattan s azért csak aránylag kisebb olvasztókban kohósítják.

Legnagyobb és legfontosabb előfordulása a Lotharingia—luxemburgi francia határ mentén van. Az előfordulás észak—déli irányban kb. 60 km, kelet—nyugati irányban kb. 15—30 km, tehát kb. 1500 km^2 területű.

Az ércelőfordulás vastagsága 10—55 m, melyet 20—30 m vastag márgaréteg fed, sok helyen azonban egészen a külszínig ér. A meglevő ércmennyiséget 1939-ben 10—11 milliárd tonnára becsülték. Évente eddig maximum 50 millió tonnát fejtettek le.

Mivel bányászása igen egyszerű és olcsó, azért kis vastartalma ellenére jelentős vasipar fejlődött ki közvetlen a bányák közelében. Az érc legnagyobb részét helyben dolgozzák fel, kevés kerül elszállításra, elsősorban Belgiumba és a Ruhr-vidékre. Közlünk néhány összetételt: [8]

	Fe	Mn	SiO_2	CaO	P
	%				
Bázisos : Hayingen	30,9	0,3	7,2	19,4	0,7
Andernay	33,7	0,4	7,7	16,4	0,7
Joudreville	37,1	0,4	6,0	13,8	0,7
Savanyú : Hayingen	35,9	0,3	17,0	7,4	0,7
Bazailles	34,4	0,3	27,2	4,1	0,7
La Mourière...	35,6	0,4	20,4	4,6	0,6

A minettekhez hasonló, foszfortartalmú érc a Kercs-félszigeten előforduló érc. Ez szintén oolitos barnavasérc, de kovasavtartalma nagy, tehát nem »magánjáró« érc. Nagy előfordulások vannak belőle. Összetétel:

Fe	Mn	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	P	S
%							
39,5	0,38	19,6	5,36	1,21	1,13	1,1	0,2
42,2	0,51	16,5	6,35	0,94	0,72	1,24	0,4
37,5	0,64	19,4	6,27	1,93	0,91	1,02	0,7

Ha a barnavasérceket izzítjuk, akkor szétesés mellett vizüket elveszítik, vörös vasércké alakulnak át, ezért a barna vasérc között sokszor találunk Fe₂O₃ szemcséket. Régebben ezért a kisebb faszenes olvasztóknál a barna vasérceket is pörkölték, hogy víztartalmuktól megszabadítsák.

d) Vaspát

Sziderit. Vaskarbonát FeCO₃ = FeO · CO₂. Kristályos szerkezetű, nagy tömegekben fordul elő. Törése egyenetlen, gyengén kagylós. Színe sárgásfehér, fehéresszürke, sárga. Keménysége 4—4,5, fajsúlya 3,7—3,9.

A tiszta vaskarbonát (FeCO₃), elméleti vastartalma 48,2%, de mivel az érc szennyezőket is tartalmaz — kevés mangánkarbonátot és mészkarbonátot s sokszor elég kovasavat —, ezért a vastartalom a nyersércben a 40%-ot nem szokta meghaladni.

Pörkölés, vagyis a szénsav kiűzése folytán a vastartalom eléri az 50%-ot is. Evvel súlya — az elszálló CO₂ és víz következtében — 25—30%-kal csökken.

A vaspátok jellemzője, hogy mangántartalmuk mindig nagyobb, mint az előbb említett vasércké s azért elsősorban acélnyersvas gyártására használják fel, mivel ezen nyersvasban a mangántartalom elég nagy szokott lenni. Öntödei nyersvas gyártására, mivel ezekben a mangán felső határa elég kicsi, nem használhatók. A mangán az ércben mangánkarbonát, rhodochrosit alakban van.

Igen fontos vasérc. Egyik legfontosabb előfordulás a stájerországi Erzberg, ahol 140—200 m vastag telepekben van jelen mészkőbe ágyazva. Fejtése felszíni bányászattal nagy lépcsőkben történik.

A stájerországi Erzberg Ausztria legfontosabb vasércelőfordulása, de mondhatjuk a világ egyik legnagyobb vaspát telepe. Az Erzberg maga egy vaspátvonulat legfontosabb része, amely az északi Alpokon Jenbachnál (Tirol) kezdődik, s Werfen, Admont, Eisenerz, Reichenau vonalában a magyar határ közelében Pittennél végződik.

Az ércek jellegzetessége a kis P-tartalom mellett meglehetősen sok Mn, miért is kiválóan alkalmasak mind Bessemer-, mind Martin-nyersvas gyártására.

Az erzbergi ércek összetétele :

	Fe	Mn	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	P	S
	%							
Nyersércek	38,9	2,1	8,2	2,1	3,1	2,9	0,017	ny.
	33,5	1,9	5,5	1,6	9,0	4,0	0,068	0,26
	32,6	1,9	8,6	3,4	9,6	3,6	0,068	0,23
Pörkölt ércek	51,6	2,0	11,0	2,8	4,1	2,9	0,022	0,07
	44,1	2,61	9,4	1,2	5,8	5,8	0,035	—

Az Erzberg összes biztos, lehetséges és valószínű ércvagyonát 26—35%-os ércekben kb. 250 millió tonnára becsülik. [2]

Az erzbergi ércek CaO- és MgO-tartalma elég nagy, s az ércek összetétele közel esik a »magánjáró« ércek tulajdonságaihoz, kohósításukkor kevés salak képződik. Ebből adódik, hogy pörkölt és zsugorított pátokból készült ércelegy olvasztásakor az osztrák kohók kokszfogyasztása 80%, sőt még ez alatt is van.

További fontos előfordulás Siegerland, továbbá Bilbao (Spanyolország), Vajdahunyad Gyalár, a Gömöri-Érchegységben Rozsnyó, hazánkban Rudabánya.

A vaspát, sziderit az idők folyamán oxidálás folytán elveszti szénsavát és limonittá alakul át. Az átalakulás úgy kezdődik, hogy a sziderit tömegében apró, porszerű limonitszemcsék jelennek meg, majd a limonit mennyisége megnő, s végül a sziderit teljesen limonittá alakul át. A mangánkarbonát különböző mangánoxidá válik.

Azért a barnavasérctelepek alatt rendszeren megtaláljuk a vaspátot. A vaspáttelepek gyakori kísérője az ankerit, mely vastartalmú mészkő. Ez még kisebb baj, mert az ankeritet mészpótlék gyanánt használhatjuk az olvasztóban, de éppen a rudabányai vaspát nagyon szennyezett súlypáttal, barittal (BaSO₄). Összetétel :

	Fe	Mn	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	P	S	BaSO ₄
	%								
Nyers ércek :									
Siegerland	38,9	9,2	—	—	0,7	0,5	ny.	0,03	—
Rudabánya	32,6	1,63	11,8	2,8	8,1	3,24	0,04	—	7,61
Rudabánya szilikátos	26,74	1,67	22,92	7,19	0,69	0,31	0,03	—	12,18
Vajdahunyad Gyalár	38,0	2,21	5,8	1,58	2,57	1,14	0,05	—	—

	Fe	Mn	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	P	S
	%							
<i>Pörkölt érc</i> :								
Siegerland	44,0	9,15	15,8	0,72	1,40	3,28	ny.	0,07
Bilbao	53,4	0,76	12,4	0,42	3,60	3,53	0,02	—

A vaspátok egyéb fajtái:

Szferosziderit

A sziderit egyik fajtája. Az agyagban a vaspát gömb- vagy lencsealakban sokszor elég nagy darabokban rakódik le. Vastartalma rendesen kicsi. A foszfortartalma elég nagy.

	Fe	Mn	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	P	S
	%							
Yorkshire	28,8	0,74	19,1	7,4	2,9	2,3	0,21	0,10
Cleveland (Észak-Anglia)	27,4	0,54	13,5	10,2	0,56	2,4	0,43	0,20

Szénvasérc

Ha a vaskarbonát a széntelepek között keletkezik, illetőleg ülepedik le — rendesen lencsék vagy csomók alakjában —, akkor tetemes mennyiségű szenet is tartalmaz. Előfordul a barnaszénben, de különösen a kőszénben. Szén mellett nagyobb mennyiségű agyagot is tartalmaz.

Legfontosabb előfordulása Angliában van, ahol »black band« a neve. Ott még ma is évente kb. 150 000 tonnát termelnek.

	Fe	Mn	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	P	S	C
	%								
Staffordshire	36,2	2,0	1,9	1,2	2,4	1,4	0,29	—	10,5

Wehrlit

Borsod és Heves megyék határos részén Szarvaskő a lelőhelye ennek az érdekes kőzetnek. Nevét *Wehrle* selmeci tanár tiszteletére kapta. *Szabó* József mutatta ki, hogy a wehrlit nem ásvány, hanem kristályos kőzet, mely több ásvány szemcsés elegye. Jellemzősége a nagy titántartalom. Többször megpróbálták már vasérc gyanánt kitermelni, de előfordulása oly kicsiny, hogy rendszeres bányászata nem gazdaságos.

A wehrlit egymástól elszigetelt pontokon fordul elő Szarvaskő és Apátfalva között.

A wehrlitről később a hazai ércek tárgyalásánál még részletesebben lesz szó.

IRODALOM

1. *Mauritz—Vendl*: Részletes ásványtan. Budapest, 1942.
2. *Einecke G.*: Die Eisenerzvorrate der Welt. Düsseldorf, 1950.
3. *Pavlov M. A.*: Metallurgija csuguna. Moszkva, 1948. Metallurgie des Roheisens, Berlin, 1952.
4. *Klockmann—Ramdohr*: Lehrbuch der Mineralogie. Stuttgart, 1954. 399, 407.
5. Engineering and Mining Journal. 1950. VIII. sz. 81.
6. Aime. Blast Furnace, Coke Oven & Raw Materials. Proceedings, Vol. 7, New York 1948.
7. Stahl und Eisen, 1941. 1141.
8. Stahl und Eisen, 1951. 224.
9. *Longenecker Ch.*: Blast Furnace and Steel Plant 1953, 189.

5. Kis vastartalmú ércek

Az említett vasérceken kívül még számtalan kis vastartalmú érccel találkozunk, amelyeknek azonban a vasgyártás szempontjából mind nagyobb jelentőségük lesz.

Vastartalmuk általában 30%-nál kisebb és közös jellemzőjük, hogy kovásvartartalmuk igen nagy, rendszeren 20%-nál nagyobb. Ezért közvetlen kohósításra nem alkalmasak, mert a szükséges salakbazicitás elérésére sok mészkövet kellene adagolni, a salak mennyisége tehát igen nagy lenne, ennek megolvasztása és folyékonyan tartása tetemes tüzelőt igényelne, a kohósítás tehát gazdaságtalanná válnék. Ezeket az érceket mindig dúsítani kell, vagyis a meddőket annyira leválasztani, hogy a kohóban a normális tüzelőmennyiséggel a kohósítást el lehessen végezni.

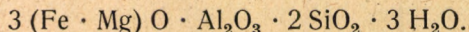
Egyesek földes, tömött halmazokat alkotnak igénytelen külsővel, mások oolitos szerkezetűek barnavasérc oolitokkal, az alapanyag pedig kvarc, agyag és általában kevés mész, és amelyik túlsúlyban van, adja meg az alapanyag tulajdonságait. Általában a leptokloritek csoportjába tartoznak, savak könnyen elbontják s vizüket részben már alacsony hőfokon elvesztik.

Az oolitok szemnagysága 0,25—1 mm. A vas- és kovásvartartalom egymáshoz fordítva aránylik, mennél kisebb a vastartalom, annál nagyobb a kovásvartartalom és fordítva.

Egyesek nagy tömegben találhatók s közvetlenül a tengervízből váltak ki. A vaskohászat szempontjából a legfontosabbak a következők:

a) Chamosit

A chamosit vasoxidulagyagszilikát, egyszerűsített képlete:



FeO-tartalma 36—42%, MgO-tartalma 2—4%. Az Al_2O_3 helyébe részben Fe_2O_3 lép, amely 6% is lehet.

Keménysége 3, fajsúlya 3,0—3,4.

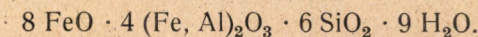
Színe szürkészöld-fekete. Gyengén mágneses.

Egyik legfontosabb előfordulása Csehszlovákiában a pilseni medencében van, ahol a kladnói vaskohászat alapját képezi. Összetétele: [5]

	Fe	Mn	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	P	S
	%							
Nusitz	35,54	0,05	12,52	7,75	3,35	2,28	0,9	0,27
Zditz	32,78	0,05	13,38	13,12	3,42	2,08	0,66	0,35

b) Thuringit (Owenit)

Képlete :



Általában 30—38% FeO és 12—18% Fe₂O₃, 23% SiO₂ tartalmú.

Vaskos tömeg, mely apró pikkelyes vagy apró szemcsés szerkezetű.

Keménysége 2—2,5, fajsúlya 3,2. Színe olívvzöld-sötétzöld.

Előfordulása : Schmidefeld Thüningiában, owenit néven az USA-ban, a Potomac folyó mentén West-Virginiában.

c) Egyéb, a vaskohászat szempontjából fontos szilikátos ércek

Összetétel :

	Fe	Mn	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	P	S
	%							
Szilikátos ércek Czenstochova vidékéről [5]	20,38	0,38	49,30	1,68	2,72	1,35	0,1	0,15
Doggerércek : Wasseraufingen	20,47	0,43	46,95	2,34	3,80	1,00	0,1	0,61
Geislingen	27,70	0,38	27,00	5,20	4,70	1,40	0,25	0,09
Gutmadningen [5]	28,50	0,40	23,00	5,50	9,50	0,60	0,30	0,03
	20,20	0,18	20,00	7,75	12,17	1,79	0,45	0,41

d) Salzgitteri ércek

Közép-Németország területén Hannover—Braunschweig vidékén nagy tömegben előforduló ércek, melyek kohósítására kísérletek folynak. Összetételük : [7]

	Fe	Mn	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	P
	%						
3. sz. Fortuna	25,11	—	34,31	11,11	2,65	0,80	0,27
2. sz. Fortuna	33,90	0,24	25,35	8,81	1,70	1,86	0,34

Az ércék ásványtani szerkezete a következő :

- a) Ércdarabok 0,5 mm-től több cm nagyságig.
- b) Barnavasérc oolitok.
- c) Alapanyag, amelybe az előbbi kettő be van ágyazva.

Az ércék feltárása szempontjából nagyon fontos az alapanyag szerkezete és összetétele. Ez azonban nagyon különbözik, aszerint, hogy az ércék a mélységből származnak-e, tehát elsősleges, vagy pedig a felszínről származó, már oxidált ércék.

Az elsősleges ércék alapanyaga kvarc, chamosit, agyag és általában kevés mész. Ez az alapanyag vízben felduzzad s az érc alkatrészeire esik szét, iszapolható. Ezen alapszik ezen ércék nedves feltárása.

A barnavasérc oolitok nagysága 0,1—0,8 mm, alakuk kerek vagy elliptikus, stb. Vashidrogél-héjak alkotják, amelyek olykor barnavasérc vagy szferosziderit mag körül képződnek.

A mélységbeli elsősleges ércék átlagos összetétele :

27,4% Fe, 30,8% $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3$, 6,1% CaO.

Ebből a vízben történő feltárással kapott 0,5—1,0 mm nagyságú szemrészek — amelyek mindig a legtöbb vasat tartalmazzák —, összetétele a következő :

44,2% Fe, 13,3% $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3$, 2,7% CaO.

Amint látható, jelentékeny dúsítás érhető el.

A külső ércék alapanyaga az oxidáció folytán kolloidális vashidroxiddal átszőtt alapanyag chamositjának anyaga, a ferroszilikát pedig, amely az agyagrészeket átszövi, összeköti, ferrohidrátgéllé oxidálódott. Az ilyen alapanyag vízben nem duzzad fel, nem esik szét, tehát iszapolással nem választható le.

A külső ércék összetétele átlagban :

29,9% Fe, 32,6% $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3$, 6,1% CaO.

A vízben történő feltárással kapott 0,5—1,0 mm nagyságú szemrészek összetétele :

33,7% Fe, 29,7% $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3$, 3,6% CaO.

Tehát a vizes feltárás a fentebb említett okok miatt nem járt nagy eredménnyel.

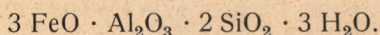
A tiszta oolitok összetétele :

	Mélységbeli ércben	Felszíni külső ércben
	%	
Fe_2O_3	71,57	72,93
FeO	1,46	0,84
Összes Fe	51,24	51,04
MnO	0,54	0,57
SiO_2	5,09	4,44
Al_2O_3	11,96	5,26
CaO	0,14	0,41
MgO	1,66	0,84
P_2O_5	0,72	0,76
H_2O	1,24	1,81

Az oolitok jellemzője, hogy bennük az Al_2O_3 mindig több, mint az SiO_2 , vagyis bennük szabad agyaghidrogélnak kell lenni agyag-kovasavgél mellett.

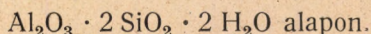
Az ércек vegyi összetételéből azok ásványtani összetételét a következőképpen számítják át.

1. Az összes Fe_2O_3 -t barnavasércnek veszik $2 \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$ alapon.
2. Az összes FeO -t chamositra számítják a következő képlet szerint :



3. Az összes MgO -t dolomitra számítják, a fennmaradt CaO -t pedig CaCO_3 -nak veszik.

4. A chamosit után fennmaradt Al_2O_3 -t kaolinnak veszik :



5. A fennmaradt SiO_2 -t szabad kvarcnak veszik.

Szemnagyság szerinti osztályozásnál azt találták, hogy a 0,5—1 mm szemnagyságúakban legtöbb a vas, mely abból adódik, hogy ebbe a szemnagyságba esnek az összes oolitok, amelyek tudvalevőleg a leggazdagabbak vasban. Ez a szemnagyság az összes érc 24%-a, és vastartalma 44%-nál több. Az ércfeltárásnak és dúsításnak erre kell alapulnia.

e) Ilmenit

$\text{FeO} \cdot \text{TiO}_2 = \text{FeTiO}_3$. Titánvasérc. Romboéderes kristályokban fordul elő. Kőzetalkotó ásvány. Keménysége 5—6, fajsúlya 4,5—5.

Nevét az Ilmen-hegység után kapta, amely az Ural-hegység egyik ága.

Színe vask fekete, kissé szürkés vagy barnás árnyalattal. Karca fémes fényű, fekete, igen finom pora sötétbarna, gyengén vöröses, ibolyás árnyalattal.

Nagy mennyiségben található Egersund mellett, Norvégiában, Észak-Svédországban sokszor a magnetit mellett. További nagy előfordulása St. Urbain Canadában, Wyoming államban U. S. A.-ban. Nálunk a szarvaskői wehrlitben találjuk meg.

Újabban nagy jelentőségű az acélgártásban és az öntészetben fontos titán-ötvözetek gyártásánál, valamint a gyárilap különféle ágában mindjobban elterjedő fém-titán kinyerésénél.

IRODALOM

1. Mauritz—Vendl : Részletes ásványtan. Budapest, 1942.
2. Einecke, G. : Die Eisenerzvorrate der Welt. Düsseldorf, 1950.
3. Pavlov, M. A. : Metallurgija csuguna. Moszkva, 1948. Metallurgie des Roheisens. Berlin, 1952.
4. Klockmann—Ramdohr : Lehrbuch der Mineralogie. Stuttgart, 1954. 409.
5. Stahl und Eisen. 1940. 26.
6. Stahl und Eisen. 1939. 502.
7. Mitt. Eisenforsch. Inst. 1924. Band V. 79.

6. Lateritek

A vasércек különleges fajtája a lateritek. Érdemes róluk megemlékezni, mert érdekes kohászati problémát vetnek fel. Úgyszólván kizárólag a meleg- és forróövbén találhatók és ott igen nagy mennyiségben. Keletkezésüket illetőleg bázikus és vastartalmú eruptív kőzetek, amelyek azonban a forróövi esőzések és a meleg napsugár állandó változása folytán elmállottak, a kovasav és a magnézia jórészen elmosódott, a kőzet pedig vasban és Al_2O_3 -ban dúsult.

Az érc a vörösvasércек osztályába tartozik. (»Later« a latinban téglát jelent s ennek vörös színétől kapta az érc a nevét.) Vastartalmuk, mint látni fogjuk, elég nagy, kovasavtartalmuk kicsi és foszforban szegények, tehát meglenne mindazon jó tulajdonságuk, amit a vasértcól kívánunk. Sajnos azonban tetemes mennyiségű krómot tartalmaznak és nem tekintve bizonyos öntödei nyersvasfésleéseket, normális nyersvasgyártásra nem alkalmasak, mert a króm a nyersvasba redukálódik s az acélglyártás folyamán onnan teljesen ki nem frissíthető.

A világ két legnagyobb ismert előfordulása Cuba szigetén Mayari mellett és Nyugat-Afrikában Kaloum félszigeten Conakry mellett van. Összetételüket jellemzi az alábbi pár példa:[2]

	Fe	Mn	MnO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	P	S	Cr
	%							
Mayari	46,03	0,56	—	5,50	10,33	0,1	0,66	1,7
Conakry	54,94	0,17	—	3,20	3,91	0,02	—	1,16
Conakry	51,73	0,22	—	2,25	6,14	0,04	—	1,73
Conakry	51,5	—	0,1	2,5	9,8	0,06	—	1,25

Ezenkívül még kevés nikkelt is tartalmaznak (0,02—1,0%).

Lateritek találhatók még egész Közép-Afrikában, Belga-Kongóban, Szudánban, Indiában, a Fülöp-szigeteken, Brazíliában, Kínában stb.

Ha meggondoljuk, hogy egyedül Conakry mellett kb. 3,6 milliárd tonna érc van, amelyben mintegy 40 millió tonna fémkróm van, ami a világ krómszükségletét kb. 40 évre fedezni tudná, akkor belátható, milyen nagy fontossága van a nyersvas krómtartalmától való megszabadításának. Ilymódon egyrészt a nyersvasat normális felhasználásra alkalmassá tesszük, másrészt a krómot belőle kitermeljük. A kísérletek ebben az irányban folynak.

Az eddig már biztosan feltárt mennyiségeket kb. 20 milliárd tonnára becsülik, míg a valószínű mennyiség ennél is nagyobb lehet.

IRODALOM

1. Einecke, G.: Die Eisenerzvorräte der Welt. Düsseldorf, 1950.
2. Scheibe, E. A.: Stahl und Eisen. 1954, 215/219.

7. Magyarországi vasércelőfordulások

a) Rudabánya

Rudabánya ma Magyarország legnagyobb és legfontosabb vasércelőfordulása. Az érctelep Rudabánya, Felső- és Alsótelekes és Szuhony községek között ÉÉK—DDNy irányban kb. 4,5 km hosszúságban és több száz méter szélességben terül el.

Elsőleges ásványok

A bánya elsőleges ásványa a sziderit és ankerit, amelyek a tektonikailag erősen összetöredezett guttensteini dolomit metasztatózisa révén keletkeztek. A finomszemcsés ásványok közé bárium-szulfátot és kovásvat hozó oldatok nyomultak, s az ezekből kivált barit és kvarc közöttük lerakódott és azokat össze cementálta.

Az érctestek több sorban egymás felett helyezkednek el, és — különösen a vonulat déli részén — hatalmas, több ezer tonnás összefüggő tömegeket képeznek, míg észak felé az érctestek jobban eldaraboltak és egymás felett nem is ismétlődnek.

A sziderit világos-sötétszürke, aprószemű, szemnagysága néhány mm és 0,02 mm között változik.

Az ankerit tulajdonképpen vastartalmú mészkő, igen változó vastartalommal.

A sziderit és ankerit között, mint említettük, változó összetételű barit helyezkedik el s ezenkívül az érc-tömegek kvarccal átszőttek.

A bányaterület különböző pontjaiból származó primér ércek elemzése a következő eredményeket mutatja: [3]

	Fe	Mn	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	BaO	CO ₂	P	S
	%									
Sziderit	26,2	1,9	14,4	1,9	0,12	5,23	8,7	28,1	—	0,7
Sziderit	27,7	2,63	9,1	3,9	3,82	6,03	0,4	28,5	—	3,1
Sziderit	23,2	2,32	28,4	3,7	4,17	3,62	1,5	25,0	—	2,0
Ankerit	19,7	ny.	1,4	2,8	19,1	12,2	—	37,6	—	—
Vasas dolomit	5,2	0,5	0,8	0,4	28,8	17,4	—	44,2	—	—

A karbonátos érceket vékony erekben szövö át a barit, egyes helyeken azonban jelentős mennyiségben magában is előfordul, s éppen ez a változó barittartalom okozza a nagy nehézségeket a kohósításnál. A barit kéntartalma miatt is súlyos gondot okoz.

A barit — ózdi laboratóriumi kísérletek szerint — csak nagy hőfokon, vasoxidos vegyületeivel keverve oxidáló atmoszférában 1050—1100° hőmérsékleten bomlik el és átalakul báriumoxiddá, elveszíti kéntartalmát, amely SO₂ alakban elszáll. Ezért nem vezettek eredményre az ennél alacsonyabb hőmérsékleten végzett pörkölő eljárások, mert a baritot nem sikerült elbontani. A felbontatlan barit a nagyolvasztó redukáló atmoszférájában nem változik át

bariumoxiddá, hanem mint bariumszulfid a salakba jut, ami teherterhelés a kohósításhoz, mert csak a salakot szaporítja, de nem növeli a salak bazicitását.

Az alábbiakban közöljük kvarcos és tiszta barit összetételét : [3]

	BaO	Fe ₂ O ₃	MnO	SiO ₂	CaO	SO ₃
	%					
Kvarcos barit	32,3	5,9	1,4	40,6	0,72	18,9
Barit	63,1	0,8	—	0,4	1,07	34,3

A szulfidos ércek közül az első helyet foglalja el a pirit és a — sajnos réztartalmú — kalkopirit.

A másodlagos vagy oxidációs öv ásványai

A másodlagos vagy oxidációs öv fő ásványa a barnavasérc, limonit. Földes, okkeres, többé-kevésbé szennyezett, az ideális »Glaskopf«-tól minden átmenetben előfordul. Az eredetileg szideritelőfordulás a légköri hatások következtében főleg limonittá alakult át, de ritkábban vörösvaskó és vascsillám is előfordul.

A század elején a telep felső szintjeiből termelt vasban dúsabb limonit átlagos összetétele *Hahn Károly* szerint :

49,06% Fe, 2,91% Mn, 10,1% SiO₂, 2,24% Al₂O₃, 1,4% CaO
1,0% MgO, 0,02% P, 0,09% Cu.

Az érc tehát abban az időben dús érceknek volt minősíthető. A szállítási költségekben elérhető közel 20%-os megtakarítás céljából azonban mégis pörkölték.

A felső szintek fokozatos lefejtésével a limonitkészlet állandóan csökkent, és csökkent annak vastartalma is.

Az ózdi laboratórium elemzési adatai szerint a 105 C°-on szárított vegyes limonit összes Fe-tartalma átlagban :

1908-ban 44,84%,
1909-ben 42,80%,
1914-ben 39,72%,
1939-ben 36,00%,
1945-ben 32,00% volt.

Manapság a limonit átlagos Fe-tartalma 31—32%, a sziderit 22—23%.

Az elsősorban együtt előforduló vas és mangán az oxidációs övben elválhat egymástól és megtaláljuk az önálló, másodlagos mangánásványokat is, így elsősorban a ragyogó, finomtűs kristályos piroluzitot, továbbá a psilomelánt s ezzel együtt a lágy sugaras-gömbös wad nevű mangánoxidot.

A rudabányai érctelep tehát igen változó összetételű, s ez okozza a közvetlen kohósítás nehézségeit. Ezért kell a rudabányai érceket kohósításra megfelelően előkészíteni. Különösen fontos ez azért, mert a felső szintek fokozatos lefejtésével csökken a limonitkészlet s ezzel arányban nő a sziderit mennyisége.

A rudabányai ércék réztartalma

A rudabányai ércék különleges sajátossága azok aránylag nagy réztartalma. Mivel a réz a kohósításnál könnyű redukálhatósága folytán átmegy a nyersvasba, s az acélgyártás folyamán nem salakosítható el, az acélban sokszor több lesz a réz a megengedettnél. A réz ugyan az acél korrózió-ellenállását kissé javítja, azonban általában káros hatással van mind a meleg, mind a hideg képlékeny alakításra.

Ez a magyarázata, hogy a rudabányai ércekből termelt nyersvas, illetőleg acél gyakran elég sok rezet tartalmaz, s ezért a rudabányai érceknek az elegyben történő felhasználása csak korlátozott mennyiségben lehetséges.

Rudabánya a XIV. és XV. században virágzó bányaváros volt, ahol a bányászat nem vasérc, hanem rézérc termelésére irányult. Erre mutat a bánya neve is. (Rude = érc.) Tudvalevőleg a középkorban érc alatt mindig a rezet értették.

A termésvéz igen gyakori volt Rudabányán, de a különféle réztartalmú ásványokban még ma is igen gazdag változatokat találunk.

Az elsőleges rézérc között előfordul a réz legelterjedtebb ásványa, a kalkopirit (CuFeS_2) és a bornit vagy tarkarézc (Cu_5FeS_4) s az ezek átalakulásából keletkezett kalkozin (Cu_2S) és a covellin (CuS).

A kalkozin, illetőleg a covellin oxidációjának terméke a kuprit vagy vörösvéz (Cu_2O), de megtalálható a limonitba beágyazott apró gömböcskék alakjában a tenorit (CuO) is.

Ilyen karbonátokban gazdag lelőhelyen igen gyakori az azurit vagy rézlazur ($2\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu(OH)}_2$) és a malachit ($\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu(OH)}_2$) előfordulás.

Az elsőleges övezet különleges rézásványa még a tetraedrit vagy fakóérc, amely többnyire réz és antimon szulfidjainak izomorf elegye. Képlete gyakran változik.

Amint láthatjuk, a rézásványok elég sok változatban megtalálhatók, sajnos nem olyan mennyiségben, hogy azok bányászása érdemes lenne, de elegendő mennyiségben, hogy mint szennyezők az érc felhasználását károsan befolyásolják.

Kis mennyiségben még a következő ólomásványok is megtalálhatók: galenit (PbS), cerusszit (PbCO_3) és az anglezit (PbSO_4).

Egyéb ércásványok még a szfalerit (ZnS) és a cinnabarit (HgS), de ezeknek jelentőségük nincs.

A rudabányai ércen kívül számottevő más vasércelőfordulásunk nincsen, mégis ismertetjük kisebb vasércelőfordulásainkat, már azért is, mert ezek egyikéről-másikáról az utóbbi időben több szó esett, és mert érdekes kohósítási problémákat vetnek fel.

b) Szarvaskő

A Bükkhegység déli lejtőjén Egertől északra Szarvaskő határában wehrlit nevezetű kőzet fordul elő, amelynek két fő ásványa a vanádiumtartalmú magnetit és ilmenit. A kőzet sűrű szövetű és fekete színű. A wehrlit elszigetelt pontokon Szarvaskő és Bélapátfalva között fordul elő.

A wehrlit érces ásványai között az ilmenit a legfontosabb, s ennek térfogat-százaléka a wehrlitben Papp Ferenc szerint 10—32%, míg a magnetit 2—20%.

Ezek mellett még kevés hematit, pirit, kalkopirit és pyrrhotin is található benne. Ércekben gazdag minták elemzéseinek eredménye :

Fe	Mn	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	P	TiO ₂
%							
27,0	0,4	21,35	9,8	1,98	13,96	0,01	9,32
29,1	0,2	26,25	3,21	4,77	10,87	0,001	9,36
32,2	0,4	22,72	3,65	1,79	12,41	0,04	8,52

A wehrlitnek értékes alkatrésze fentiekén kívül a vanádium. Különböző helyekről és időkből származó elemzések szerint a vanádiumtartalom az 1%-ot is meghaladja. A szarvaskői wehrlit-előfordulásnál megvan a földtani előfeltétele annak, hogy vanádiumdúsulások mutatkozzanak, s az érc vanádiumtartalma még ennél nagyobb értéket is elérjen.

Földtanilag és áványtanilag az ércelőfordulást még nem tárták fel kellően. Régebben az ércvagyont több millió tonnára becsülték, *Schmidt Eligius* szerint azonban csak kb. 260 000 t ércvagyonra lehet számítani.

A szarvaskői wehrlit, mint vasérc az előfordulás jelentéktelen volta miatt nem jön számításba, de mint titánércnek lehet jelentősége, ha dúsítják.

Visnyovszky szerint a dúsítás lehetősége megvan. Redukálás és mágneses szeparálás után a titán együtt dúsul a vassal; ílymódon 35—45% vas- és 25—35% TiO₂ tartalmú koncentrátum termelhető, ami megközelíti az ilmenit összetételét s így titántermékre a bevált módszerek egyikével feldolgozható.

c) A bagaméri érc

A Nagyléta határában előforduló ú. n. bagaméri vasérc jellegzetes gyp-vasérc. Összetétele átlagban : [6]

22—25% Fe, 3—6% Mn, 25—35% SiO₂, 1—2,5% P.

Összetétele nem kedvező. Acélnyersvasgyártáshoz sok benne a foszfor, öntödei nyersvashoz pedig sok benne a mangán. Az előfordulás mennyisége is aránylag kicsi, mintegy 70 000 tonna, tehát alig jöhet számításba. Figyelemre méltó benne a foszfor. Ha valamilyen kohászati eljárással, pl. savanyú olvasztással mellőle a mangánt leválasztjuk, akkor olyan foszfortartalmú átmeneti vasat kaphatnánk, mely öntödei nyersvas-elegyben fedezhetné a hiányzó foszfort.

d) Egyéb kisebb előfordulások

Az említett előfordulások mellett egyéb hazai vasércelőfordulásoknak a vaskohászat szempontjából jelenleg még nincs jelentősége. Az ércek nem nagy, tömör előfordulás alakjában jelentkeznek, hanem rendszeren szétszórta s oly kicsi mennyiségben, hogy kihasználásuk minden valószínűség szerint nem lenne gazdaságos. Itt említendőek :

Martonyi

Észak-Borsod megyében fekszik. Az előfordulás nagyon hasonlít a rudabányaihoz. Szintén guttensteini dolomitból metasztatikusán alakult ankerit, illetve ennek mállása révén keletkezett limonit. A limonit többé-kevésbé mangántartalmú, földes barnavasokker. Szulfidos kíséri a pirit, kalkopirit és tetraedrit.

Tornaszentandrás

A Tornaszentandrás határában fekvő Osztramos-hegy érdekes barlangérc. Vasas mészkő mállása következtében keletkezett a barlang járataiban felhalmozott barna-vasokker, amely átlagban 35% vasat tartalmaz.

Szendrőlád

A községtől keletre kutatás közben több alkalommal bukkantak kisebb limonit fészkekre, amelyek egyike-másika szemmel láthatólag nagyobb mangántartalmú. Van olyan limonit, amely kb. 23% Fe-tartalom mellett kb. 15% mangánt tartalmaz.

Uppony. Nekézseny

A Bükkhegység északnyugati peremén Uppony és Nekézseny között kisebb limonit előfordulások találhatók, melyeket a múlt század közepéig kis üzemben fejtettek. Ez a régi bükki kohászat vasércbázisa volt, de valószínűleg lencsés előfordulás, tehát kiterjedtebb ércvagyonra nem enged következtetni. A bányászatot azóta abba is hagyták.

Mád

Az Eperjes-tokaji hegyvonulat déli részén helyenként fellelhető, erősen kovasavas érc, összefüggéstelen települést mutat. A limonit nem karbonátos ércnek mállásából keletkezett, hanem a $\text{Fe}(\text{OH})_3$ vastartalmú forrásvizekből rakódott le gél alakban, hogy azután nagyobb tömegű tiszta limonittá tapadjon össze.

Az eddig megbecsült mennyiség olyan kicsi, hogy kiaknázása nem lehet gazdaságos.

Zengővárkony

Baranya megyében Pécs közelében fordul elő limonit. Nagyon hasonlít a mádi előforduláshoz. Érdekessége az ércnek, hogy bázisos természetű, 34% kovasav mellett 6—10% kalciumoxidot tartalmaz, Fe-tartalma kb. 32—36%.

Mennyisége korlátolt, bár tiszta barnavasércről van szó, amelyet még csak dúsítani sem kellene. A pécskörnyéki kőszénbányászat megindulásakor, a 19. század ötvenes éveiben ezt az ércet is bányászták.

IRODALOM

1. Papp Károly: A magyar Birodalom Vasérc- és Kőszénkészlete. Budapest, 1915.
2. Pantó Gábor: Szerkezeti és ércképződési megfigyelések a rudabányai vasércvonalon. M. Áll. Föld. Int. Évi jelentése. B. Vol. X. 1948. 77.

3. Dr. Koch Sándor, dr. Grasselty Gyula és Donáth Éva: Magyarországi vasércelőfordulások ásványai. Közlemények a Szegedi Tudományegyetem Ásvány-kőzettani Intézetéből. 1950.

4. Szele Mihály: A hazai ércek feldolgozásának lehetőségei. A Magyar Tudományos Akadémia Műszaki Osztályának Közleményei. 1951. I. 1. sz. 319.

5. Vécsey Béla: A rudabányai érc előkészítése. A Magyar Tudományos Akadémia Műszaki Osztályának Közleményei. 1951. I. 1. sz. 331.

6. Visnyovszky László: Kisebb mennyiségben előforduló vasszegény érceink feldolgozása. A Magyar Tudományos Akadémia Műszaki Osztályának Közleményei. 1951. I. 1. sz. 353.

8. A világ vasérckészlete

Könyvünk elején az I. A. 3 d. fejezetben tárgyaltuk a különféle szempontokat, amelyek szerint az érckészleteket csoportosítani szokták. Ezek sokfélesége teszi nehezzé a világ érckészletének pontos megállapítását s ezért van az, hogy a világirodalomban oly eltérő számokkal találkozunk. Ehhez járul még, hogy egyes államok bizonyos okokból nem mindig közlik legutolsó kutatásaik eredményeit.

Jelen összeállítás a következő szempontok szerint történt.

a) Biztos ércvagyon alatt értjük a látható, pontosan felmérhető és fejtésre érdemes érceket.

b) Valószínű ércvagyon az, amelyik biztosan becsülhető és fejtésre érdemes.

c) Lehetséges ércmennyiség az, amelyik nehezen becsülhető, vagy ha látható és pontosan felmérhető is, de fejtese valami ok miatt nem érdemes. Pl. olyan szennyező jelenléte, amely a kohászat mai állása szerint nem távolítható el vagy a telep oly messze esik forgalmi utaktól, hogy csak igen nagy beruházások árán lehetne megközelíteni.

Hangsúlyoznunk kell, hogy vasércen kizárólag a természetben előforduló olyan vasvegyületeket értünk, amelyek közvetlen kohósítása elméletileg lehetséges, s oly nagy mennyiségben fordulnak elő, hogy bányászatuk érdemes.

Tehát sem a különböző kovandók, sem a piritpörk, vastartalmú bauxitok, vörösiszap, vaskohászati salakok, vastartalmú melléktermékek nincsenek a felsorolásba felvéve.

Ezek előrebocsátása után a világ vasérckészletét Einecke[1] szerint a következőkben adhatjuk meg.

Biztos és valószínű ($a + b$) érckészlet kerekén 95 milliárd tonna.

Lehetséges (c) érckészlet 435 milliárd tonna.

A megadott mennyiség földrészek szerint a következőképpen oszlik meg milliárd tonnákban.

	Biztos és valószínű	Lehetséges
Európa	27,9	263,2
Ázsia	19,2	17,4
Afrika	15,6	31,6
Észak- és Délamerika	30,9	122,2
Ausztrália	1,0	1,1
Összesen	94,6	435,5

Hogy Európa bizonyos szempontból az első helyen van, az abból adódik, hogy Európa van földtanilag ma legjobban feltárva, itt már nagyobb eddig

nem ismert új telepekkel számolni alig lehet. Evvel szemben, hogy mást ne mondjunk, Ázsiában a nagy Kínai Birodalom, Brazília őserdei vagy Afrika belseje geológiailag feltárva alig van ; továbbá olyan ércelőfordulások nincsenek felvéve, amelyek Európában fontossággal bírnának, ott azonban vagy összetételük, vagy pedig fejtési vagy szállítási nehézségek miatt egyelőre nem jöhetnek számításba. Idővel azonban a megadott sorrend bizonyosan lényegesen meg fog változni.

A 435 milliárd tonna lehetséges ércvagyonba van beszámítva az U. S. A. Felső-tó vidékén nagy mennyiségben található »takonite« érc, amelynek kohósításra alkalmassá tétele folyamatban van, és amelyről könyvünkben részletesen beszéltünk.

A megadott 435 milliárd tonnába vannak besorozva továbbá a Szovjet-unió európai részén nagy mennyiségben található vaskvarcitek (30—35% Fe, 30—40% SiO₂), amelyek kohósítása egyelőre nincs tervbevéve, de a lehetőségeket vizsgálják.

A takonite és a szovjet vaskvarcitek mennyisége magukban kb. 380 milliárd tonna.

Nincsenek azonban számításba véve a Délafrikában nagy mennyiségben előforduló vaskvarcitek (20—25% Fe, 20—30% SiO₂), amelyek mennyiségét kb. 1650 milliárd tonnára becsülik s amelyek kohósítása egyelőre a közeljövőben nem jön számításba. Egyelőre ott sok jobb ércet találnak, s nem szorulnak rá.

Ércfajták szerint a megadott mennyiség a következőképpen oszlik meg milliárd tonnában:

	Biztos és valószínű	Lehetséges
Mágnesvasércfajták	24,2	30,2
Vörösvasércfajták	33,7	356,5
Barnavasércfajták	1,3	20,3
Oolitos ércék	13,5	17,5
Lateritek	20,0	10,0
Vaspátok	0,5	0,4
Egyéb vasércfajták	1,3	0,1
Összesen	94,5	435,0

Az acélgyártás szempontjából fontos tudni, hogy a megadott 94,5 milliárd tonnában foszfortartalmú, tehát Thomas-acélgyártásra alkalmas ércmennyiség kb. 27 milliárd tonna, vagyis kb. 28%. Érdemes megemlíteni, hogy a feltárt foszfortartalmú ércék jó része Európában van. Ilyen ércék előfordulási helye az északsvédországi Kiruna-Loussavara, Kercs, Lotharingia, Normandia, Bretagne és Anglia. Ez a tény Európára nagy jelentőséggel bír, mivel a Thomas-acélgyártás a legolcsóbb acélgyártási eljárás, s a melléktermékként kapott Thomas-salak az európai mezőgazdaság számára fontos műtrágya.

A világ nyersvastermelését ma kb. évi 200 millió tonnára becsülhetjük, ami átlagban 40%-os érckihozatal mellett évente 0,5 milliárd tonna ércet tesz szükségessé. Az összeállításban megadott 95 milliárd tonna biztos és valószínű ércvagyon tehát a világ vasércszükségletét a mai fogyasztás mellett is 190 évre, a lehetséges ércvagyont is beszámítva, az ércszükségletet további 870 évre biztosítaná. Ebből következik, hogy a világ vasellátása még növekvő felhasználás mellett is sok századra biztosítva van, s ha számba vesszük az összeállításban elő nem forduló, a mai kohászati fogalmak szerint még gazdaságosan

nem kohósítható vaskvarcitokat és mindazon vasércmennyiségeket, amelyeket még nem ismerünk, akkor nyugodtan állíthatjuk, hogy a világ vasszükséglete még igen sokáig biztosítva van. A vaskorszak még sokáig megmarad.

Természetesen a felhasználás mindjobban a kisebb vastartalmú érc felé fog eltolódni, tehát az ércelőkészítés és dúsítás mind nagyobb jelentőségre fog szert tenni. A nagy vasipari államok, annak ellenére, hogy még elegendő jóminőségű érccel rendelkeznek, már komolyan foglalkoznak a kisebb vastartalmú érc kohósításának lehetőségével.

Másik fontos tényező a kohóművek telepítésének helye. Az új telepek feltárásával kétségtelenül el fognak tolni a kohászati központok is. Ezt látjuk már a Szovjetunió ázsiai részében, Dél-Afrikában, Dél-Amerikában, Ausztráliában, ahol új vasipari telepek létesülnek. Ez azonban összefügg a kokszolható széntelepek, vagy pedig az olcsó villamos energia kérdésével.

Másrészt az új érctelepek szükségessé teszik, hogy azokat megfelelő út- és vasúthálózattal a világ vérkeringésébe bekapcsoljuk, tehát az újonnan nyitott bányaművek igen nagy befektetéseket fognak igényelni.

IRODALOM

1. *Einecke, G.*: Die Eisenerzvorräte der Welt. Düsseldorf, 1950.
2. *Rueckel, W. C.*: Blast Furnace and Steel Plant, 1951, 195.

B) VASÉRCPÓTLÓ ANYAGOK (ÉRCPÓTLÓK)

A természetben előforduló ércek mellett fontosak más kohászati műveleteknél visszamaradt vastartalmú melléktermékek, salakok, valamint bizonyos vegyi műleteknél keletkezett melléktermékek, amelyek vastartalma sokszor akkora, hogy célszerű előkészítés után azokat nagyolvasztóban nyersvasgyártás céljára hasznosítani lehet. Ilyenek :

1. Buca, frisstűzi és kavaró salakok

Ezen a néven ismert eljárások jellegzetességéből adódott, hogy azok salakjában sok vas volt, tehát mint vasércpótlók az olvasztóban jól felhasználhatók voltak. Ma már nem nagyfontosságúak, mert maguk az eljárások újszólván teljesen megszűntek, az időközben felhalmozódott salakokat pedig mind felhasználták. Ismertetjük néhány ilyen salak összetételét %-ban.

	Fe	Mn	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	P	S
	%							
Buca salak	45,3	7,6	23,4	3,00	1,8	0,6	0,97	—
Buca salak	40	1,55	29,1	4,03	2,06	9,02	—	—
Frisstűzi salak.....	62,8	6,23	10,8	1,28	0,47	0,38	0,06	—
Frisstűzi salak.....	58,8	3,86	17,6	0,47	0,89	0,80	0,03	—
Frisstűzi salak.....	59,7	3,7	14,18	1,33	1,28	—	0,27	—
Kavarósalak.....	51,9	2,73	22,06	0,37	0,65	0,05	2,44	0,12
Kavarósalak.....	43,3	10	20,9	—	—	—	1,66	—
Kavarósalak.....	45,4	6,7	31,4	—	—	—	0,92	—

IRODALOM

1. Osann, B.: Lehrbuch der Eisenhüttenkunde. Band II. Leipzig, 1921.
2. Pavlov, M. A.: Metallurgija csuguna. Moszkva, 1948. Metallurgie des Roheisens, Berlin, 1952.

2. Martin-salak

Bázisos Martin-kemencében az adagkészítés folyamán nagymennyiségű salak képződik, amely a fémvetét 10—25%-a is lehet. A bázisos Martin-salak átlagos összetétele:

8—10% Fe, 10—12% Mn, 10—15% SiO₂, 35—45% CaO.

A Martin-salak kereken 20 Fe- és Mn-tartalmával értékes vasércpótló. Hazai viszonylatban a Martin-salaknak inkább mangántartalma fontos, ezért a mangánérceknél fogjuk részletesebben tárgyalni.

3. Nagyolvasztó-szállópor

Az olvasztó nyersgázai, ahogy azok a torokon kijönnek, tetemes mennyiségű szállóport tartalmaznak. A torokgázokban lebegő szállópor anyagát a szilárd anyagoszlopból levált és mechanikailag kiragadott részek, valamint annak szublimálódott s később megszilárdult elemei és vegyületei alkotják. Például a cink a cinktartalmú ércet kohósításakor az olvasztó alsó rétegében redukálódik, a nagy hőmérsékleten cinkgőzzé alakul, amely felfelé haladva oxidálódik s részben az olvasztó falán tapadékot képez, részben pedig a torokgázokkal eltávozik.

A szállóporban az anyagoszlop minden alkotórészét megtalálhatjuk, de nem az anyagoszlop összetételének arányában.

A szállópor mennyisége annál nagyobb, minél porosabb az érc, minél morzsolódóbb a koks, minél nagyobb a fúvósél nyomása és hőfoka s minél nagyobb a gázáram sebessége.

A szállópor mennyiségét a gáz normál köbméterére szoktuk számítani, ami általában véve 40 g/Nm³, vagy 1 tonna vasa számítva 150—200 kg is lehet.

Egyik ruhrvidéki kohónál megfigyelték [2], hogy száraz időben több szállópor képződik, mint nedves időben. Száraz időben a gáz portartalma 41,5 g/Nm³, vagy a porképződés 140 kg/t nyersvas volt, viszont esős időben a gáz portartalma csak 21 g/Nm³, a porképződés 60 kg/t nyersvas volt.

A por mennyisége az elegy 10—13%-a is lehet. Különböző szállópor összetételét mutatják a következő elemzések.

a) A szállópor összetétele

A következőkben közlünk pár szállópor összetételt.
Minette-szállópor : [3]

36,0% Fe, 1,4% Mn, 10,7% SiO₂, 5,0% Al₂O₃, 13,8% CaO, 0,61% P.

Feltűnő, hogy a szállópor mangánban dúsabb, mint maga a minette-érc, amelynek Mn-tartalma 0,2% volt.

Hasonló jelenséget észleltek egyik hazai kohómű szállóporainál is. Az összetétel :

	Fe	Mn	Fe : Mn arány
	%		
Havi ércelegy átlaga.....	47,18	3,33	14 : 1
Nehézszállópor átlagos összetétele	34,1	5,2	6,5 : 1

Tehát itt is mangándúsulás észlelhető a szállóporban, ami minden bizonynyal a mangán könnyű elgőzölgéséből adódik.

Egyik hazai kohó szállóporának összetétele :

	Fe	Fe ₂ O ₃	FeO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	P	Mn
	%								
Porzsákból	45,55	46,82	16,48	14,53	2,37	2,52	0,78	0,008	0,70
Ciklonból	43,70	47,22	13,73	23,45	2,51	2,25	0,59	0,040	0,45

Szovjet kohó szállóporainak összetétele Pavlov szerint :[1]

	Fe	Fe ₂ O ₃	FeO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	P	Mn
	%								
Martin-nyersvasnál	52,70	56,52	16,90	10,00	2,50	2,20	1,10	0,057	2,34
Szürke nyersvasnál.....	53,88	57,26	17,70	12,98	1,25	1,66	0,22	0,035	0,74

Láthatjuk, hogy a szállóporok elég sok vasat tartalmaznak, vagyis a szállópor okozta vasvesztés 30—40 kg/t nyersvas lehet. Ezért kívánatos a szállópornak újra való felhasználása. Különösen fontos ez a nagyobb szemcséjű, 0,2—1 mm nagyságú szállóporra, amely a porzsákban és a ciklonban válik le. Ilymódon átlagban 30 kg vasat/t nyersvas lehet visszanyerni.

A szállópor kérdése ma a kohóüzemekben nagyobb fontosságú, mint régebben, mert a nagyolvasztó ma sokkal több finomércet kénytelen kohósítani, s a mai szélnyomás mellett természetesen sokkal több por keletkezik és távozik el a gázzal, mint azelőtt.

Ugyanakkor a torokgáz gazdaságosabb felhasználása újabb rendszerű léghevítők és kazánok fűtésére, valamint a gázgépek hajtására megköveteli a gázok portalanítását, mert a szállópor a gázvezetékben, a léghevítők rácsaira,

valamint a kazáncsövekre lerakódik, azok hatásfokát csökkenti, mert mint rossz hővezető a melegfelvételt lassítja, sőt a téglákat el is salakosítja.

Mivel tehát a mai nagyolvasztóüzemben jelentékeny mennyiségű por képződik, a szállópor el nem hanyagolható vas- és mangántartalmának a nagyolvasztóban való értékesítése mind jobban előtérbe kerül. Régebben ezt mint hasznavehetetlen anyagot kivitték a hányóra.

b) A szállópor felhasználása

A szállópornak, mint ércpótlónak az olvasztóban való felhasználása a következő módokon történhetik.

Brikettezés

A szállóport finom ércekkel együtt téglákká sajtolják s azután kiégetik. Azonban az érc brikettezése az újabb zsugorító eljárások alkalmazása folytán sokat veszített jelentőségéből, s ezt az eljárást ma már nem igen használják.

Zsugorítópörkölés

Az előbbinél sokkal inkább elterjedt eljárás. A nagyobb vas-, illetőleg mangántartalmú szállóport az ismert átszívós zsugorító-pörkölt eljárások egyikével finom, aprószemű ércel keverve darabosítják és adagolják az olvasztóba.

A por befűvése az olvasztó aknájába

Heskamp eljárása szerint a szállóport egy tartályba gyűjtik és sűrített levegővel az aknába fújják. [4] [5] [6]

Ferrokoks gyártása

A szállópor egyik felhasználási módját a Szovjetunióban a Sztálin-vasműben dolgozták ki. Ennek lényege, hogy a kokszolandó szénhez kb. 10% szállóport keverték s evvel ú. n. »ferrokokszt«¹ gyártottak. A ferrokoks a nagyolvasztóban semmiféle nehézséget nem okozott, a koksz reakcióképessége fokozódott, az olvasztó teljesítménye 3,3%-kal nőtt, a kokszfogyasztás pedig 17%-kal csökkent.

A szállóport átszitálják, a finomabb részt keverik a szénhez, a durvább részt zsugorítás után adagolják a nagyolvasztóba. [7] [8]

Ehhez hasonló kísérletekről a »Gorny-Journal«² már 1905-ben tájékoztatott.

Szállópor-iszap szárítása

Nedves gáztisztítókban nagymennyiségű szállópor-iszap képződik, amelyet a felhasználás előtt szárítani kell. [9]

Az iszapot kontakt szárítóberendezésben szárítják. A tonna iszapból átlagban 400 kg vizet kell eltávolítani, ehhez 1 kg vízre 820 kcal szükséges. Ha meggondoljuk, hogy 1 kg víz elgőzöltetésére 550 kcal szükséges, látható, hogy a hatásfok nem is rossz. A szárítás torokgázokkal történik. A szárított

iszapot, amelynek vastartalma 17—32% között van, brikett készítésére használják, amelybe 30—50% szárított iszapot kevernek. A szárításból kikerülő iszap hőmérséklete 125—135°.

Cinktartalmú szállópor

Cinktartalmú ércek kohósításakor a szállópor tetemes mennyiségű cinket tartalmaz. A nehéz vastartalmú szállópornak a könnyebb cinktartalmú portól történő elválasztására az olvasztó után közvetlenül ciklont alkalmaznak, ebben leválik a nehéz, többnyire vastartalmú por s után több, kisebb porzsákot iktatnak be, amelyeket zegzugos vezetékkel kötnek össze. Ezekben lerakódik a vasban szegény cinktartalmú por. Pl.

a ciklon porában 20% Fe, 40% Zn,
az I-ső porzsákban 2% Fe, 70% Zn,
a II-ik porzsákban 1% Fe, 74% Zn.

A nedves porleválasztó iszapjában 1% Fe, 74% Zn.

A 20% vasat tartalmazó első port visszajuttatják a nagyolvasztóba a többi pedig a cinkkohók kapják. [10]

c) Szállóporok alkáliatartalma

A szállóporok tekintélyes mennyiségű alkáliákat is tartalmaznak, amelyek jó része vízben oldódik. Ennélfogva vizes gáztisztító berendezéseknél a mosóvízben megtaláljuk ezeket a vízben oldható részeket, és abból aztán lepárlás után kinyerhetők.

Ledebur [11] ilyen bepárlási maradékban a következő vegyületeket találta:

Rodonammónium	0,69%
Klórnátrium	13,02%
Klórkálium	19,26%
Klór magnézium	10,95%
Klórammónium	6,59%
Vasklorid	0,54%
Mangánklorür	0,10%
Kalciumszulfát	5,27%
Káliumszulfát	31,14%
Kovasav	0,64%
Vasoxid	1,47%
Víz	9,92%
	99,59%

Amint látjuk, ez a szállópor elég tetemes mennyiségben tartalmaz alkáliákat s érdemes megjegyezni, hogy az USA-ban az első elektromos gáztisztító berendezést az első világháború idején nem a gázok tisztítása, hanem az abban lévő alkáliák kinyerése végett létesítették.

d) A szállópor öngyulladó képessége

A szállópor gyakran öngyúló, azaz pirofór tulajdonságú. A szállópor öngyúlékonyasága különösen akkor fontos körülmény, ha textiles szűrőberendezésekkel

tisztítjuk a gázt, mert azok elégését okozhatja. Éppen a száraz tisztítóból kikerülő finom por gyúlékonysága igen nagy. Mennél finomabb szemcséjű a por, annál gyúlékonyabb. A szállópor gyúlékonyságát több tényező okozhatja.

Általános tapasztalat, hogy a cinktartalmú szállóporok a leggyúlékonyabbak, amire különösen *H. Eckstein* mutatott rá. [12]

J. V. Gilles [13] azt találta, hogy tükrös vas és mangántartalmú acélnyersvas gyártásakor a szállópor mangánoxidul- (MnO) tartalma okozza a gyúlékonyságot.

Harr [14] szerint a szállópor gyúlékonyságát a benne lévő szabad vas-oxidul (FeO) okozhatja.

Általában megállapítható, hogy a szállópor akkor a leggyúlékonyabb, amikor a vezetékből kikerül, még ha csak meleg is.

Ha azonban azt levegőtől elzártan lehűtjük, akkor gyúlékonyságát elveszti. Maga a jelenség talán összefügg az »in statu nascendi« jelenséggel, vagyis a vegyületeiből kilépő elem reakcióképesebb, mint állott állapotban.

A finomabb por fokozott gyúlékonysága viszont felületi — talán katalizáló — hatásokkal függ össze.

IRODALOM

1. *Pavlov, M. A.*: Metallurgija csuguna. Moszkva, 1948. Metallurgie des Roheisens. Berlin, 1952.
2. *Guthmann, K.*: Stahl und Eisen. 1936, 293.
3. *Baake, R.*: Stahl und Eisen. 1931, 1277.
4. *Milden, R.*: Stahl und Eisen. 1931, 1133.
5. *Wehrheim, O.*: Stahl und Eisen. 1934, 1253.
6. *Kayenburg, E.*: Stahl und Eisen. 1938, 276.
7. *Stal* 1940 No. 8, 50.
8. *Barking, H., Eymann, C.*: Glückauf 1952, 1090.
9. *Fischer, M.*: Stahl und Eisen. 1938, 1296.
10. *Klein, H.*: Stahl und Eisen 1940, 263.
11. *Ledebur, A.*: Handbuch der Eisenhüttenkunde. II. Leipzig 1903.
12. *Eckstein, H.*: Stahl und Eisen 1930, 1270.
13. *Gilles, J. W.*: Stahl und Eisen 1922, 884.
14. *Harr*: Stahl und Eisen 1922, 889.

4. Kovács- és hengerreve

Melegítéskor a tuskó vagy buga felületén reve képződik, amely nagyjában Fe_3O_4 összetételnek felel meg. A reve FeO — Fe_2O_3 tartalma elsősorban az izzítás hőfokától függ és összetételét a következő számok jellemzik: [1]

	1000°	1100°	1200°
	%		
FeO	60,90	68,14	70,38
Fe_2O_3	36,70	30,34	29,27

A vas és acél oxidációjakor, vörösszáskor nem egységes oxidhártya képződik, hanem azt három, mind kémiai, mind fizikai szempontból különböző réteg alkotja. A három réteg mind az acél összetételétől, mind a hőmérséklet változásától függ. A külső réteg több Fe_2O_3 -at tartalmaz, kevés FeO -val; befelé a Fe_2O_3 mindig kevesebb, míg a FeO mindig több lesz, vagyis a rétegek összes Fe -tartalma befelé nő.

Bennünket a revének csak az átlagos vastartalma érdekel és erre nézve a következő adatok tájékoztatnak:

	Fe_2O_3	FeO	MnO	SiO_2	S	P
	%					
Lágyacélnál	30—35	65—70	0,40—0,50	kb. 0,30	0,30—0,50	0,01
Keményacélnál	27—30	65—70	0,50—0,80	0,30	0,30—0,50	0,01

Amint látjuk, a revét majdnem 98%-ig tisztán vasoxidok alkotják és az mint ilyen, igen értékes.

Nagy hátránya az aránylag igen nagy kéntartalma, amit a hazai barnaszenekből fejlesztett, kéntartalmú generátorgázokból vesz fel. Ezért a reve, mint frissítő érc csak korlátozott mennyiségben használható. A revét erre való tekintettel legtanácsosabb zsugorítandó finom ércnek bekeverni s így darabosítani.

Rá kell azonban mutatni, hogy az ötvözött acélok melegítésekor keletkezett reve nagy mennyiségű ötvözőfémeket tartalmaz, tehát az ilyen revét sem frissítőérc gyanánt közvetlenül használni, sem más revébe belekeverni nem szabad, hanem azt külön kell összegyűjteni, hogy abból az ötvöző fémeket ki lehessen termelni. Ilyen reve összetételét mutatja a következő példa:

	C	Mn	Si	Cr	W	V	Mo	P	S	FeO	Fe_2O_3
	%										
Acél	0,82	0,44	0,65	4,00	18,16	1,30	1,20	0,004	0,009	—	—
Reve	—	0,28	0,76	3,61	13,56	1,20	1,34	0,008	0,282	44,64	26,03

Az 1. táblázat különböző ötvöztelen és ötvözött acél revéinek összetételét mutatja; összehasonlításként megadjuk magának az acélnak összetételét is. Ebből látható, hogy az ötvözött acéloknál az ötvözők tetemes elrevesedésével kell számolnunk. Ez is ok arra, hogy az ilyen revét feltétlenül külön gyűjtsék.

Az anyag állapota	Tüzelési rendszer	Az acél összetétele									
		C	Mn	Si	P	S	Cr	W	Ni	Mo	V
Hengerelt buga	Széntüzelés	0,51	0,80	0,29	0,040	0,023	—	—	—	—	—
Tuskó	Széntüzelés	0,88	0,30	0,24	0,031	0,015	1,17	—	—	—	0,20
Tuskó	Széntüzelés	0,97	0,34	0,25	0,016	0,011	—	—	—	—	—
Hengerelt buga	Széntüzelés	0,42	0,64	0,20	0,029	0,040	—	—	—	—	—
Hengerelt buga	Széntüzelés	0,16	1,01	0,23	0,024	0,015	1,12	—	—	—	—
Tuskó	Széntüzelés	0,72	0,40	0,27	0,031	0,016	4,71	19,79	—	0,78	1,29
Hengerelt buga	Gen. gáz tüzelés ..	0,12	0,38	0,42	0,033	0,014	1,47	—	3,27	—	—
Hengerelt buga	Olajtüzelés	0,13	0,54	0,09	0,047	0,038	—	—	—	—	—

IRODALOM

1. Oberhoffer, P.: Stahl und Eisen. 1919, 165.
2. Osann, B.: Lehrbuch der Eisenhüttenkunde. Leipzig, 1923, 125.
3. Bandel, G.: Stahl und Eisen. 1938, 1317.
4. Pavlov, M. A.: Metallurgija csuguna. Moszkva, 1948. Metallurgie des Roheisens Berlin, 1952.

5. Melegítő kemencék salakja

Tuskók és bugák, általában kovácsdarabok melegítésekor azok felületén képződő revével, és azok összetételével az előbbi fejezetben foglalkoztunk. A reve melegítés közben lehull a kemence fenekére, s a kemence anyagával nagy vastartalmú vegyületeket, leginkább vasszilikátokat alkot, s ez a salak a nagyolvasztóban jól értékesíthető. Összetételére példa :

	Fe	Mn	SiO ₂	P	S
	%				
Mélykemence salak	63,8	0,88	11,39	0,08	1,31
Forrasztókemence salak	55,02	0,74	14,05	0,05	1,00

Az értékesíthető salak a betét, tuskó vagy buga súlyának 1,5—2%-a.

A reve összetétele

FeO	Fe ₂ O ₃	SiO ₂	MnO	P ₂ O ₅	S	Cr ₂ O ₃	W ₂ O ₃	V ₂ O ₅	MoO ₃	NiO	Vízben oldható SO ₄ kén
62,7	37,3	0,45	0,76	0,066	0,017	—	—	—	—	—	—
59,1	40,4	0,46	0,26	0,042	0,013	0,45	—	nyom.	—	—	0,082
74,1	24,2	0,40	0,38	0,048	0,032	—	—	—	—	—	0,090
68,6	27,2	2,23	1,37	0,146	0,057	—	—	—	—	—	0,045
59,7	36,0	1,29	0,84	0,066	0,059	0,64	—	—	—	—	0,166
41,04	27,2	0,79	0,50	—	nyom.	4,89	16,02	5,50	0,80	—	0,074
72,8	22,4	0,85	0,50	0,056	0,344	0,70	—	—	—	1,81	—
60,8	37,9	0,56	0,55	0,071	nyom.	—	—	—	—	—	0,087

IRODALOM

1. Osann, B.: Lehrbuch der Eisenhüttenkunde. Leipzig, 1923, 125.
2. Osann, B.: Lehrbuch der Eisenhüttenkunde. Leipzig, 1921, Bd. II. 688.
3. Pavlov, M. A.: Metallurgija csuguna. Moszkva, 1948. Metallurgie des Roheisens. Berlin 1952

6. Bauxit

A bauxit az üledékes származású kőzetek csoportjába tartozik. Ami keletkezését illeti, az üledékes kőzetekben végbement mállási és többé-kevésbé bonyolult kémiai, elsősorban kolloidkémiai folyamatok terméke. A magyar bauxitok a krétakorban (a földkéreg középkorába tartozó formáció) keletkeztek. Fekükkőzetük általában triászkorú dolomit vagy mészkő, fedőkőzetük pedig a krétánál fiatalabb üledék.

Mint érc, a bauxit elsősorban alumíniumtartalma miatt fontos, mert hiszen az alumíniumkohászat kiinduló nyersanyaga, azonban egyes bauxitok vastartalma is meglehetősen nagy, s azért azokkal itt mi is foglalkozunk.

a) A bauxit ásványai

Ásványai az úgynevezett oxidos agyagásványok, vagyis alumínium-hidrátok.

Hidrgillit (Gibbsit). $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3 \text{H}_2\text{O}$. Monoklin rendszerben kristályosodik. Keménysége 2,5—3, fajsúlya 2,3—2,4. Lemezes-sugaras, félgömbös-gömbös, kérges halmazok, sima felületű tömegek, rostos szerkezetű gömbök. Színe fehér, szürke, néha zöldes, a kristályok néha átlátszók. Hevítve vizet veszít. KOH jól oldja, a savak lassan oldják. A Bayer-féle timföldgyártásra alkalmas.

Diaszpor. $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$. Rombosusz-rendszerben kristályosodik. Keménysége 6,5—7, fajsúlya 3,3—3,5. Színe fehér, szürkésfehér. Zárt csőben hevítve erősen

pattozik, összes vizét csak izzításkor veszt el. Savak nem oldják. Bayer-féle eljárásra nem alkalmas.

Böhmít. $\gamma\text{-Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$. A diaszporral azonos összetételű, de rácsszerkezete a lepidokrokitéval (Rubincsillám) egyező. Rombusz-rendszerben kristályosodik. A Bayer-féle timföldgyártásra alkalmas.

Sporogelit, vagy alumogél $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{aq}$.

Lényegében alumíniumhidroxidgél. Amorf.

Keményisége 1—2, fajsúlya 2,4—2,5. Színe fehér, de rendszeren nagyon szennyezett.

A kísérő ásványok közül a következők lehetnek jelen a bauxitban.

Magnetit. $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{FeO}$

Hematit. Fe_2O_3

Vashidroxid. $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{aq}$.

Kvarc. SiO_2

Titánoxid. (Rutil, anatáz) TiO_2

Titanit. $\text{CaO} \cdot \text{TiO}_2 \cdot \text{SiO}_2$

Ilmenit. $\text{FeO} \cdot \text{TiO}_2$

Spinell. $\text{MgO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$

és mások.

Hazai bauxitjaink ezeken kívül még kevés vanádiumot is tartalmaznak.

A teljesség kedvéért a gánti bányából származó bauxit vegyi összetételét közöljük az eddig kimutatott és meghatározott járulékos elegyrészekkel együtt: [4]

	%		%
Al_2O_3	55—57	ZrO_2	0,05—0,09
SiO_2	3—4	BeO	0,005—0,012
Fe_2O_3	17—20	ZnO	0,004—0,007
TiO_2	2—3	NiO	0,001
CaO	0,2—0,3	As_2O_3	0,002
MgO	0,05—0,15	SO_3	0,01—0,02
MnO_2	0,3—0,8	S	0,01
Cr_2O_3	0,03—0,08	C	0,2—0,5
V_2O_5	0,04—0,10	CO_2	0,1—0,2
P_2O_5	0,3—0,5	H_2O (izzítási veszteség) ..	14—19

b) Legfontosabb hazai bauxit-előfordulásaink [5]

Gánt. Fehér megye.

A bauxit mintegy $3,5 \text{ km}^2$ területen fekszik. A telep vastagsága 2—33 m között változik. Ásványi összetétele nagyjából böhmít, kevés diaszporral. Hidrargillit teljesen hiányzik. Továbbá található benne amorf $\text{Al}(\text{OH})_3$, szennyezője a kovasav. Érdekessége az előfordulásnak egy pizolitos (borsóköves) szerkezetű, vasban dúsabb bauxit, a jó ipari minőségű alumínium-bauxiton kívül. *Szarvasy* és *Finkey* ezzel a bauxittal sikeres vasdúsítási kísérleteket végeztek.

A gánti bauxitlep ma már nagyobb részben leműveltnek tekinthető.

Iszkaszentgyörgy. Fehér megye.

A telep dolomit mélyedésben foglal helyet, egy 1 km^2 -es és egy $0,5 \text{ km}^2$ -es teleppel, melynek vastagsága 1—16 m. Ásványi összetétele böhmít és hidrargillit, kevés hematit jelenlétében, kísérője kvarc.

Különös érdekessége a felső részében észlelt szulfáttartalom, 0,2—0,5%. A bauxit minősége meglehetősen egységes, nagyobb kovasavtartalom általában csak a legalsó részben mutatkozik. Az összes hazai bauxitfajták közül ennek az izzítási vesztesége a legnagyobb, ami nyilvánvalóan a nagyobb hidrargillit-tartalommal függ össze. 1940-ben fedezték fel.

Magyaralmás. Fehér megye.

Iszkaszentgyörgytől északkeletre, dolomit medencében fekszik. Jó minőségű bauxit, átlagos összetétele 55,83% Al_2O_3 , 6,7% SiO_2 .

Alsóperepuszta. A Bakonyban.

A bauxitlep vastagsága 1—6 m, alsó része vörös, tömött, a felső része pedig általában sárgás-barna, pizolitos.

Halimba.

Legnagyobb bauxit előfordulásunk. A bauxit zöme lágy, egyszínű vörös és pizolitos. Ezt a típust a telep alsóbb részében találjuk. A magasabban sárga, világosvörös és tarkaszínű bauxit van. A telep vastagsága átlagban 6 m. Vasban dús bauxit.

Nagyharsány. Baranya megye, Pécs mellett.

Nem összefüggő telep, hanem számos lencse, illetve fészkes test s anyaga nem egységes összetételű. Ásványtani összetétele böhmít, diaszpor, hematit és amorf alumínium-hidroxid. Általában vasban szegény.

Sümeg vidéke.

A környéken több helyen is van bauxitelőfordulás. Legfontosabbak a nyirádiak. A bauxitvastagság a 12 m-t is eléri. Vasban dús. Összetétele :

56,20% Al_2O_3 , 25,97% Fe_2O_3 , 1,96% SiO_2 , 2,73% TiO_2 .

Nézsá.

Nem nagy előfordulás, de azért érdemel említést, mert kimondottan diaszpor-tartalmú bauxit, s ennél fogva a Bayer-féle eljárásra nem igen alkalmas. Ezen sajátsága következtében a magyar bauxitok sorában kivételes helyet foglal el.

c) A bauxit értékelése kohászati szempontból

A bauxit elsősorban alumíniumérc. A timföldgyárak a felhasználandó bauxittal szemben bizonyos követelményeket támasztanak. Középeurópai timföldgyárak a bauxitot alapértékre számítják és ez képezi az elszámolás alapját. Ezt az alapértéket (É) kapjuk, ha a szárított bauxit százalékos timföldtartalmából levonjuk a kovasavtartalom kétszeresét; a kapott számnak legalább 52-nek kell lennie.

$$\text{É} = \text{Al}_2\text{O}_3\% - 2 \text{SiO}_2\% \geq 52.$$

A szovjet szabvány a timföld és kovasav hányadosán alapszik. A hányadosnak legalább 12-nek kell lennie.

$$H = \frac{\text{Al}_2\text{O}_3\%}{\text{SiO}_2\%} \geq 12.$$

A Bayer-féle timföldgyártási eljárásnál a kovasavat általában legfeljebb 5%-ban tűrik, a timföldtartalomnak legalább 50%-nak kell lennie.

Ha a bauxit a fenti előírásoknak megfelel, akkor azt kétségtelenül elsősorban timföldgyártás céljára kell felhasználni.

A vaskohászatban a bauxit, mint nyersanyag, a nyersvasgyártásnál és acélgyártásnál fontos.

d) A bauxit felhasználása a nyersvasgyártásnál

Hazai bauxitjaink egy része 15—20% Fe-t tartalmaz, tehát gyenge vasérceknek tekinthetők. Közvetlen kohósításra kis vastartalmuk miatt nem jöhetnek számításba, mert a salak mennyisége 400—500% is lehet, s a kokszfogyasztás ennek megfelelően kb. 300—400% lenne.

A nyersvasgyártásban a bauxitot kétféleképpen hasznosíthatjuk.

A bauxitot, mint salakképzőt használjuk. Ha a nagyolvasztó vastartalmú betétjét vasforgács és más apró vasrészek alkotják, salakképzésre bauxitot adunk. Erre a célra különösen azokat a bauxitokat használjuk, amelyek nagyobb kovasavtartalmuk miatt a Bayer-féle eljáráshoz nem alkalmasak.

A nagyolvasztóban tehát ilyenkor nem szilikát-salakkal, hanem aluminát-salakkal dolgozunk.

A szabadban hosszabb ideig tárolt, oxidálás folytán apró darabokra szétessett vasforgács átlagos összetétele :

Fe (fémalakban)	kb. 55%
Fe (Fe_2O_3) alakban)	« 25%
Összesen	kb. 80%

Az elegy átlagban 60—70% vasforgács és 40—30% bauxit s a kapott nyersvas összetétele :[6]

4,2—4,4% C, 0,4—1,4% Si, 0,40—50% Mn, 0,20—0,30% P, max 0,02 S.

Azonkívül kevés titán és vanádium. A bauxit sohasem tartalmaz rezet, ezért a nyersvas réztartalma minimális.

Feltűnő a kis kén tartalom, ami a kalcium-aluminát salak nagy kén-telenítő képességének a következménye.

A kapott salak összetétele :

10—15% SiO_2 , 35—40% Al_2O_3 , 40—50% CaO.

Az aluminát-salak a nyersvas kedvező összetételét biztosítja és jó fizikai tulajdonságokat kölcsönöz, ezenkívül maga is értékes termék. Egyszerű megőrlés után kiváló hidraulikus kötőanyagot ad.

Az aluminát-salak nemcsak cementként értékesíthető, hanem a timföldgyártásnak is megfelelő nyersanyaga lehet.

A Pedersen-eljárással a salak timföldtartalmának 80—90%-a kinyerhető. Ily módon a Bayer-eljárásra alkalmatlan nagy vas- és kovasavtartalmú bauxitok timföldre történő gazdaságos feldolgozásának kérdése a vasnagyolvasztón át megoldódna.

e) A kalciumaluminát salakkal gyártott nyersvas tulajdonságai [7]

A kalciumaluminát salakkal gyártott szürkenyersvas öntészeti szempontból a következő tulajdonságú.

A grafit kiválása, kristályosodása a sok képződött kristályosodási gócpont következtében finomabb, mint a hasonló összetételű kokszos szürkevasé, sok tekintetben közel esik a faszenes nyersvaséhoz.

Az aluminát-salakból kismennyiségű, kb. 0,02—0,04% alumínium is redukálódik a nyersvasba. Ez az alumínium elegendő ahhoz, hogy a gázkiválásra nyugtatólag hasson és így a nyersvas gázmentes, nyugtatott lesz. Ebben leli magyarázatát a finom grafiteloszlás, mert a gázkiválás elmaradása következtében a nyersvas túlhűl olyan hőmérsékletre, ahol a kristályosodási sebessége kicsi, a grafit kristályosodási központok száma nagy.

A nyersvas széntartalma jóval 4% felett van. Ez lehetővé teszi több acélhulladéknak a kúpolóba való adagolását anélkül, hogy a széntartalom annyira csökkenne, hogy a formatöltőkéességét veszélyeztetné s az öntést megnehezítené.

Az acélhulladék széntartalma a kúpolóban kb. 2,6%-ra növekszik, de még úgy is nagyon felhígítja a szürkevas széntartalmát.

Az acélhulladék adagolásának hatása elsősorban a szürkevas szilárdságának növekedésében mutatkozik.

A nyersvas kéntartalma a kalciumaluminát salak nagyszerű kéntelenítő hatása következtében sokkal kisebb, általában max 0,05%. A kis kéntartalom a vasöntés minden ágában előnyt jelent még akkor is, ha a kúpolóban történő átolvasztás során bizonyos kénfelvétellel kell számolni.

Hazai bauxitjaink tudvalevőleg mindig tartalmazznak titánt és vanádiumot, s ennélfogva a nyersvasban mindig megtaláljuk e két ötvözőt. Mindkét ötvöző igen kedvezően befolyásolja az öntvény tulajdonságait.

A bauxitnyersvasval végzett olvasztási kísérletek, amikor 20—30% bauxitnyersvasat adtak az elegybe, mutatták, hogy az öntvény keménységét és szilárdságát növeli, anélkül, hogy ez a keménység fehéren kristályosodásra való hajlamot jelentene, tehát nem jelenti a szívósság kárát.

A bauxitnyersvas mind a szürke, mind a kéreg- és a temperöntésnél hivatva van a drága és csak külföldről behozható faszenes nyersvasat pótolni, s mindenképpen kiváló betétanyaga az öntödének.

f) A bauxit közvetlen kohósítása

A bauxitok második kohászati felhasználásának módja azok közvetlen kohósítása nyersvasra.

Sok bauxitnak vasban legdúsabb alkotó részei a pizolitok. Ezek borsónagyságú sötétbarna gömbhéjas szerkezetű gömbök. Egyes bauxitokban alig van belőlük, másokban a bauxit tömegének 80—90%-át is alkotják. Ezek a pizolitok kovasavban többnyire szegényebbek, mint maga a bauxit, de pl. az eplényi bauxit pizolitjai nagyobb kovasavtartalmúak. A nagyolvasztóban történő kohósításra ezen bauxitokat vasban dúsítani kell. A dúsítást két szakaszban kell végezni. A bauxitot elsősorban CO gáz (redukáló gáz)-áramban kb. 500°-on izzítják, minek folytán a nem mágneses Fe_2O_3 mágneses Fe_3O_4 -é alakul át. Az így mágnesessé lett bauxitot azután mágneses szeparációval dúsítani lehet. Ez irányban *Finkey József* végzett alapvető kísérleteket. [8]

Kísérleteit gánti és perepusztai bauxitokkal végezte. Közlünk pár kísérleti eredményt.

1. Gánti bauxit. A redukált nyersbauxit összetétele : 26,3% Fe, 2,8% SiO₂, 50,7% Al₂O₃.

Mágneses szeparáció után a koncentrátum összetétele : 36,0% Fe, 0,9% SiO₂, 41,7% Al₂O₃.

Vaskihozatal 80%.

2. Gánti bauxit. A redukált nyersbauxit-összetétele : 31,3% Fe, 6,7% SiO₂, 42,8% Al₂O₃.

Mágneses szeparációval kapott koncentrátum összetétele : 39% Fe, 2,5% SiO₂, 35,8% Al₂O₃.

Vaskihozatal 86,9%.

3. Perepusztai bauxit. A redukált nyersbauxit összetétele : 20,1% Fe, 6,9% SiO₂, 57,5% Al₂O₃.

Mágneses szeparációval kapott koncentrátum összetétele : 26,8% Fe, 5,7% SiO₂, 48,0% Al₂O₃.

Vaskihozatal 60,0%.

4. Perepusztai bauxit. A redukált nyersbauxit összetétele : 25,3%, 9,9% SiO₂, 46,6% Al₂O₃.

Mágneses szeparációval kapott koncentrátum összetétele : 30,5% Fe, 8,6% SiO₂, 40,9% Al₂O₃.

Vaskihozatal 84,0%.

5. Perepusztai sárga bauxit. A redukált nyersbauxit összetétele : 18,1% Fe, 12,6% SiO₂, 55,1% Al₂O₃.

Mágneses szeparációval kapott koncentrátum összetétele : 30,1% Fe, 9,0% SiO₂, 42,5% Al₂O₃.

Vaskihozatal 62,2%.

Látható a példákbl, hogy előzetes hőkezeléssel és mágneses szeparációval a pizolitos bauxitokból jó közepes vastartalmú vasércet lehet kapni.

Az eljárást nagyban még nem próbálták ki. Véleményem szerint az ilyen dúsított bauxitok kohósítására az alacsonyaknás oxigénfúvós, vagy az elektromos olvasztó jöhet elsősorban számításba.

IRODALOM

1. Mauritz—Vendl : Részletes ásványtan. Budapest, 1942.
2. Klockmann—Ramdohr : Lehrbuch der Mineralogie. Stuttgart, 1954. 439.
3. Geleji S. : Alumínium-Kézikönyv. Budapest, 1949.
4. Gedeon T. : Geleji : Alumínium-Kézikönyv. Budapest, 1949. 45.
5. Vendl M. : Geleji : Alumínium-Kézikönyv. Budapest, 1949. 20.
6. Visnyovszky L. : Bányászati és Kohászati Lapok. 1949, 135.
7. Hajtó N. és Varga F. : Bányászati és Kohászati Lapok. 1949, 483.
8. Finkey J. : A József Nádor Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Bánya- és Kohómérnöki Ösztályának Közleményei. 1939, XI. kötet.
9. Vadász E. : Bauxitföldtan. Budapest, 1951.

7. Vörösiszap, feketeiszap

Az előbbi fejezetben részletesen tárgyaltuk hazai bauxitjainknak egyes, a vaskohászat szempontjából fontos tulajdonságait és megemlékeztünk azok aránylag nagy Fe-tartalmáról.

Kétségtelen, hogy a bauxit elsősorban alumíniumnyersanyag, tehát mindazon bauxitokat, amelyek az alumíniumgyártás követelményének megfelelnek, az alumíniumgyártásra, tehát elsősorban timföldgyártásra kell felhasználni.

A nálunk alkalmazott *Bayer-féle* timföldgyártási eljárásnak egyik mellékterméke az ú. n. vörösiszap, amelyben egyéb elemek mellett a bauxit egész Fe-tartalma megtalálható.

A hazai bauxitokból kapott vörösiszap a bauxit összetételének megfelelően elég változó és átlagban a következő összetételű:

48—52% Fe_2O_3 , 1,3% MnO_2 , 7% SiO_2 , 12—20% Al_2O_3 , 5—6% TiO_2 , 0,12% V_2O_5 , 8% Na_2O .

A vörösiszap tehát kb. 35% Fe-t tartalmaz, ennél fogva vasércpótlónak számít, s ezért kohósítására már régen történtek kísérletek.

Mivel azonban a vörösiszap igen finom poralakú és ilyen állapotban az olvasztóba nem adagolható, azért darabosító eljárásnak kell alávetni. Ez lehet brikettelés, vagy átszívós darabosítás.

A brikettgyártás egyik módja a diósgyőri *Bejna—Visnyovszky-féle* eljárás. [1]

Az eljárás lényege, hogy finom ércporokat agyagszerű, nedves, vörös iszappal, mint kötőanyaggal kevernek. A vörösiszap mennyisége kb. 25%, de mindenestre annyi, hogy jó kötést érjenek el. Az elegyből téglákat készítenek, amelyeket 1100 C° körül kiégetnek. Az eljárás különösen alkalmas nagyon finom szemcsézetű porok, mint pl. a piritpörk veszteségnélküli darabosítására.

Az égetést alagútkezemencében végzik, s annak fűtésére a nagyolvasztó torokgázait használják.

A vörösiszapban levő alkotókat érték szempontjából vizsgálva könnyen megállapítható, hogy abban a vas képviseli a legkisebb értéket s benne más fontosabb alkatrészek is vannak. Ilyen alkatrész elsősorban még az Al_2O_3 , TiO_2 , V_2O_5 , Na_2O .

A vörösiszap további feldolgozása tehát jogosult, és errenézve igen sokféle eljárás keletkezett, amelyeket *Lányi Béla* ismertetett, s amelyekre itt részletesen nem térünk ki, hanem utalunk az ott megadott adatokra. [2]

A Magyar Tudományos Akadémia 1950. évi nagygyűlésén előadássorozat keretében *Gillemot László* ismertette a Magyar Alumíniumkutató Intézetben kidolgozott eljárást, amely szerint a vörösiszapot szódával 900 C°-on pörkölve és utána timföldgyári lúggal kezelve, a vörösiszap Na_2O -ját kb. 50%-ban, az Al_2O_3 -ját pedig 60—70%-ban megkapják. [3]

A vörösiszap ilymódoni feltárása után feketeszinű anyag, az ú. n. feketeiszap marad vissza, amelynek átlagos összetétele: 70% Fe_2O_3 , 10% SiO_2 , 10—12% Al_2O_3 , 6% TiO_2 , 5% Na_2O .

Ez az anyag nagy vastartalmánál fogva már könnyebben és egyszerűbben kohósítható. Legfőbb előnye a kénmentessége. Még elég nagy Ti-tartalmát is kitermelhetjük. Ha azonban a benne levő Ti-t nem termelik ki, akkor más elegybe belekeverve a kéregöntésre alkalmas Ti-tartalmú nyersvas gyártására igen megfelel.

Mivel a feketeiszap is poralakú, ezért azt is csak zsugorítmányba belekeverve lehet kohósítani.

1. *Visnyovszky L.*: Bányászati és Kohászati Lapok. 1949, 352.
2. *Lányi B.*: Alumínium. 1950, 40.
3. *Gillemot L.*: Magyar Tudományos Akadémia Műszaki Tudományok Osztályának Közleményei. 1951, 344.

8. Piritpörk (Purple-Ore)

A kénsvagyártás mellékterméke. Összetétele szerint vízmentes vasoxid, kevés egyéb fémes és nemfémes szennyezőkkel. Jellemzője a nagyon kicsi foszfortartalom, aminek következtében különösen hematitnyersvas gyártására igen alkalmas. Átlagos összetétele:

50—60% Fe, 9—10% SiO₂, 0,5% CaO, 0,5% MgO, 0,01% P, 2—3% S, 0,8—2% Cu.

A piritpörk nagy Fe-tartalmánál fogva igen értékes vaskohászati nyersanyag, amelyet olcsósága miatt egyes kohóművek előszeretettel használnak. A kénsvagyarak ezen olcsó melléktermékét kellő kezelés után — amiről részben alább szó lesz —, egyéb olcsó ércmosási koncentrátumokkal keverve tömörítik és így kohósítják.

A piritpörk általában 0,8—2,0% rezet s egyéb fémeket, cinket, aranyat és ezüstöt is tartalmaz. A réztartalom a nagyolvasztóban történő kohósítást akadályozza. Tudvalevően a réz teljes egészében a gyártott nyersvasba megy át, ezért az ilyen nyersvas acélgyártásra legtöbbször nem használható. A réz eltávolítására a kohóművek rendezkedtek be, amivel egyrészt a minőséget javítják, másrészt a réz kitermelésével tekintélyes haszon érhető el.

A rézmentesítés lényege klórozó pörkölés. A réztartalmú piritpörköt konyhasóval keverve etázsos pörkölőberendezésben pörkölik. A pörkölőben a tüzelőanyag nagyobb részét a piritpörk kén-tartalma adja. A pörkölésnél a réz a konyhasó klórtartalmával rézkloridot, CuCl₂-t alkot s kloriddá alakul a cink és egyéb fémes kísérő elem is.

A pörköléskor keletkező kénssavas gőzöket ellenáramú mosóberendezésben vízzel elnyeletik s az így kapott kénssavas folyadékot felhasználják a CuCl₂-nek pörkölt piritpörkből való kimosására.

Az etázsos pörkölőkből kikerült piritpörköt lúgzógödrökbe szórják, amelyek 60—80 t befogadóképességű saválló téglával bélelt tartályok. Ezekből 5—6-t egymás után kapcsolnak és a lúgzófolyadékot koncentrációjának megfelelő sorrendben vezetik a tartályokban levő anyagra. A dúsabb folyadék előbb az ércel frissen töltött tartályba, onnan pedig a kicsapató körtékbe kerül. Az egyszer már kilúgzott anyagot mindig hígabb és hígabb összetételű oldattal, végül vízzel lúgozzák. A kilúgzott pörköt a tartályokból az érc-tömörítő készletraktárába szállítják, ahol más ércporokkal keverve valamilyen átszívós berendezésben darabosítják. Ilyen módon a piritpörk maradék kén-tartalma is eltávolítható.

A rézmentesített piritpörk még mindig kb. 0,1—0,15% rezet tartalmaz.

A lúgzófolyadék, amely a lúgzás folyamán a rezet, cinket s egyéb fémeket klorid alakban oldotta, konverterszerű, fával bélelt edényben vashulladékkal kerül érintkezésbe. A vashulladék közvetítésével a réz



vegyi folyamat szerint mint cementréz, poralakban csapódik ki. Ezt szűrősajton át sajtolják, majd a kísérő arany, ezüst s egyéb fémek elválasztása végett választókba szállítják, illetve értékesítik.

IRODALOM

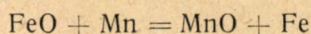
1. *Lunge, G.*: Handbuch der Schwefelsaurefabrikation und Ihrer Nebenzweige. Braunschweig, 1916.
2. *Szele Mihály* vaskohómérnök személyes közleménye.

C) MANGÁNÉRCEK

A vasércek mellett a vaskohászatban nagy fontosságúak a mangánércek. A mangán minden vas- vagy acélfajta vele járó kísérője, s lényegesen befolyásolja mind a nyersvas, mind az acél tulajdonságait.

Az egyes nyersvasfajták mangántartalma különböző, tehát a gyártásukhoz megfelelő mangántartalmú vasérceket kell felhasználni. A vasércekben azonban a szükséges mangántartalom nagyon sokszor nincsen meg, s ilyenkor az ércek mangántartalmának fokozására mangánérceket kell az olvasztóba adagolni.

A mangán az acélgyártásban általában igen nagy fontosságú, egyrészt az acél mangántartalmának kellő szabályozása végett, másrészt pedig mint dezoxidáló anyag az acélfürdőben oldott s az acél tulajdonságait károsan befolyásoló vasoxidul, FeO , szétbontására. A dezoxidáció ezen folyamata a következő egyenlet szerint megy végbe:



A MnO a fürdőben nem oldódik, hanem annak felszínére száll s így a mangán mint közvetítő elem az oxidokat a fürdőből a salakba viszi át.

A fürdő mangántartalmának szabályozására, illetőleg annak dezoxidációjára nem fémmangánt használunk, mert ez igen drága, hanem mangánvasötvözeteket, így tükrösvasat, amelynek mangántartalma 12—20%, és ferromangánnak nevezett ötvözetet 50—80% mangántartalommal. Ezeket a mangántartalmú ötvözeteket is mangánércekből gyártják.

1. A legfontosabb mangánércek

A vaskohászat szempontjából legfontosabb mangánércek azok, amelyekben a mangán oxigénhez van kötve. Ezek a következők:

a) Barnakő néven ismert mangánoxidok

Az iparban nagyon fontos ásványfésülés. Nem homogén, hanem anizotróp tulajdonságú és külsejű ásványok halmaza. Vegyi összetételük lényegében MnO_2 . Legnagyobb részt mangántartalmú ásványok, mangánkarbonát (rodokrozit), mangánszilikát (rodonit), stb. mállási termékei.

Legfontosabb képviselői:

Piroluzit (Polianit).

MnO₂. Tetragonális, jól fejlett kristályokban található. Keménysége max. 6, fajsúlya kb. 5. Színe fémesfényű, szürke-fehér, sárgás, laza tömegekben sötétacélszürke. Karca fekete-kékesfekete. Rendszeren 1—2% vizet tartalmaz.

A polianit és piroluzit név ugyanazon ásványt jelöli; az első kemény, a második lágy féleség.

Manganomelán

MnO₂. Amorf, a kolloid oldatból lecsapódott MnO₂. Keménysége 1—6, fajsúlya is nagyon változó. Fénytelen, színe vaskfekete barna, sötét acélszürke. Karca barnásfekete és fénylő.

Pszilomelán

MnO és MnO₂ keveréke, amelyben a MnO₂ van túlsúlyban. Kemény mangánérc (fekete kobak). Cseppkő, kéreg és kobakalakú tömegeket képez. Keménysége 5—6, fajsúlya 4,7. Színe fekete. kékesszürke-fekete, karca barnásfekete. Sok idegen anyagot (H₂O, SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, stb.) zár magába.

Wad. Mangánhab

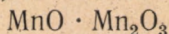
Amorf, vesés tömegek, földes vagy tömött. Lágy, a papiroson barna nyomot hagy. A piroluzittal és a pszilomelánnal együtt fordul elő. Kémiai összetétele ingadozó, leginkább mangánszuperoxid és mangánoxidul keveréke, de több vízzel, mint a pszilomelán.

b) Braunit

Kemény mangánérc. $3 \text{ Mn}_2\text{O}_3 \cdot \text{MnO} \cdot \text{SiO}_2$.

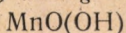
Elméleti mangántartalma 63,6%. Kristályai igen aprók, leginkább vaskos szemcsés, vagy kerek szerű halmazok. Keménysége 6—6,5, fajsúlya 4,7—4,8. Félig fényes, zsíros fényű, színe sötét barnásfekete-vaskfekete, karca barnásfekete. Kissé mágneses.

c) Hausmannit:



Elméleti mangántartalma 72,2%. Rendszeren a braunittal együtt fordul elő. Kristályos. Keménysége 5,5, fajsúlya 4,7—4,8. Félig fényes, zsírosfényű, színe barnásfekete-vaskfekete. Karca barna-gesztenyebarna.

d) Manganit:



Rombusz kristályos. Elméleti mangántartalma 62,4%. Keménysége 4, fajsúlya 4,3—4,4. Színes fényes fényű, sötét-acélszürke-barnafekete, karca sötétbarna. Friss állapotban elég ritka. Hévítve vagy elmállva piroluzittá alakulát.

e) *Rodokrozit:*

Mangánkarbonát : $\text{MnO} \cdot \text{CO}_2$

Elméleti mangántartalma 48%. Fontos mangánérc. A mangánt sokszor részben Fe, Mg, Ca helyettesíti.

Szemcsés vagy tömött, néha gömbszerű vagy málnához hasonló gömböcskékkel összetett tömegekben. Jellemző kísérő ásványa az effuzív kőzetekkel kapcsolatos arany-ezüst érceléreknek. Keménysége 3,5—4,5, fajsúlya 3,3—3,6. Színe fénylő, kristályai rózsaszínűek, málnavörösek vagy halványszínűek. Mál-láskor piroluzittá alakul át.

f) *Rodonit:*

Mangánoxidul-szilikát : $\text{MnO} \cdot \text{SiO}_2$

Elméleti mangántartalma 42%. Kristályalakjainak száma nagy, de élei nincsenek jól kiképezve. A kockás alkat a legjobban elterjedt. Keménysége 5,5—6,5, fajsúlya 3,4—3,7. Mangánpáttal és kovával elegyedve helyenként nagyobb, önálló telepeket alkot, de leginkább más mangánércekkel együtt fordul elő.

*

A természetes mangánércek több-kevesebb vasat is tartalmaznak, s ennek megfelelően azokat a kohósítás szempontjából a következőképpen osztályozzuk.

»Mangánércek«, 40—65% mangán- és 0—10% vastartalommal.

»Vastartalmú mangánércek«, 25—50% mangán- és 10—30% vastartalommal.

»Mangántartalmú vasércek«, 5—30% mangán- és 30—65% vastartalommal.

IRODALOM

1. Mauritz—Vendl : Részletes ásványtan. Budapest, 1942.
2. Klockmann—Ramdohr : Lehrbuch der Mineralogie. Stuttgart, 1954. 429.
3. Ramdohr, P. : Die Erzminerale und ihre Verwachsungen. Berlin, 1950.

2. Legfontosabb mangánérc előfordulások

A földkerekség legfontosabb ismert mangánérc előfordulásai a következők :

a) Tschiaturi, Kaukázus. Az eddig ismert legjelentékenyebb mangánérc előfordulás. Piroluzit és pszilomelán elegye. Összetétele : 44—52% Mn, 0,4—1,0% Fe, 4—8% SiO_2 , 0,9—1,2% CaO, 0,15—0,19% P.

b) Nikopol a Dnyeper mellett. Hasonló a kaukázusi ércekhez, nagyobb részt piroluzit. Összetétele : 48—50% Mn, 0,7—1,2% Fe, 7,5—10,5% SiO_2 , 1—1,4% CaO, 0,16—0,22% P.

c) India, Madras, Bihar, Orissa és Mysore tartományokban. A Szovjet-unió után itt van a legnagyobb mangánérctermelés. Nagyobb részt braunit és hausmannit található. Összetétele : 50—54% Mn, 1,5—1,9% Fe, 3,2—8,5% SiO_2 , 2—3% CaO, 0,11—0,30% P.

d) Brazília. Minas Geraes, Ouro Porto és Matto Grosso tartományokban (piroluzit, pszilomelán, hausmannit). Összetétele : 50—52% Mn, 0,7—2,5% Fe, 1,5—5% SiO_2 , 1—3% CaO, 0,03—0,15% P.

e) Aranypart, Afrika (pszilomelán). Összetétele : 50—53% Mn, 2,2—5% Fe, 4,7% SiO₂, 0,02—0,13% P.

f) Potsmasburg, Dél-Afrika (pszilomelán). Összetétele : 48—54% Mn, 3,5—6% Fe, 5,5—7% SiO₂, 0,4—0,6% P.

g) Sinai félsziget, Egyiptom. Összetétel : 32—33% Mn, 13—25% Fe, 2,5—3,5% SiO₂, 0,3—0,4% P.

h) Makri, Törökország.

i) Románia (Erdély). Macskamező. Összetétel : 16% Mn, 18% Fe, 16% SiO₂, 4,5% CaO, 0,8% P, 5% Al₂O₃, 3,5% MgO, 1,5% S, 0,05% Cu.

j) Eplény és Úrkút, Magyarország. Ezekről alább részletesen lesz szó.

A világ mangánérc termelését, az előbb említett és egyéb kisebb termelőhelyeket figyelembe véve, 1938. évi adatok alapján a 2. táblázat mutatja. [4] Későbbi megbízható adatok nem állanak rendelkezésre.

A világ mangánérc termelése 1938. évi adatok alapján

2. táblázat

Ország	Évi termelés 1000 t-ban	Átlagos Mn-tartalom %-ban	A világ mangán- termelésében részesedés %-ban
Szovjetunió	2950	48	47,2
India	983	50	16,4
Délafrikai Unió	552	41	7,5
Aranypart	329	52	5,7
Brazília	222	47	3,5
Kuba	124	43	1,8
Egyiptom	153	29	1,5
Francia-Marokkó.....	79	40	1,1
Japán	68	45	1,0
Fülöp-szigetek	49	49	0,8
Románia	60	30	0,6
Csehszlovákia.....	100	17	0,6
Itália	48	31	0,5
Malaya	32	30	0,3
Magyarország.....	22	40	0,3
Indonézia	10	54	0,3

IRODALOM

1. Pavlov, M. A.: Metallurgija csuguna. Moszkva, 1948. Metallurgie des Roheisens. Berlin, 1952.
2. Ramdohr, P.: Die Erzminerale und ihre Verwachsungen. Berlin, 1950.
3. Einecke, G.: Die Eisenerzvorräte der Welt. Düsseldorf, 1950.
4. Schmidt, L., Harms, F.: Radex Rundschau. 1952, 98.

3. Magyarországi mangánérc előfordulások

A gyenge vasércelőfordulásokkal szemben aránylag jelentős és a magyar acélgégyártás igényeit, ha szűkösen is, de kielégítő mangánérc előfordulásokkal rendelkezünk. Ezek között első helyen van Úrkút.

a) Úrkúti mangánérc előfordulás [1]

Úrkút Veszprém megyében, az Ajka-csingvölgyi bányától délre fekszik. Az ú. n. »Csárdahegyen« levő előfordulás külszíni fejtéssel már teljesen lefejtették. A nyersérc mangántartalma 20—30% volt és kiválogatással és mosással kb. 40—45%-ra tudták dúsítani.

A Csárdahegytől nyugatra aknát süllyesztettek, ahol 90—100 m mélységben új mangánérctelepet találtak, nedves állapotban mintegy 23%, száraz állapotban mintegy 27% fémmangántartalommal. Elvértve találtak olyan darabokat is, amelyek mangántartalma 30—50% között volt. Finkey szerint a válogatás nélküli érc megfelelő eljárással mintegy 40%-ra dúsítható. A dúsításra alkalmas ércmennyiséget 1 125 000 tonnára becsülik.

Papp Ferenc vizsgálatai szerint [2] az úrkúti mangánérctelep érces ásványai a piroluzit (polianit) és pszilomelán, melyhez még manganit, limonit és markazit csatlakozik. Nem érces ásványai a kalcit és kvarc.

Az érc nem összefüggő telep, hanem tektonikai mozgások következtében erősen összetöredezett, apró táblaracokból áll, amelyek helyzete, lejtése lépten-nyomon változik. Növeli a bajt, hogy ellenőrző fúrások adatai szerint a mangánérctelepek vastagsága 0,7—7 m, és az érces részek minősége, a mangántartalom is rendkívül változik.

b) Eplényi mangánérc előfordulás [3]

Eplény a Győr—veszprémi vasút mentén közvetlenül Veszprém előtt fekszik. A vasúti alagút a telepet átvágja. Szárnyazását és földtani korát tekintve az úrkúttal azonos, gazdasági szempontból kevésbé jelentős, ásványtani szempontból azonban érdekesebb annál.

Az ércben Papp szerint pszilomelán, polianit, manganit, elvértve pirozulit, sót wad is található. Az ércdarabok márgás, sötét, elkovasodott részeket is tartalmaznak. Eplényben sokkal több és szebb kristályos ércdarab található, mint Úrkúton. A legszebb kristályos érc a kovássavval titratott példányokon található. Az érctelep alsóbb részén jelentős mennyiségű kvarcot tartalmaz.

c) Egyéb előfordulások [5]

Magyarországon kisebb, kevésbé jelentős előfordulások még:

Komlócska, Sárospatakról keletre a Tokai hegységben

A manganit után pszeudomorfozátokat képező apró kristályok anyaga piroluzit, összetétele: 15,18% Mn, 0,40% Fe, 0,25% CaO, 83,89% SiO₂.

Lábatlan mellett Vadász Elemér a tölgyházi köfajtóban mészkőbe települve mangánércnyomokat talált. Az érc, eredetét és korát tekintve, az úrkúttal és eplényivel azonos.

Eger vidékén Almagyar és Bátor mellett mangánércnyomok fordulnak elő. A nagyon gyenge ércek mangántartalma az Ajkai bányából származónál mintegy

35%, és piroluzitot tartalmaz, a bátorié mintegy 12%, s piroluzit mellett mangánitot is tartalmaz.

A mádi Dióshegy a lefejtett vasérctelep mellett kvarcban, foltokban piroluzitot tartalmaz. Az érc mangántartalma mintegy 24%.

IRODALOM

1. Vitális I.: Bányászati és Kohászati Lapok. 1935, 18. sz.
2. Papp, E.: Examen microscopique des minerais. metalliques de Hongrie. Bull. Soc. France. de min, 1932, 93.
3. Földváry A.: Földtani Közlöny, 1932.
4. Tarján G.: Mangánércек feldolgozása. Magyar Tudományos Akadémia Műszaki Tudományok Osztálya Közleményei. 1951, 351.
5. Koch S., Grasselly Gy.: Magyarországi mangánércelőfordulások ásványai. Magyar Tudományos Akadémia Műszaki Osztályának Közleményei. 1952. V. kötet, 3. szám.

4. Szintetikus mangánércек

A szokványos 50—80%-os ferromangán-ötvözetben a mangántartalom eleve megszabja az érc lehetséges minimális mangántartalmát. Ebből adódik, hogy mangánban dús ferromangán gyártására csak nagy mangántartalmú és kis vastartalmú érc alkalmas, amely — a kohósításnál el nem kerülhető 15—20%-os mangáneléégés után is — a ferromangánban a megkívánt 50—80% mangántartalmat biztosítja.

Nagy mangántartalmú ferromangán gyártásához olyan kiindulási anyag kell, amelyben az Mn és Fe viszonya lehetőleg nagy, míg a SiO_2 és Mn viszonya kicsi.

További fontos követelmény a ferromangánnál, hogy annak foszfortartalma meg ne haladjon bizonyos határt (0,3%), mert különben a ferromangán beadása után nem kívánt módon növekszik az acélfürdő foszfortartalma. Ilyen feltételek betartására csak kis foszfortartalmú ércek alkalmasak.

Mindezekből következik, hogy ferromangán gyártására csak olyan mangánércек megfelelőek, amelyekben a mangántartalom legalább 45%, a foszfortartalom pedig 0,2% alatt van.

Ilyen kiváló mangánércekkel, mint láttuk, a Szovjetunióon kívül egyetlen nagy vasipari állam sem rendelkezik, s ezért ferromangángyártásra alkalmas mangánércек behozatalára szorulnak.

Ez volt az indító oka annak, hogy a mangánércekben szegény vasipari államokban hosszas kísérleteket végeztek, hogy mangánban szegényebb és vasban dúsabb ércekбől és egyéb mangántartalmú anyagokбól, amelyek esetleg még több foszfort is tartalmaznak, szintetikus úton olyan elegyet állítsanak elő, amely azután megfelel a ferromangángyártás szabta követelményeknek.

Többféle eljárást fejlesztettek ki és szabadalmaztattak. Az összes eljárások alap gondolata, hogy a rendelkezésre álló mangántartalmú ércбől a nagyvolvasztóban tükrösvasat kohósítanak, amelyben természetesen benne van az érc teljes foszfortartalma is.

Az így kapott tükrösvasból a mangánt — kihasználva a vasnak az oxigénhez való kisebb affinitását — a salakba viszik, megakadályozva azonban a foszfor oxidációját s a salakba jutását.

Ilymódon mangánban dús és vasban, valamint foszforban szegény salakot (szintetikus ércet) kapunk, amelyből azután a szokásos módon nagy mangántartalmú és kis foszfortartalmú ferromangán készíthető.

Néhány ilyen eljárást ismertetünk.

a) A mangán termelése bázisos Martin-kemence salakból

A bázisos Martin-salak a Martin-kemencében végbemenő frissítő folyamatok következtében legalább 10—12% mangánt tartalmaz, de a mangántartalom sok esetben 15—16%-ot is elér.

A Martin-salakot általában kivitték a hányóra, de újabban éppen mangántartalma juttatja az érdeklődés előterébe. Tekintve, hogy a salak mennyisége a csapolt acél 10—12%-a, sőt némelykor még ennél is több, s ebben a salakban 10—12% mangán van, minden tonna csapolt Martin-acél után 10—15 kg mangán fémét viszünk a hányóra, ami ott elvész.

A világ rohamosan növekvő acéltermelése azonban mindjobban igénybe veszi a mangánérc kincset s ezért éppen a nagy vasipari államokban komolyan foglalkoznak a Martin-salakban levő mangán részbeni visszanyerésével és hasznosításával.

Némelykor a bázisos Martin-salakot a nagyolvasztóba adagolják a mangán-szegény vasérc mangántartalmának javítására. A nagyolvasztóban történő nagyobb méretű felhasználásnak azonban akadálya a salak nagy foszfortartalma. A Martin-salak egyik legfőbb feladata — mint tudjuk — az acélfürdő foszfortartalmának csökkentése. A fürdő foszfortartalma a salakba megy át s abban trikálciumfoszfát ($3\text{CaO} \cdot \text{P}_2\text{O}_5$), vagy tetrakalciumfoszfát ($4\text{CaO} \cdot \text{P}_2\text{O}_5$) alakban van jelen. Nálunk a Martin-salak foszfortartalma általában 0,7—1,1% között szokott lenni.

Ha a Martin-salakot a nagyolvasztóba adagoljuk, akkor a salak foszfortartalma redukálódik és teljesen a nyersvasba megy át, annak foszfortartalmát szükségképpen növeli, ami azonban a normális acélgártás szempontjából éppen nem kívánatos, mert igen megnehezíti az acél kívánt kis foszfortartalmának elérését. Ezért abból csak igen korlátozott mennyiséget szabad a nagyolvasztóba feladni.

A kohászok figyelmét azonban élénken foglalkoztatja a salak mangántartalmának értékesítése s ezen irányban igen jelentős eredményeket értek el.

Említettük, hogy a SiO_2 :Mn viszonynak kicsinek kell lennie. Mivel a salakok s egyéb kis mangántartalmú ércek ezen követelményt közvetlenül nem tudják teljesíteni, azért a Martin-salakot s egyéb mangántartalmú anyagokat, mint mangániszap stb. először ócskavassal keverve a nagyolvasztóba adják s abból 10—20%-os tükrösvasat kohósítanak. Ebben a tükrösvasban azonban az említett okok miatt a foszfortartalom igen nagy: 2—4% és ezért közvetlenül acélgártókemencében ötvözésre használni nem lehet. [5]

A tükrösvasból a mangánt az alább ismertetett eljárások valamelyikével elsalakosítják, minek folytán mangánban dús és foszforban szegény szintetikus mangánércet kapnak, amelyből azután nagy mangántartalmú ferromangán gyártható.

b) A mangán elsalakosítása szélfrissítő eljárással

A folyékony tükrösvasat bázisos konverterbe öntik át s a fúvást úgy irányítják, hogy legelőször a szilícium és mellette csak a mangán salakul el, s ezen salakot lebuktatják. A salak SiO_2 -tartalma most már csak a tükrösvasban

levő Si : Mn viszonytól függ, tehát kicsi marad. Ilyen módon olyan mangántartalmú salakot kapunk, amelynek mangántartalma 45—65%, SiO_2 -tartalma 5—15%, foszfortartalma csak 0,01—0,03%, Fe-tartalma 2—6%. Ezen »szintetikus« mangánércből, amelynek foszfortartalma, mint látjuk, igen kicsi, mert annak javarésze a konverterben maradt, kis foszfortartalmú ferromangánt lehet készíteni. Ily módon a Martin-salak mangántartalmának 65—70%-át lehet ferromangán alakjában visszanyerni.

A fúvást inkább hidegen végzik, sőt esetleg hűteni is kell, amit ócskavas beadásával végeznek. Ércel nem tanácsos hűteni, mert a fölös oxigén esetleg a foszfort is frissíti s az a salakba megy át.

A konverterben maradt foszfortartalmú fűrdőt pedig másik konverterben közvetlen Thomas-eljárás szerint acélra fűjtatják, vagy pedig beöntik a normális acélműi keverőbe, ahol az a nyersvassal elkeveredve az átlag foszfortartalmat alig növeli. [1][2]

c) H. Löfquist eljárása

H. Löfquist eljárása szerint a nagyolvasztóban termelt foszfortartalmú tükrösvasat lángkemencébe öntik át, rá vasércet vagy revét és piritet adnak s azzal jól átkeverik. Ennek folytán nagyon gyorsan mangánszulfid-mangán-oxidul ($\text{MnS} + \text{MnO}$) képződik, amely igen gyorsan felszáll anélkül, hogy magával vinné a tükrösvas egyéb szennyezőit. Az ilyen salak mangántartalma 50—60%, Fe-tartalma 5,5—6,5%, SiO_2 -tartalma 12—17%, S-tartalma 4%, Mn : Fe viszonya 9—10.

Vasoxidok adagolása fontos, mert tisztán FeS_2 -vel magas hőmérsékleten olvadó salakot kapunk s a kén egyrésze elillanna. Ha azonban vasoxidot és piritet egyszerre adunk fel, akkor a mangánsalak felerészben MnS-ből és felerészben MnO-ból fog állani, amelynek mintegy 1300—1400 C° az olvadáspontja, ahol a reakciók percek alatt lefolynak.

Ha a fűrdőben a mangántartalom 2,3—3%-nál nem több, akkor annak kénartalma kicsi marad.

Az így kapott mangánszulfid salakot lehúzzák, pörkölik, minek következtében a kén elszáll és felfogható, a mangánszulfid pedig mangánoxiddá alakul át.

A visszamaradt fűrdőt pedig, ha foszfortartalma elég nagy, Thomas-eljárás szerint lefűjtik vagy pedig beöntik a nyersvaskeverőbe. [3][4]

Ezenkívül még egyéb eljárásokkal is kísérleteztek, ezeket azonban gyakorlatilag nem próbálták ki.

IRODALOM

1. Bading, W.: Stahl und Eisen. 1947, 180.
2. Buehl, R. C.: The Iron Age. 1952. Vol. 169. No. 9. 97.
3. Bansen, H.: Stahl und Eisen. 1937, 113.
4. Oelsen, W.: Stahl und Eisen. 1939, 81.

D) A VASÉRCEK GAZDASÁGI ÉRTÉKELÉSE

Az ércек beszerzési ára és azok kohászati értéke kohósítás szempontjából nagyon fontos. A kettő nem ugyanaz, az ércек ára legritkább esetben fejezi ki azok kohászati értékét.

1. Az ércек ára

Valamely termék árán mindazon térítményeket és szolgáltatásokat értjük, amelyeket azért pénzben kifejezve cserébe kell adni.

Az érc ára elsősorban a fejtési költségektől s a bánya összes egyéb költségeitől függ, amelyek az érc súlyegységnyi mennyiségét terhelik. Ehhez jönnek még a bányától a kohóműig terjedő szállítási költségek, beleértve az olvasztóműnek azokat a költségeit, melyek az érctelepre történő kirakással járnak.

Azon ércек árát, amelyeket a bányától a felhasználás helyéig szállítani kell, kétféleképpen szokták megadni.

a) F. O. B. = free on board, ami azt jelenti, hogy az érc ára a hajó fedélzetére vagy a vasúti kocsiba rakva értendő.

b) C. I. F. = Cost, Insurance and Freight, vagyis a szállító fizeti az összes biztosítási és szállítási költségeket is.

Az ércек ára egy-egy országon belül természetesen a termelési és szállítási költségektől függ s az itt most lényegtelen, hogy a bányaiüzem számít-e fel magának bizonyos kulcs szerinti hasznót. Nemzetközi viszonylatban azonban az érc ára a kereslet és kínálat közötti viszonytól, tehát a nemzetközi érckereskedelem alakulásától függ.

Az ércек árát a kohó alig tudja befolyásolni.

2. Az ércек kohászati értéke

Az érc értékén értjük azt az összeget, amelyet a kohó az ércért fizetni tud vagy elszámolhat anélkül, hogy a nyersvas termelési költségét növelnie kellene.

Az érc értékének megállapítására általános elveket adni nem lehet, mert az nagy mértékben függ a kohó helyi viszonyaitól, a kohászati feltételektől s a kohóban feldolgozott többi érc tulajdonságaitól. Pl. foszfortartalmú érc nagyon értékes lehet olyankor, amikor Thomas-vas gyártásakor az elegy foszfortartalmát növelni kell. Mangántartalmú érc értékes lehet acél-nyersvasgyártásnál, amikor drága mangánércet lehet vele az elegyben pótolni, de kevésbé értékes, ha mangánban szegény nyersvasat kell gyártani.

Mangánban szegény vörösvasérc értékes az öntödei nyersvas gyártásakor, de azonnal növeli a fehér acélnyersvas árát, mert a hiányzó mangánt drága mangánérccel kell pótolni.

Az érc értékének megállapítása igen bonyolult számítás s egészen pontosan megállapítani alig lehet, mert hiszen az érc kohászati értéke nemcsak annak vegyi összetételétől, hanem annak egyéb tulajdonságaitól, pl. annak redukálhatóságától is függ, amivel viszont szorosan összefügg a kokszfogyasztás. A kokszfogyasztás azonban nemcsak az ércek redukálhatóságától függ, hanem attól is, hogy az ércek fizikai állapota hogyan befolyásolja az olvasztóban végbemenő folyamatokat, különösen a gázáramlást. Így pl. zsugorított érc (szinter) általában véve a benne levő vasszilikát miatt nehezen redukálható, de bizonyos mennyiségben az elegybe keverve éppen darabossága és porozitása miatt igen kedvezően befolyásolja a gázáramlást s ennél fogva az olvasztó kokszfogyasztását. Ilyen érc, ha bizonyos mennyiségnél több vagy kevesebb van az elegyben, hátrányos lehet a redukcióra. Ismeretes, hogy a forgódobos-kemencében gyártott zsugorítmány (szinter) nehezebben redukálható, mint a szívó hatású berendezésben gyártott.

Valamely érc lehet nagyon jól redukálható, de veszít értékéből, ha az olvasztóban nagyobb hőfokon szétporlik, amivel — nem tekintve a nagyobb szállóporvesztéséget — növeli a kokszfogyasztást.

3. A nyersvas önköltségét meghatározó tényezők

Mielőtt az ércek értékelését tárgyalnók, röviden foglalkoznunk kell mindazon tényezőkkel, amelyek a nyersvas költségét teszik. Ismertetnünk kell továbbá, hogyan befolyásolják azok az önköltséget és hogyan kell azokat helyesen elszámolni.

a) Érc költség

A nyersvas költségének kiszámításánál az érc költség a kiindulási alap, mivel ennek van döntő befolyása.

A nyersvas egységére eső ércmennyiséget az érc Fe-tartalma szabja meg, amelyet a már közölt képlet szerint számítunk ki:

$$\dot{E} = \frac{A\%}{a\%} \cdot 100 \text{ kg,}$$

ahol $\dot{E}$ a 100 kg nyersvas termeléséhez szükséges ércmennyiség, A a gyártandó nyersvas Fe-tartalma, a az érc Fe-tartalma.

Ehhez az érc darabossága szerint a veszteségek miatt bizonyos mennyiséget (1—8%-ot), finomérceknél többet, darabosoknál kevesebbet hozzáadunk.

A kirakásnál és az adagolásnál keletkező porzás miatt veszteségek adódnak. Ha a szállóport újra nem értékesítjük, továbbá az elsalakulásból, bár az utóbbi a kokszzhamu vastartalmával részben kiegyenlítődik, szintén adódik ércvesztés.

Az érc költségeket, valamint az összes vasvesztéseket a nyersvas egységére vonatkoztatjuk és számítjuk.

b) Salakképző anyagok költsége

Pótlékanyagokra azért van szükség, hogy az ércből annak meddőit leválasztassuk és olyan salakot képezzünk, amelynek összetétele megfelel a gyártandó nyersvas követelményének, a szennyezőket távol tartja a nyersvastól, a kokszt hamut elsalakosítja s az olvasztóból könnyen kifolyik.

A szükséges pótlékanyagok mennyiségét azon az elven számítjuk ki, hogy a különböző nyersvasfajták gyártásakor a salak bázisos és savanyú részei között bizonyos viszonyoknak kell lennie. Ezt a viszonyt salakszámnak nevezzük és rendszeren %-ban fejezzük ki.

$$p\% = \frac{\text{bázisrészek}}{\text{savanyúrészek}} \cdot 100.$$

A salak bázisos és savanyú alkotó részeinek eldöntésekor az egyes számítási rendszerek eltérnek egymástól. Nálunk a Platz-féle számítás a szokásos, amelynél a salakszám

$$p\% = \frac{\text{FeO} + \text{MnO} + \text{CaO} + \text{MgO}}{\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{SiO}_2} \cdot 100.$$

A salakszámmal tehát megállapítjuk a pótlékanyagnak azt a mennyiségét, amelyet az érchez adni kell — tekintetbe véve az ércben már meglévő alkotókat —, hogy a kívánt összetételű nyersvasat s az ehhez tartozó salakot megkapjuk.

A pótlékanyagok mennyisége tehát szorosan összefügg az érc összetételével, s így azokat a termelt nyersvas egységére eső költségekhez hozzá kell adni.

c) A kokszt költsége

A nyersvasegységre jutó kokszmennyiség megállapítása a legnehezebb de egyszersmind a legfontosabb feladat. A szükséges kokszmennyiséget üzemi adatok alapján közelítőleg meg lehet állapítani, de teljes biztonsággal nem, mert egyik kohó üzemi adatait nem lehet a másikra átvinni. Ismeretes ugyanis, hogy a kokszt fogyasztását illetőleg ugyanazon ércviszonyok között és nyersvasminőség mellett is különbségek adódnak.

Igen jól járható út az, ha az adott ércelegyhez kiszámítjuk az összes szükséges hőmennyiségeket, amelyek a következő tételekből adódnak: redukáláshoz szükséges hőmennyiség — tekintetbe véve a közvetett és közvetlen redukciót — a salak-képzéshez, a vas és salak túlhevítéséhez szükséges hőmennyiség, a sugárzási és a hűtővíz veszteség, a torokgázokkal elvitt kémiai és fizikai meleg. A veszteségeket rendszeren %-ban szoktuk kifejezni. Ehhez jön azután a szénítéshez szükséges kokszmennyiség.

Ilyenformán megállapíthatjuk a szükséges kokszmennyiséget, illetve a koksztköltségeket s ezek a további elszámolás alapjai.

d) Üzemköltség és bér

A fúvósél szolgáltatás és gáztisztítás költségeit (üzemanyag és bérek), amelyek közvetlenül a kocszfogyasztás függvényei, leghelyesebben a kocszfogyasztás arányában osztjuk el. Ez különösen akkor indokolt, ha a gyártási program olyan, hogy a kocszfelhasználás az egyes nyersvasminőségeknél igen változó.

Ha pl. a kohó acélnyersvasat és ferromangánt is gyárt, úgy ferromangángyártáskor a kokszfogyasztás a fehéryniersvasénak kb. a két és félszerese, a termelés viszont annak csak mintegy $\frac{1}{3}$ -da. A fúvógépek teljesítményét azonban a beadagolt és elégetendő kokszmennyiség szabja meg. A torokgázok mennyisége elsősorban a beadott koksz mennyiségétől és nem a gyártott nyersvas mennyiségétől függ. Ha ezek költségét a termelt nyersvasra számítanók, akkor az acélnyersvasat túlságosan, a ferromangánt pedig kevésbé terhelnök.

Ugyanez érvényes az olvasztó üzemi béreire és segédanyag költségeire is.

Tekintet nélkül a nyersvas minőségére, a termelés egységére kizárólag csak azon költségek számolandók el, melyek azt közvetlenül érintik. Ilyen költségek a nyersvas rakodása és szállítása, a nyersvas és salak kezelése, a salak elszállítása. Ezek a költségek a termeléssel arányosan növekednek, vagy csökkennek, tekintet nélkül a nyersvas minőségére.

4. Az ércek értékelésére használatos eljárások

Az ércek kohászati értékelésére már régóta nagy figyelmet fordítottak, mivel az a nyersvasgyártás szempontjából rendkívül fontos. Az idők folyamán többféle eljárás alakult ki, de teljesen biztos módszert még ma sem ismerünk, mert az elméleti elgondolások és az üzemi tapasztalatok között mindig elég nagy eltérések mutatkoznak.

Talán legelőször foglalkozott az ércek értékelésével Osann. [2] [3]

Szerinte a különböző ércek összehasonlításának egyedüli módja az, ha feltetelezzük, hogy az ércet egyedül kohósítjuk. A kívánt nyersvas minőségének megfelelően elegyszámítással megállapítjuk a szükséges pótlékanyagokat és a koksz mennyiségét és a másikkal szemben mutatkozó megtakarításból, vagy többletből értékeli az ércet.

Nagyon fontos a szükséges kokszmennyiség megállapítása. Erre a célra kiszámítja azokat a hőmennyiségeket, amelyek szükségesek az adott szélfőmérséklet mellett a folyamatok véghezvitelére, vas és salak felmelegítésére, megfelelő túlhevítésére és végül a veszteségekre.

A kokszszükséglet megállapítására ismerni kell az érc redukciós számát, vagyis az indirekt redukció részesedését. A redukciós számot leginkább hasonló ércek redukálásánál kapott eredmények alapján, összehasonlítással kapja.

Wagner A. [4] helyesen jegyzi meg, hogy a redukció számának ilyen megállapítása nem pontos és ismeretlen tulajdonságú érceknél nem alkalmazható. Azért sok helyen laboratóriumban redukciós vizsgálatokat végeznek; így egyforma darabnagyságú és tömörségű ércekkel elég jó összehasonlító eredményeket lehet kapni. Az eljárás azonban nem használható különböző darabnagyságú és tömörségű ércek összehasonlítására, mert az ércek fizikai tulajdonságai a vegyi összetétel mellett a kohósítás szempontjából döntő jelentőségűek. Mennél finomabb az érc, annál nagyobb a felülete a tömegéhez képest, annál nagyobb felületen érintkezik a felfelé szálló gázzal s annál nagyobb lesz a gáz előidézte redukció. A finom érc azonban könnyen eltömi a kohót. A finom érceket tehát darabosítani kell. A darabosított zsugorítmány előnye elsősorban nem annak vegyi-, hanem fizikai tulajdonságán, mégpedig nagy porozitásán alapszik.

Az ércek mikroszkópos szövétvizsgálata szerint minden bizonnyal nagyon elő fogja segíteni azok összehasonlítását.

A fent vázolt eljárás hiányosságai nem vitathatók. Először is a gyakorlatban sohasem dolgoznak csak egyetlen ércel, tehát nem szabad ehhez az egy érchez szükséges pótlékanyagokat a számítás alapjául venni, hanem meg kell vizsgálni, hogy az új érc hogyan befolyásolja a régebbi elegyösszetételt. Ha csak egy érc összetételét vesszük alapul, könnyen súlyos tévedésbe eshetünk.

Vegyünk példaképpen azt a feladatot, amikor acélnyersvasat kell gyártani előírt maximális foszfortartalommal. A rendelkezésre álló érc foszfortartalma azonban akkora, hogy a nyersvas foszfortartalma a megengedettnél nagyobb lenne, az ércet tehát tulajdonképpen erre a célra értéktelenné kellene nyilvánítani.

Azonban kevés foszforban szegény más érc hozzákeverésével azonnal más-kép alakulhat a helyzet, sőt a foszfortartalmú érc olyan meddőket tartalmazhat, amelyek igen kedvezően befolyásolják az egész elegy pótlékanyagának mennyiségét.

Vegyünk egy másik példát. A mágnesvasércnek nagy vastartalmuk miatt egyedül kohósítva általában oly kevés salakot adnának, hogy az olvasztó zavar-talan járatát biztosítani nem tudnánk. A salak mennyisége pedig — mint lát-tuk — lényegesen befolyásolja a kokszt mennyiségét. A mágnesvasérc elméletileg magában a kevés képződő salak következtében igen kedvező koksztmennyiséggel lenne kohósítható, ha nem kellene a salakmennyiség növelésére külön pótlék-anyagot adni, amely azután a kokszfogyasztást növeli. Az érc értékének meg-állapításakor tehát tekintetbe kell venni, hogy a kohómű valamely érc hiányos-ságait hogyan tudja más ércel kedvezően kiegyenlíteni.

Nézzük már most, mikép lehet az elegyben valamely érc kohászati értékét megállapítani.

Luyken Walter [5] közöl olyan eljárást, amelyet itt röviden ismertetnünk kell.

Luyken olyan elegyet vesz alapul, amelyet a kohó állandóan használ, s amelyben többféle érc van. Ismerve az ércek egységárát és azoknak az elegyben felhasznált mennyiségeit, megkapja az elegy súlyát és annak árát. Az így kapott elegynek bizonyos meghatározott Fe-tartalma van.

Ha most ezen alapelegyben egyik ércet egy másik újjal kell helyettesíteni, akkor meg kell állapítani, hogy ezen új érc mennyit ér, vagyis mennyit szabad érte fizetni, hogy a nyersvas önköltségét ne növeljük. Az eljárás a következő :

Az új ércből annyit veszünk a pótlendő érc helyébe, hogy az elegy Fe-tartalma ne változzék. Az új érc összetételének megfelelően kiszámítjuk a szükséges salakképző anyagok, esetleg a mangán és foszfor pótlására szükséges mangán-és foszfortartalmú anyagokat, és megkapjuk az új elegy súlyát, és így a salak várható több vagy kevesebb mennyiségét is. Hangsúlyozni kell azonban, hogy az új elegy Fe-tartalma, tehát a termelhető nyersvas mennyisége egyezik az alapelegyével.

Az új elegy összetételéből s az egységárakból kiszámítjuk az új elegy árát, de az új helyettesítő ércet egyelőre nullaértékkel vesszük figyelembe.

Az elegy kapott értékéhez hozzáadjuk az új koksztöltségeket s a koksztal összefüggő közvetlen költségeket (lásd az előbbi fejezetet), amelyek szintén lehetnek az alapeleggyel szemben kisebbek vagy nagyobbak. Így megkapjuk az új adagköltséget. Ezt szembeállítva a normál adagköltséggel, s osztva az új ércnek az adagban megadott súlyával, megkapjuk azt az árát, amit az új érc súlyegységéért fizetni lehet anélkül, hogy a termelt nyersvas önköltsége nagyobb lenne.

A számítás lényege nem változik akkor sem, ha nem egy ércet, hanem több ércet kell teljesen, vagy csak egyes ércfajtából több-kevesebb mennyiséget új érccel helyettesíteni.

A számítás menetét a 3. táblázat mutatja.

Vegyük példaképpen, hogy az I-es elegynél a francia ércet kell vörösvasérccel helyettesíteni, a II-es elegynél pedig nemcsak a francia ércet kell helyettesíteni, hanem még a két svédérc és a minett mennyiségét is meg kell változtatni.

Először is ki kell számítani a szükséges vörösvasérc mennyiségét, hogy az elegy Fe-tartalma változatlan maradjon, ez 877 kg-nak adódott, ehhez kiszámítjuk az ennek megfelelő salakképző anyagokat. A vörösvasérc értékét egyelőre nullával vesszük egyenlőnek, mivel annak értékét a számítás fogja megadni.

Különböző összetételű elegyek számítása ugyanazon Fe-tartalom mellett

3. táblázat

Betétanyagok		Alapelegy		I. Elegy		II. Elegy	
megnevezése	egység- ára/t	össze- tétele kg	költ- sége	össze- tétele kg	költ- sége	össze- tétele kg	költ- sége
Francia érc	13,58	1000	13,58	—	—	—	—
Északi svédérc	22,60	1820	41,13	1 820	41,13	1 570	35,48
Középsvédérc	21,50	2060	44,29	2 060	44,29	1 440	30,96
Minette	10,76	1650	17,75	1 650	17,75	3 300	35,51
Földközitengeri érc	19,90	2380	47,36	2 380	47,36	2 380	47,36
Melegítő kemencék salakja	18,00	120	2,16	120	2,16	120	2,16
Martin-salak	8,80	640	5,63	640	5,63	640	5,63
Pörkölt pát	22,40	200	4,48	200	4,48	200	4,48
Mangánérc	44,50	22	0,98	28	1,25	27	1,20
Thomas-salak	20,00	—	—	59	1,18	59	1,18
Vörösvasérc	—	—	—	877	—	877	—
Mészke	4,50	317	1,43	415	1,87	60	0,27
Összesen		10 209	178,79	10 250	167,10	10 673	164,23
A salak változása az alapeleggyel szemben		—	—	+80	—	+146	—
Ebből adódó olvasztási költség-változás		—	—	—	+ 0,48	—	+ 0,88
Összes költségek		—	178,79	—	167,58	—	165,11
A vörösvasérc értéke tonnánként		—		178,79—167,58=		178,79—165,11=	
				0,877		0,877	
				= 12,78		= 15,60	

A táblázat kizárólag a számítás menetét kívánja mutatni, az egységárak csak viszonylagosan érvényesek.

Az eljárásnál legnehezebb a szükséges kokszmennyiség megállapítása. Említettük az előbbiekből, hogy erre többek között döntő befolyással van az érc redukciós száma, amelyet valami módon meghatároztunk vagy megbecsültünk. Targyaltuk azt is, hogy ez kisebb mértékben az érc kémiai, nagyobb mértékben azonban annak fizikai tulajdonságaitól függ. Nagyon óvatosan kell azonban valamely ércre a megállapított redukciós számot alkalmazni akkor, ha az érc az elegynek csak egyik része. Másképp viselkedik ugyanaz az érc az olvasztóban, ha magában van, másképp ha több ércel van keverve. Hogy mást ne említsünk, más a gáz áramlása, ha az érc egymagában van, és más, ha az keverve van. Vannak esetek, hogy a kohóművek egy-egy érc redukciós számát tág határok között változtatják, ahhoz képest, hogy az ércet milyen keverékben használják fel.

Evvel nem azt akarjuk mondani, hogy az ércek redukciós számát ne használjuk, de kerülni kell annak egyoldalú, merev alkalmazását.

A vázolt eljárás arra alkalmas, hogy adott esetben megállapítsa az ércért fizetendő azon összeget, amely a nyersvas önköltségét még nem növeli. Nagyon alkalmas annak megállapítására is, hogy az egyes ércfajták árának emelkedésekor milyen érceket kell használni, hogy az önköltség ne növekedjék, vagy pedig, hogy valamely jövőbeli ércért mit szabad fizetni.

Mindenesetre megállapítja Luyken, hogy nincsen általánosan elfogadott eljárás valamely érc kohászati értékének megállapítására, hanem azt mindenkor csak adott nagyolvasztó adott viszonyaira lehet meghatározni. Tekintetbe kell venni az olvasztó ércellátási viszonyait, különösen a salakképzők kiegyenlítési lehetőségeit. Az összehasonlításnál mindig ugyanazon nyersvasminőséget kell alapul venni s megállapítani, hogyan alakul annak önköltsége.

Bansen B. és Krebs E. eljárásának lényegét itt közöljük. [6]

Szerzők a Luyken-féle alapelegeből indulnak ki. Megállapítják az alapelegy minden alkotójának értékét a következő módon.

a) *Mangán.* Ennek értékét a mangánércek rendelkezésre álló ára alapján állapítják meg.

b) *Mész (CaO), illetőleg magnézia (MgO).* Ezek értékét a bevásárolható mészke és dolomit ára után állapítják meg, természetesen tekintetbe véve a karbonátok égetéséhez szükséges hőmennyiséget, tehát kokszmennyiséget. A MgO -t egyenlő értékűnek szokták venni a CaO -val. Ha azonban a dolomit árát a CaO -tartalma után fizetik, akkor ismervén a CaO -értékét, megkapjuk a MgO értékét. A MgO értékét csak akkor számítják külön, ha MgO -t a salak folyósítása végett külön adagolnak.

c) *Foszfór.* A foszfór értékét csak akkor számítják, ha nagy P-tartalmú nyersvasat kell gyártani s a hiányzó foszfort foszfátok alakjában külön kell pótolni. Ebből könnyen kiszámíthatják a foszfór egységértékét. Martin-nyersvas gyártásakor, mivel ebben a foszfór nem kívánatos, értékelés szempontjából nem veszik figyelembe.

d) *Kovász (SiO_2) és alumíniumoxid (Al_2O_3).* Ezek elsalakosítására a kívánt salakszám szerint bázisokat ($\text{CaO} + \text{MgO}$ -t) kell külön adagolni. Ezek árát a b) pontból már ismerjük. Ehhez járul még külön költség gyanánt a salak megolvasztására és túlhevítésére szükséges azon hőmennyiség, amelynek termeléséhez külön kokszra van szükség. A koksz hamujának elsalakosítására megint külön bázisokra (CaO) van szükség s ezek természetesen az érc SiO_2 és Al_2O_3 -tartalmát terhelik. Ilyenformán a kovászra és alumíniumoxidra negatív értéket kapunk, mert hiszen ezzel az értékkel csökken az érc értéke.

Igy megkapjuk a szokványos elegy egyes alkotóinak értékét pozitív (Mn, P, CaO, MgO) vagy negatív (SiO_2 , Al_2O_3) alakban.

A szokványos elegy költségét a negatívokkal növelve s a pozitívokkal csökkentve, megkapjuk a szokványos elegy Fe-tartalmának értékét; ezt osztva az elegy Fe-tartalmával, kapjuk a szokványos elegyben levő Fe egységértékét.

Igy valóságos árjegyzéket tudunk a szokványelegy egyes alkotórészeire (Fe, Mb, CaO, MgO, SiO_2 és MgO) összeállítani, ami most egy új érc kohászati értékének megállapítására alkalmas. Mégpedig úgy, hogy az új érc egyes alkotóit a kapott árjegyzék alapján megszorozzuk és kapjuk az új érc kohászati értékét, vagyis azt a legnagyobb árat, amibe legfeljebb kerülnie szabad. Ha a beszerzési ár ennél kisebb, akkor nincs baj, ha azonban a beszerzési ár ennél nagyobb, akkor a nyersvas termelési költsége növekedni fog.

Ez az eljárás is a kokszmennyiség meghatározásából ismert, hasonló tulajdonságú ércnek redukálhatóságából indul ki. Új, eddig ismeretlen ércnek esetén természetesen becsülni kell a redukciós számot. Ez persze nehéz feladat, de minden eljárásnál szükséges. Előnye, hogy az árjegyzéket csak időnkint kell kiszámítani s új érc használatkor egyszerű szorzásokkal azonnal kapjuk az új érc kohászati értékét.

Pavlov M. A. az ércnek értékeléséről a következőket mondja. [7]

Az egyes kohóművek különböző földrajzi és gazdasági adottság mellett dolgoznak s ennél fogva a kohósításra használt érc árak is nagyon különböznek egymástól. Olcsó és rendesen gyenge ércekkel dolgoznak azok a kohók, amelyek közvetlenül az érc mellett vannak, a kokszot kénytelenek messziről hozatni, tehát drága a tüzelőjük. Azok a kohók viszont, amelyek közvetlenül kokszolható szén mellett fekszenek, jó ércért nagy árat tudnak fizetni.

A nagyolvasztó vezetősége bizonyos értékelési szabványokat kénytelen készíteni a felhasznált ércokről. Tekintetbe kell venni a feldolgozandó érc tulajdonságait, azok árát s a nyersvas piaci árát.

Az ércnél nemcsak azok ára a döntő, hanem azt is tekintetbe kell venni, hogy legkedvezőbben hogyan befolyásolják az elegyösszetételt.

A nyersvas önköltsége a nyersanyag költségekből és a feldolgozási költségekből, vagyis azokból az összes kiadásokból tevődik össze, amelyek az olvasztók kiszolgálására, továbbá a nyersvas termeléséhez szükséges anyagok beszerzéséhez szükségesek.

A nyersvas önköltsége P a következő képlet szerint állapítható meg:

$$P = p_1 \frac{f}{F} + Cp_2 + cp_3 + g,$$

ahol p_1 az érc egységára,

f a nyersvas Fe-tartalma %-ban,

F az érc Fe-tartalma %-ban,

$\frac{f}{F}$ viszony adja meg az egységnyi nyersvashoz szükséges ércmennyiséget,

C kokszfogyasztás az egységnyi nyersvasra,

p_2 a koksz ára,

c a szükséges salakképző (mészkő) mennyisége, amely az érc összetételéből, a kokszhamu mennyiségéből és összetételéből s a kéntelenítéshez szükséges mennyiségből adódik,

p_3 a salakképző ára,
 g az összes üzemi egyéb költségek.
 Ebből azután adott körülményeknél az érc árát is megkapjuk.

$$p_1 = \frac{F}{f} \cdot [P - Cp_2 - cp_3 - g]$$

$\frac{F}{f}$ viszony adja meg az egységnyi ércből termelhető nyersvas mennyiségét.

A képletből adódik az az ismert szabály, hogy ha a nyersvas árát állandósítani akarjuk, az érc árának annál kisebbnek kell lennie, mennél nagyobb a kokszfelhasználás, a kokszt és a salakképző anyagok ára s végül az üzemköltségek.

Az érc ára nem változik arányosan annak Fe-tartalmával. Minden százalék Fe-többletet drágábban kell megfizetni, mennél dúsabb az érc, mert hiszen a kokszfogyasztás (C), a salakképző (c) és az általános költségek (g) a dúsabb érceknél csökkennek. A csökkenés azonban az érc meddőinek összetételétől függően nem arányos, mert ha a meddő savas, az érc Fe-tartalmának növekedése, azaz a savas meddők csökkenése a salakképző anyagok mennyiségét is jobban csökkenti, mint a bázisos meddők csökkenése.

Ilyenformán, ha ismerjük valamely érc kohászati értékét, könnyen összehasonlíthatjuk vele az új ércet. *Hangsúlyozni kell azonban, hogy összehasonlításra csak egyforma típusú ércek alkalmasak, amelyeknél elsősorban a redukálhatóság és a darabnagyság egymással egyezik.*

Különböző típusú érceket így összehasonlítani nem szabad, hanem azok kohászati értékét csak hosszabb ideig tartó kísérleti olvasztással lehet megállapítani.

Mangánércek értékelésekor hasonlóan kell eljárni, csak értelemszerűen f és F helyett m és M helyettesítendő, ha

m a ferromangán Mn-tartalma,

M az érc Mn-tartalma.

Mivel azonban a mangán egy része elsalakul, azonfelül mangán a füstgázokkal is távozik, azért az $\frac{m}{M}$ hányadost még k tényezővel kell megszorozni.

Ez a tényező mindig nagyobb 1-nél (1—1,5). Ha a mangánércben nagyobb mennyiségű Fe is van, akkor a vasat külön meg kell fizetni. Ezért van az, hogy vastartalmú mangánércek értékelése mindig bonyolultabb művelet, mint vasban szegényeké, s egészen szabatosan alig is vihető keresztül.

5. Összefoglalás

Az előbbieken ismertetünk egynéhány eljárást, amelyek a vasércek kohászati értékének megállapítását célozzák. Általános érvényű, minden ércre alkalmazható eljárás nincsen, ezért minden ércet csak egy-egy kohómű körülményein belüli összehasonlítással lehet megítélni s ezt is csak akkor, ha az új érc fizikai tulajdonságai közel esnek az eddig használt ércekéhez. Végeredményben helyesen jegyzi meg *Osann*, hogy egy érc kipróbálására legalkalmasabb maga a nagyolvasztó. Kísérleti olvasztással igen hamar meggyőződhetünk, hogy az új érc hogyan viselkedik a meglevő elegyben s ennek alapján lehet azután annak értékét megállapítani.

IRODALOM

1. *Osann, B.*: Lehrbuch der Eisenhüttenkunde. Leipzig, 1923, 874.
2. *Osann, B.*: Stahl und Eisen. 1893, 986.
3. *Osann, B.*: Stahl und Eisen. 1902, 1033.
4. *Wagner, A.*: Stahl und Eisen. 1930, 660.
5. *Luyken, W.*: Mitteilungen aus dem Eisenforschungsinstitut. 1945, 1.
6. *Bansen, B., Krebs, E.*: Arch. Eisenhüttenw. 1940/41, 91.
7. *Pavlov, M. A.*: Metallurgija csuguna. Moszkva, 1948. Metallurgie des Roheisens. Berlin, 1952, Bd. I. 128.

II. AZ ACÉLGYÁRTÁS BETÉTANYAGAI

Az acélgyártás betétanyagait két csoportra osztjuk, mégpedig :

1. Fémbetétanyagok.
2. Salakképző anyagok.

A fémbetétanyagokat a következőképpen osztjuk fel :

1. Nyersvas.
2. Ócskavas és acélhulladék.
3. Ötvözők.

Tekintve, hogy az acélgyártás salakképzői részben megegyeznek a nyersvasgyártásával, ezért az összes vaskohászati salakképzőket a III. részben külön fogjuk tárgyalni.

A) NYERSVAS

Nyersvasnak nevezzük metallografiai szempontból mindazon vasfajtákat, amelyek C-tartalma 1,7—4,3%.

Ősidők óta a nyersvas volt az acélgyártás legfontosabb fémbetétanyaga. A frisstűzi eljárásnál, a kavarásnál és a szélfrissítési eljárásoknál a nyersvas volt az egyedüli fémbetétanyag, a Martin-acélgyártásnál jelentőségét részben az ócskavasnak adta át, de a mindinkább érezhető ócskavashiány a Martin-acélgyártásnál újra előtérbe helyezi. Legkisebb jelentősége van a közvetlen villamos acélgyártásnál, mivel itt a nyersvas a betétnek csak kis hányada.

A termelhető nyersvas minősége befolyásolja elsősorban az acélgyártási eljárást s befolyással volt az egyes acélgyártási gócpontok kialakulására is. A Lotharingia—luxemburgi határvidéken az ottani minett-ércekből kohósítható foszfordús nyersvas tette lehetővé a Thomas-acélgyártás kifejlesztését.

A svédországi igen tiszta nyersvasfélések az alapjai a híres svéd minőségi acélgyártásnak.

Az urali és keletoroszországi ércekből termelhető Martin-nyersvas párosulva az ottani ócskavashiánnyal, volt az oka a nyersvas-érceljárásos Martin-acélgyártás elterjedésének, amelyet a múlt század 90-es éveiben ott kifejlesztettek. Számítalan további példát lehetne felsorolni, miként befolyásolta a termelhető nyersvas a különböző acélgyártási eljárások kifejlesztését.

Mondhatjuk, hogy még ma is a rendelkezésre álló nyersvas minősége szabja meg az acélgyártás irányát, jóllehet mai kohászati ismeretek birtokában kevésbé függünk a nyersanyagtól.

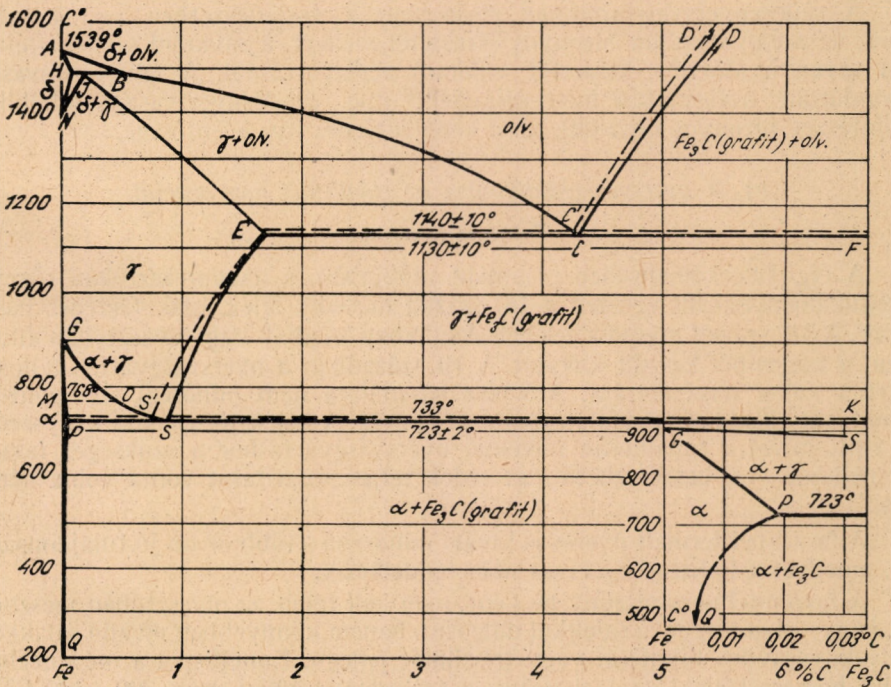
1. A nyersvasfajták osztályozása

A nyersvasfajtákat vaskohászati szempontból többféleképpen osztályozhatjuk, mégpedig :

- Metallográfiai szerkezetük szerint :
szürke vagy grafitos nyersvasra,
fehér vagy karbidos nyersvasra,
felesnyersvasra, amely a kettő között van.
- Gyártási módjuk szerint :
faszenes nyersvasra,
koksos nyersvasra,
elektronnyersvasra.
- Felhasználásuk szerint :
Bessemer-nyersvasra,
Thomas-nyersvasra,
Martin-nyersvasra,
öntészeti nyersvasra és
különleges célokra alkalmas nyersvasra.

a) A nyersvas metallográfiai szerkezete

Nyersvasnak nevezzük, mint említettük, mindazon vasötvözeteket, amelyeknek C-tartalma 1,7%-nál nagyobb. Ezeknek tudvalevőleg nincsen képlékenyséjük s általában csak öntéssel alakíthatók. A 2. ábra a vas-szén ötvözetek



2. ábra. A Fe—C-ötvözetrendszer egyensúlyi diagramja

egyensúlyi diagramját mutatja. Ebből látható, hogy a nyersvasfajták kétféle rendszerben merevedhetnek meg, mégpedig stabilis rendszerben, amikor az oldott C mint grafit válik ki s a töret ennél fogva szürke s metastabilis rendszerben, amikor a C mint vaskarbid oldva marad s a töret fehér. Elsősorban a lehűlési viszonyoktól függ a kétféle megmerevedés, mégpedig a lassú lehűlés stabilis rendszerben történő kristályosodást, tehát a grafitos szürke töret kialakítását segíti elő, míg a gyors lehűlés a karbidos megmerevedést, tehát a fehér töretet okozza.

A nyersvasban levő egyéb elemekkel, így elsősorban a szilíciummal és a mangánnal a kristályosodást befolyásolni tudjuk. A szilícium a grafitkiválást elősegíti s ennél fogva Si-tartalmú nyersvas általában szürke töretű, míg a mangán maga is karbidképző, mangán-karbid alakjában további szénket köt meg s a töret ennél fogva fehér. A szilícium és a mangán tehát igen fontos ötvözője a nyersvasnak, mert azok megfelelő szabályozásával tudjuk elsősorban a kívánalmaknak megfelelő nyersvasminőséget előállítani.

A másik két elem, a foszfor és a kén — egyes eseteket nem tekintve — soha nincsenek a nyersvasban olyan nagy mennyiségben, hogy annak szövetét lényegesen befolyásolják.

A szürke- és fehérnyersvas között van a felesnyersvas. Ennek jellemzője, hogy a külső részekben a gyors lehűlés következtében a kristályosodás karbidos, tehát fehér, míg a belső részekben a lassú lehűlés következtében grafitos, tehát szürke. Ez a nyersvas átmeneti nyersvas, ha az olvasztó szürkevasról fehérnyersvasra megy át, s akkor képződik, amikor a Mn- és Si-tartalom kb. egyforma mennyiségben (1,2%) van a nyersvasban.

A szürkenyersvas-fajtáknak elsősorban a vasöntészetben van jelentőségük, az acélgégyártásban bizonyos összetétel mellett, a savanyú szélfrissítésnél és a savanyú Martin-, valamint villamos acélgégyártásnál. A fehérnyersvasak kimondottan acélgégyártási nyersvasfajták, míg a felesnyersvasnak inkább a vasöntészet bizonyos fajtáinál, pl. a kéregöntésnél van jelentősége.

b) A nyersvas osztályozása az előállítási mód szerint

Faszenes nyersvas

A régi bucakemencében és annak utódjában, a nagyolvasztóban tüzelő- és redukálóanyagként egészen a 18. század második feléig csak faszenet használtak. A 18. század második felében Angliában kezdték nagyolvasztóban alkalmazni a kőszénből készült kokszot. A 19. században a nyersvasgyártás teljesen áttért a koksz használatára. A koksz használata nem minőségi szempontból történt, sőt ellenkezőleg, annak romlását okozta. A koksz használata kényszerűség volt, mivel a rohamosan növekvő nyersvasgyártáshoz a szükséges faszén már nehezen volt beszerezhető s az erdők teljes pusztítását vonta volna maga után.

A faszénnel termelt nyersvas kiváló minőségű s több olyan jó tulajdonsága van, amellyel a kokszos nyersvas nem rendelkezik.

A faszénnel nem viszünk be kén, nem kell tehát az olvasztóban mészben dús, nagy olvadáspontú salakkal dolgozni, hanem könnyebben olvadó salakkal, amely kovasavdús biszilikát vagy triszilikát jellegű. Ennél fogva a medencében kisebb hőmérséklettel dolgozhatunk, a szél előmelegítése csak 300—400 C°-ig történik, az elegyből tehát kevesebb szilícium redukálódik s a nyersvas finomabb

szemcsézetű lesz, aminek természetesen elsősorban öntődei szempontból van jelentősége. A kevesebb szilícium redukálása folytán a nyersvas C-tartalma nagyobb lesz, meghaladja a 4%-ot is. A savanyú salaknak igen jó dezoxidáló és gáztalanító hatása van és mivel faszenes nyersvas gyártásához általában foszforban igen szegény, vasban dús érceket használnak, a nyersvas nagy C-tartalom mellett foszforban és kénben igen szegény, aminek az acélgéártásnál van jelentősége.

A Mn- és Si-tartalmat megfelelő elegyösszeállítással a kívánt mennyiségre lehet szabályozni.

Az ilyen faszenes nyersvasat nagyon jól lehet használni a savanyú acélgéártási eljárásoknál, valamint a minőségi acélgéártásnál a fürdő dezoxidálására és C-tartalmának szabályozására. A tégelyacél kiváló minősége részben az ezen eljárásnál felhasznált faszenes nyersvassal magyarázható.

Ezért van, hogy egyes országokban, Svédországban, a Szovjetunióban, Braziliában, stb. még most is vannak üzemben faszenes olvasztók. A később említendő villamos olvasztóban termelt nyersvas közel hasonló minőségű.

Kokszos nyersvas

Az olvasztóban redukálásra és hőtermelésre a kőszénből készült kokszot használják. Mivel a kőszénkoksz mindig tetemes mennyiségű ként tartalmaz (a mai koksz kéntartalma mindig nagyobb 1%-nál), ami a vasnak a kénhez való nagy vegyrokonsága következtében átmenne a vasba, ennek megakadályozására mészben nagyon dús salakkal kell olvasztani, hogy a kén a kalciumhoz kötődjék (CaS). Mészben dús salakok olvadáspontja azonban igen nagy, az olvasztót tehát meleg széllel és fölös koksz adagolásával melegen kell járatni. Ennek következménye a szilícium tetemes redukálása a nyersvasba és annak durva szemcséjű szövete. A kokszos nyersvasban a S-tartalom min. 0,05%, a P-tartalom pedig függ az ércek P-tartalmától s mivel a közönséges nyersvasgyártáshoz megfelelő tiszta ércek hiányában nem igen vehetünk P-szegény érceket, azért a kokszos nyersvas P-tartalma rendesen nagyobb, mint a faszenes nyersvasé. Hangsúlyozni kell ugyan, hogy a nyersvas P-tartalma nem a kohósítási eljárástól, hanem a kohósításra felhasznált ércek P-tartalmától függ.

Villamoskohóban gyártott nyersvas

A 20. század elején kezdődött a villamoskohászat, először a nagyolvasztóhoz hasonló alakú kemencében, később és most alacsony aknás olvasztóban. Ahol olcsó áram áll rendelkezésre, ott a villamosolvasztó gazdaságosan tud nyersvasat termelni.

A villamoskohó üzemének sajátossága, hogy a felhasznált kokszhulladék, sőt nyersszek nagy kéntartalmának ellenére, a villamos ívfény képezte nagy hőmérséklet lehetővé teszi igen bázisos, mészben dús, tehát kéntelenítő salak alkalmazását, úgyhogy a termelt nyersvas kéntartalma a legtöbb esetben 0,03%-nál kisebb. Ha tehát a kohósításhoz foszforban szegény érceket veszünk, akkor az ásványi tüzelő alkalmazása ellenére, a faszenes nyersvassal úgyszólván egyenértékű minőségi nyersvasat lehet termelni. Ebben rejlik a villamoskohászat jelentősége.

c) A nyersvas osztályozása felhasználás szerint

Bessemer-nyersvas

A szélfrissítő acélgyártási eljárásoknál, ahol úgyszólván tiszta nyersvasbetéttel dolgoznak, a nyersvasban levő egyes elemek frissítése a nyersvason átfújtatott levegő oxigénjével történik. A folyékony betét s az átfújtatott levegő oxigénjének nagy érintkező felülete következtében a frissítés nagy sebességgel megy végbe s az adag percek alatt elkészül.

Minthogy a szén elégetésével a fürdő olvadáspontja emelkedik, a konvertert azonban külön fűteni nem tudjuk, a hőfok emeléséhez, valamint a sugárzási s egyéb hővesztések pótlására szükséges hőmennyiséget a nyersvasban levő bizonyos elemek elégetésével kell biztosítani. Első pillanatra a szén elégetése látszik erre alkalmasnak. A konverterben a szén azonban nagy részben csak CO-vá ég el — tehát kg-ként 2218 kcal-t fejleszt — és minthogy a szén égéstermékei gázalakúak, ezek a befújt levegő nitrogéntartalmával együtt annyi hőt visznek el, hogy a hőfok emelésére hőmennyiség alig marad. A szén elégetésével tehát a szükséges hőfokot nem tudjuk elérni. A hőmérséklet emelésére csak a nyersvasban lévő szilícium vagy foszfor elégetése alkalmas.

A savanyú szélfrissítésnél, a Bessemer-eljárásnál, szilíciumot használunk hőtermelésre. A normális Bessemer-nyersvasban a Si-tartalom 1,5—2% között van s ennyi teljesen elegendő az említett hőtermelésre.

A Si-tartalom azonban még egyéb körülményektől is függ. A nyersvas Si-tartalma annak kémiai, vagy rejtett melegét képezi s ez annál nagyobb kell hogy legyen, mennél hidegebb a nyersvas, vagyis mennél kisebb annak »fizikai« melege, s fordítva, mennél melegebb a nyersvas, annál kevesebb kémiai melegre van szükség, vagyis annál kisebb lehet annak Si-tartalma.

F. C. Müller [1] közli, hogy Nizsny—Saldinszk-kohóban (Ural) nagyon meleg nyersvasat már 0,7% Si-tartalommal jó eredménnyel fűjtatnak.

H. M. Howe szerint [2] az amerikai Bessemer-művek 0,6—0,9% Si-tartalmú nyersvasat fűjtatnak be.

R. Akerman szerint [3] Svédországban a Bessemer-eljárás bevezetése óta általában 0,9—1,0% Si-tartalmú nyersvasat alkalmaznak, feltéve, hogy a nyersvas meleg.

A nyersvas Mn-tartalma 0,5—2% között van s részben fordítva arányos a Si-tartalommal, mivel kisebb Si-tartalom esetén a mangánt is hőtermelésre vesszük igénybe.

Mivel a savanyú eljárásnál képződött kovasav (SiO_2) akadályozza a foszfor és a kén elsalakulását, ezért a Bessemer-eljáráshoz — ha avval közvetlenül kész acélt kell előállítani — a nyersvasban a foszfor és kén nem lehet több, mint a kész acélban megengedett legnagyobb P- és S-tartalom. Sőt mivel a vas elégetése folytán a foszfor- és a kéntartalom még nagyobb lesz, azért még annál kisebbnek kell lennie. A P- és S-tartalmat egyenként 0,1%-ban vehetjük fel maximumnak.

Ha azonban a Bessemer-eljárás nem kész acélgyártást céloz, hanem bázisos SM- vagy villamoskemencével duplexeljárásban működik, akkor a P-tartalom nagyobb lehet. Álló, kikészítő SM-kemencében a P-tartalom max. 0,25%, ha buktatható kikészítő SM-kemencével dolgozunk, akkor a P-tartalom 0,5% is lehet, mert a buktatható SM-kemencében könnyű az átöntött fém P-tartalmát frissíteni és a P-dús salakot eltávolítani.

Számításokkal kimutatható, hogy a legtöbb hőt a befűvott levegő nitrogéntartalma viszi el. Ha tehát a nitrogéntartalmat csökkentjük, vagyis a befűvott

levegőt oxigénnel dúsítjuk, akkor a nyersvasban kisebb Si-tartalom elegendő, a fürdő hőmérsékletének emeléséhez szükséges hőmennyiség termeléséhez. Erre vonatkozó részletes számításaimat más helyen közzétettem [4]. Számításaim szerint, a szükséges hőmennyiség termelésére a nyersvasban közönséges viszonyok mellett, 30%-os oxigéndúsításnál elegendő 0,9, 35%-os oxigéndúsításnál pedig 0,7%-os Si-tartalom. Kiindulásom normális, 1,6%-os Si-tartalmú nyersvasakon alapult.

Thomas-nyersvas

Bázisos szélfrissítésnél a nyersvasban a hőtermelő elem a foszfor. Ebből adódik, hogy a nyersvasban a foszfornak bizonyos legkisebb mennyiséget kell elérnie, hogy elégeése révén a szükséges hőmennyiséget biztosítsuk, másrészt mivel a foszforelsalakosítás mészfoszfát alakjában is csak bázisos bélés mellett lehetséges, a bázisos szélfrissítéssel — ellentétben a savanyú szélfrissítéssel — a foszfor elsalakosítása lehetséges.

A nyersvas P-tartalma akkora legyen, hogy a szükséges hőmennyiséget termelni tudja. Ebből adódik, hogy a nyersvas minimális P-tartalma függ annak hőmérsékletétől, vagyis fizikai melegtartalmától. A hőmérséklettől függően a Thomas-nyersvas P-tartalma 1,6—2,2% között, leginkább 1,8—2% között van.

A Thomas-nyersvas gyártása csak P-tartalmú ércekből lehetséges, ahol ilyen ércek vannak, ott a nyersvas olcsón gyártható.

Ha a nyersvasban nem tudjuk a szükséges minimális P-tartalmat biztosítani, akkor a hiányzó hőmennyiséget éppenúgy, mint a Bessemer-eljárásnál, oxigéndúsítással történő fúvással tudjuk elérni.

Errenézve *F. Wüst* és *L. Laval* [5] végeztek számításokat, s a következő eredményre jutottak :

Levegődúsítás %-ban	25	30	40	50
Szükséges foszfortartalom a fürdőben, %-ban	1,56	1,22	0,79	0,50

A Thomas-nyersvasban bizonyos jelentősége van a Si-tartalomnak. A szilícium elégeése jelentős hőtöbbletet jelent ugyan, de az elégeésekor képződött kovasav lekötésére sok mészre van szükség. Ez még kevésbbé lenne zavaró, jelentősebb az a tény, hogy nagy Si-tartalmú Thomas-nyersvas fúvásakor kezdetben nagy a kidobás a konverter száján, tehát jelentős veszteségek keletkeznek. Hogy nagy Si-tartalmú nyersvasaknál miért nagyobb a kidobás, az még teljesen tisztázva nincsen, legvalószínűbb az a feltevés, hogy a szilícium sűrű folyásúvá teszi a nyersvasat. [6] [7] [8]

Ha a kidobást csökkenteni akarnánk, akkor kezdetben lassabban kellene fújni, ami megint a termelés csökkenését jelentené. A Thomas-nyersvas Si-tartalmát ennél fogva 0,6%-ban maximálják.

A Thomas-nyersvas szokásos összetétele a következő :

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

Bizonyos jelentősége van még a Thomas-nyersvas nitrogéntartalmának, mert ez részben befolyásolja a kész acél nitrogéntartalmát.

Ha az olvasztó hosszú áthaladási idővel lassan jár, akkor a nyersvas nitrogéntartalma kicsi lesz s 0,007%-ra csökken. Ha az ilyen nyersvasat beöntik a keverőbe s ebben is lassan halad át, akkor a nitrogéntartalma 0,0044%-ra csökken, tehát lassú áthaladás mellett mind az olvasztóban, mind a keverőben denitrálás történik. Az ilyen nyersvasból fűjtatott konverteradagok nitrogéntartalma kisebb, mint a normális nyersvasé.

Martin-nyersvas

A Martin-acélgéártásnál különbséget kell tenni savanyú és bázisos eljárás között, mert hiszen a követelmények a kettőnél különböznek.

Savanyú eljárásnál, mivel foszfortalanítani és kénteleníteni nem lehet, a betét P- és S-tartalmának az acélban megengedett legnagyobb P- és S-tartalomnál kisebbnek kell lennie, mivel a többi elemek elégeése folytán a fürdő foszforban és kénben dúsul.

Savanyú acélgéártási eljárásokhoz rendszeren hematit nyersvasfésleéseket használunk, amelyek P-tartalma max. 0,1%, S-tartalma max. 0,05%.

A nyersvas Si-tartalmának, amely rendszeren 1 es 2% között van, az a jelentősége, hogy egyrészt hő termelődik, másrészt a szilícium elégeeséből képződő kovasavnak a salakképzésnél van jelentősége.

A savanyú acélgéártásra használt nyersvasak Mn-tartalma 1—1,5% között változik.

Bázisos Martin-kemencében a nyersvas összetételével szemben a követelmények sokoldalúak. Az acélgéártó szempontjából az lenne a legkívánatosabb, hogy a szénen kívül a nyersvas többi eleme lehetőleg megközelítse az acélban megkívánt végső mennyiséget. Ezt kívánná meg a SM-kemencében végrehajtott frissítési munka legszükségesebbre korlátozásának szempontja, másrészt az a körülmény, hogy az acélkemencében mennél kevesebb salak képződjék.

Könnyen belátható, hogy mennél nagyobb a nyersvashányad a betétben, annál inkább kell törekedni ennek a követelménynek eleget tenni, vagyis annál inkább kell az olvasztónak az acélmű kívánságát teljesítenie, mert a nyersvas összetételének ingadozása annál jobban hat ki az acéladag lefolyására.

Ha a nyersvashányad kicsi, a nyersvas összetételében nagyobb ingadozások engedhetők meg, mert a nyersvasbetét nagyobb adagra oszlik el. Ebből adódik, hogy mennél több nyersvasat adagolunk a SM-kemencébe, annál kevésbbé szennyezett nyersvasra van szükség.

Ezt a követelményt 100%-ig teljesíteni alig lehet, mert a nagyolvasztóba adagolt vasércfésleések mellett, ideszámítva a felhasznált koks minőségét, a nyersvas összetétele részben már előre adva van. Főszempont legyen az acélmű követelménye annál is inkább, *mert a kohónál jelentkező esetleges megtakarításokat az acélmű igen drágán fizetheti meg.*

Helyes üzemvezetésnél a nagyolvasztót és acélművet egy egységnek kell tekinteni, mert csak így érhető el a leggazdaságosabb és legjobb minőségi acélgéártás.

Ez persze csak acélgéártási nyersvasra vonatkozik, öntödei nyersvasnál más szempontok lehetnek mérvadók.

Ezek előrebocsátásával vizsgáljuk meg, hogy a nyersvas egyes elemeivel szemben milyen követelményeket támasztunk.

Szilícium

A nyersvas Si-tartalma adja a Martin-kemencében a legtöbb salakot. Ha a salak bázikusságát a $\frac{\text{CaO}}{\text{SiO}_2}$ viszonyt, 2,2-nek vesszük, akkor is 1 kg Si 6,85 kg salakot ad, vagyis mennyiségének közel hétszeresét. A kepződött kovasav a foszfortalanítást, a sok salak pedig a lángból a fürdőbe való hőátadást hátráltatja.

Legtöbbször azonban még ennél is bázisosabb salakkal szoktak dolgozni, tehát még több salak képződik. Ebből adódik, hogy a nyersvas Si-tartalma max. 0,6% legyen. Alsó határát tulajdonképpen megadni nem is lehet, mert a 0,6% felső határt is alig tudják kohóink tartani. A kohósításra használt kokszt egyre nagyobb S-tartalma a medencében hathatós kéntelenítésre készítet, mikor is nagyon bázisos, nagy olvadáspontú salakkal kell dolgozni. A medencében uralkodó nagy hőmérsékleten azonban nem kerülhető el a szilícium redukálása. Az acélnyersvas Si- és S-tartalma között összefüggés van, vagyis kis S-tartalom nagy Si-tartalommal jár együtt. Mivel azonban a kén eltávolítása a SM-kemencében nem könnyű feladat, különösen nagy S-tartalmú füstgázok mellett, azért két lehetőség van. Vagy nagy Si-tartalmú és kis S-tartalmú nyersvasat termelünk s a szilíciumot kondicionálással távolítjuk el, vagy pedig kis Si-tartalmú s nagy S-tartalmú nyersvasat gyártunk s a vasat valamilyen eljárással kéntelenítjük az olvasztón kívül. Mindkét eljárásról »Nyersvasgyártás« c. kötetben lesz szó.*

Acélöntődei SM-kemencében, amelyekben mindig csak minimális nyersvas-mennyiséggel dolgoznak, a nyersvas Si-tartalma egészen 1%-ig emelkedhetik, mivel lassítja a frissítést s elégése folytán kedvezően hat a hőtermelésre. 30%-os nyersvasbetét esetén a szilícium okozta salakmennyiség nem számottevő, hiszen minimális (8—11%-nyi) salakmennyiségre minden olvasztásnál szükség van.

Mangán

A mangán az acélfürdőben kivédi a FeO és S vöröstörést előidéző hatását, de nagyobb mennyiségben fékezi a frissítést. Gyakorlati tapasztalat szerint a nyersvas Mn-tartalma akkora legyen, hogy a betét átlagos Mn-tartalma 0,9—1,2%-nak adódjék. A közönséges ócskavas Mn-tartalmát átlagban 0,5%-nak vehetjük, s ismert nyersvashányad mellett a betétben könnyen kiszámíthatjuk a nyersvas szükséges Mn-tartalmát. Mennél több nyersvasat adagolunk, annál kisebb lesz az és fordítva.

Hazai kohóink az acélnyersvasat a szükségesnél nagyobb Mn-tartalommal gyártják, éppen a nyersvas S-tartalmának alacsony szinten tartása céljából s ezért az elegybe még külön mangánércet kevernek. Nem kell külön hangsúlyozni, hogy ez az eljárás tetemes mangánpazarlással jár, azért is kívánatos a nyersvasnak az olvasztón kívüli kéntelenítése.

Foszfor

Az ércből s a kokszt hamujából kerül a nyersvasba. Mindenképpen káros szennyező az acélban s ezért frissítéssel való eltávolítása vagy csökkentése

* A Vaskohászati Enciklopédia VI. kötete.

nagyon fontos. Mondhatjuk, hogy éppen a foszfor frissítése hozta létre a különböző bázisos acélgyártási eljárásokat.

A foszfor elsalakosítása tetrakalciumfoszfát, $4\text{CaO} \cdot \text{P}_2\text{O}_5$ alakjában történik, amiből adódik, hogy salakképző hatása az egységre vonatkoztatva kb. hatszoros.

Mivel a mai ócskavas P-tartalma már aránylag kicsi, s a legtöbb foszfor a nyersvasal kerül az acélkemencébe, azért igen nagy fontosságú a nyersvas P-tartalma. A nyersvas megengedhető legnagyobb P-tartalma több tényezőtől függ.

Elsősorban a betét nyersvasarányától. Minél több a nyersvas az adagban, annál több foszfort viszünk be, annál kisebbnek kell P-tartalmának lennie. Másodszor függ a kész acél megengedett legnagyobb P-tartalmától. Ez külön magyarázatra nem szorul. Végül függ a kész acél keménységétől. A SM-kemencében a foszfortalanításra általában véve kedvező feltételeket lehet teremteni. Tudjuk a foszfortalanítás fizikai-kémiai törvényszerűségeiből, hogy mennél kisebb az acél C-tartalma, annál kedvezőbbek a foszfortalanítás feltételei s mennél nagyobb a C-tartalom, annál több foszfor marad vissza. Ebből adódik, hogy lágyacélgyártáskor több foszfor engedhető meg a nyersvasban, mint keményebekbenél, azaz adott P-tartalom mellett a lágyacélban természetszerűleg mindig kisebb a P-tartalom, mint keményekben.

Az előbbieket szem előtt tartva álló SM-kemencében, egy szakaszos eljárás mellett, az acélnyersvas P-tartalma következő határok között van.

Kimondottan minőségi acéloknál, amelyeknél a lágy acélokból max. 0,03% P-tartalom, a keményebb acélokból max. 0,05% P-tartalom megengedett, a nyersvas maximális P-tartalma 0,1% lehet.

Kereskedelmi acélokból, azok C-tartalmától függően, a nyersvas P-tartalma 0,1—0,3% lehet.

Ez persze nem teszi lehetetlenné nagyobb P-tartalmú nyersvas felhasználását, de erre az esetre különleges acélgyártási eljárások fejlődtek ki, amelyeket szerző más helyen részletesen tárgyalt^[9] s azért azokkal itt nem foglalkozunk.

Kén

Szintén káros szennyezője az acélnek. Eltávolítása a SM-kemencében különleges módszerekkel is csak részben sikerül. A kén még a füstgázokból is bejut az acélfürdőbe, azért törekedni kell annak mennyiségét a betétben kicsire venni. Közöséges acélnyersvasban a S-tartalom ne legyen több, mint 0,1%.

A bázisos Martin-, és a bázisos villamoskemencében a szokásos acélnyersvas összetétele a következő:

3—4% C, 0,3—0,6% Si, 1,5—4% Mn, max. 0,3% P, max. 0,1% S.

Különleges összetételű nyersvasak

Az említett szokványos nyersvasak mellett a minőségi acélgyártásnál nagy jelentőségűek a különleges nyersvasak.

Ezeket a nyersvasakat, részben a fürdő karbonizálására (szenezésére), részben pedig annak dezoxidálására használják, tehát a nyersvasat az adag vége felé adagolják, amikor már nincsen frissítés, illetve foszfortalanítás, s ennél fogva a nyersvasnak káros szennyezőkben nagyon tisztának kell lennie. Ide tartozik az az eset is, amikor savanyú Martin- vagy villamoskemencében nagyon

tiszta acélt kell gyártani, vagy pedig a bázisos villamos kemencében az adagot egy szakaszban, frissítés nélkül készítjük ki. Ezzel akkor van dolgunk, ha sok ötvözőhulladékot kell beolvasztani. Ha ugyanis frissítenénk, nagy mennyiség égne el, tehát helyesebb és gazdaságosabb frissítés helyett a betétben tisztább nyersvasat és acélféltterményt használni. Ez ugyan drágább, de ily módon ötvözőket takarítunk meg.

Ezeket a különleges nyersvasakat nemcsak kis P- és S-tartalmuk jellemzi, hanem a Mn- és Si-tartalom is igen kicsi bennük, mivel az ötvözött acélokban a Mn- és Si-tartalom felső határa sokszor korlátozott.

Az ilyen különleges nyersvasak ezenkívül sokszor még nemes ötvözőket is tartalmaznak s ennél fogva igen kedvezően befolyásolják az acél tulajdonságát, sőt kevés ötvöző bevitelére is alkalmasak. Ezek a különleges nyersvasféleségek rendszeren faszenes vagy villamos olvasztóban készülnek; összetételükre az alábbi néhány példa tájékoztat:

	C	Mn	Si	P	S	V	Ti
	%						
Svéd faszenes nyersvas	4,4	1,5	1,4	max. 0,025	0,020	—	—
Vanádiumos nyersvas	max. 4	max. 0,2	0,5 —2	max. 0,025	0,025	kb. 0,5	kb. 0,5
Finn nyersvas villamos kohóból	4	0,1—0,2	0,25—0,75	max. 0,20	0,01—0,02	—	—
Finn nyersvas villamos kohóból	4	0,1—0,2	0,75—1,25	0,020—0,030	0,010—0,020	—	—

Megjegyzés: az öntészeti nyersvasakkal jelen könyvünkben nem foglalkozunk.

IRODALOM

1. Müller, F. C.: Stahl und Eisen. 1890, 115.
2. Howe, H. M.: Journal Iron and Steel Institute. 1890, II. 98.
3. Akerman, R.: Stahl und Eisen. 1893, 921.
4. Zsák V.: Bányászati és Kohászati Lapok. 1950, 413.
5. Wüst, F., Lavál, L.: Metallurgie. 1908, 433.
6. Wimmer: Stahl und Eisen. 1925, 956.
7. Thomas, K.: Stahl und Eisen. 1930, 1670.
8. Herzog, E.: Stahl und Eisen. 1930, 1717.
9. Zsák V.: Az acélgártás időszerű kérdései. Budapest, 1953, 173.

B) ÓCSKAVAS ÉS ACÉLHULLADÉK

1. Az ócskavas fogalma

Az acélgyártás második fontos fémbetét anyaga az ócskavas (acélhulladék).

Mielőtt ennek részletes tárgyalásába kezdenénk, az ócskavas fogalmát kell meghatároznunk.

Közhasználatban ócskavasnak mondanak mindenfajta vas- és acélgyártási hulladékot, gépek, felszerelési és közhasználati tárgyak elhasznált, kiselejtezett roncsait, vagyis minden vas- és acélból készült és használatra már nem alkalmas tárgyat, tekintet nélkül arra, hogy azok öntöttvasból, vagy pedig kovácsolható vasból, tehát acélból készültek. Ez azonban nem helyes.

Kohászati szempontból ócskavasnak csak azokat a hulladékokat nevezzük, amelyek alapanyaga kovácsolható acél, míg az öntöttvashulladékot helyesen *öntvénytörmeléknek* kell neveznünk, amely tudvalevőleg a vasöntődék igen fontos betétanyaga.

2. Az ócskavas jelentősége az egyes acélgyártási eljárásoknál

a) Szélfrissítés

A szélfrissítő eljárásoknál, ha az adagok nagyon melegen járnak, akkor hűtés végett sokszor dobnak be ócskavasat, amely átlagban a betét 10%-a is lehet. Szélfrissítő eljárásoknál az ócskavas adagolása nem feltétlen követelmény, mert újabb tapasztalatok szerint hűtésre éppen úgy lehet jó vasércet is használni, ami a mai ócskavashiány mellett nagy jelentőségű, s ezenfelül az ércel történő hűtés még az acél minőségének javulásával is jár.

A konverterbe adagolandó ócskavas könnyen belápatolható vagy bedobható, ne túl nehéz darabokból legyen.

b) Martin-acélgyártás

Más a helyzet a Martin-acélgyártásnál. Mintegy 100 évvel ezelőtt, a nagy mennyiségben felgyülemlett ócskavas (acélhulladék) felhasználásának szükségessége hozta létre a Martin-acéleljárást. Éppen az ócskavas felhasználásának lehetősége tette a SM-kemencét úgyszólván univerzális acélgyártó kemencévé s okozta nagy elterjedését.

Az ócskavas-nyersvas arány a SM-kemencében igen tág határok között változik: 20—80% lehet a SM-kemence betétjében az ócskavas, de ismerünk eljárást, amely 100% ócskavasbetétet használ. Általában mondhatjuk, hogy nagy acélgyártó SM-kemencébe legcélszerűbb a betétbe mintegy 50% ócska-

vasat adagolni, akkor kapjuk folyékony nyersvasbetéttel együtt a legkedvezőbb üzemi eredményeket.

Kizárólag acélöntödei célokat szolgáló SM-kemencékbe több ócskavasat adagolnak; ezeknél 30—35% nyersvasbetéttel 70—65% ócskavasat szoktak adagolni.

Nagyjából ez a helyzet olyan acélgyártó kemencéknél, amelyek nem folyékony nyersvasbetéttel, hanem szilárd nyersvasbetéttel kénytelenek dolgozni. A sok szilárd nyersvasnak beolvasztása és annak frissítése nagyon elhúzná az adagtartamot.

Az ócskavas-nyersvas aránya elsősorban a rendelkezésre álló ócskavas mennyiségétől és az ócskavas árától függ. Minél több a nyersvasnál olcsóbb ócskavas, annál nagyobb az ócskavas mennyisége a betétben.

Ez az arány függ továbbá a gyártandó acél keménységétől. Egyenlő körülmények között kemény adagokhoz természetesen mindig több nyersvasat, tehát kevesebb ócskavasat kell adagolni, mint lágyacél adagokhoz.

A világpiacon a rendelkezésre álló ócskavas mennyisége mindinkább fogy, és az acélművek saját gyári visszatérő hulladékán kívül alig jutnak már idegen hulladékhoz. Ezért az acélművek világszerte mindinkább kényszerülnek a betétbe több és több nyersvasat adni, s az ócskavas mennyisége mindinkább kisebb lesz.

A világpiacon uralkodó ócskavashiány okát a következőkben állapíthatjuk meg :

1. A világ acéltermelésének az utóbbi években igen nagymértvű növekedése, amellyel a visszatérő hulladék természetesen nem tarthat lépést.

2. A visszatérő hulladék viszonylagos kisebbedése. Amíg régebben egy vegyes vasmű saját visszatérő hulladéka átlagban az acéltermelés 30%-a volt, ma a hengerlindák és hengertelők anyagok jobb kihasználása folytán 20—25% között van.

3. Számításba kell venni, hogy a késztermékekből átlagban kb. 15—25 év múlva lesz újra ócskavas, tehát a mai nagyobb acéltermelés csak ennyi idő múltán fog jelentkezni ócskavas alakjában.

4. Végül jelentősen hozzájárul az ócskavashiányhoz még az is, hogy a két világháború acéltermelésének jelentős hányada teljesen hiányzik az ócskavas körforgalmából.

Gondoljunk itt elsősorban a sok tűzérési és egyéb lövedékre (légi bombákra), amelyek repeszdarabjai részben a harctereken, részben a bombázott helyeken vannak elszórva s amelyekből csak keveset lehetett összegyűjteni. Ilyen veszteség a két világháborúban elsüllyesztett sok kereskedelmi- és hadihajó, amelyekkel sok millió tonna acél került a tenger fenekére, amelyek mint ócskavas az acélipar számára mindörökké elvesztek, mert ezeknek a mély tengerből történő kiemelése természetesen szóba sem kerülhet.

Pedig éppen az időnkint rendszeresen kielejtezett hajók anyaga adta az ócskavas tekintélyes részét. Ma még egyelőre hajóhiány van s a selejtezésre kerülő hajók száma kicsi.

c) Elektro-acélgyártás

A villamos acélgyártókemencék fémbetétje túlnyomórészt csak ócskavas, ezeknél a nyersvas általában nem haladja meg a betét 10%-át. Különleges, kemény és minőségi adagokban elérheti a nyersvas a betétben a 25%-ot is. Villamoskemencékben tehát az ócskavas jelentősége még nagyobb, mint a Martin-acélgyártásnál.

3. Az ócskavas előkészítése

Az acélműbe kerülő hulladék a legkülönbözőbb helyekről származik, s ennél fogva vegyi összetételben, alakban, súlyban nagyon elüt egymástól és sokszor még olyan anyagok is tapadnak rajta (kenőolaj, salak, föld, zománc, stb.), amelyek felhasználását károsan befolyásolják.

Az ócskavas úgy, ahogyan van, legtöbbször nem használható fel az acélgyártásban, hanem azt elő kell készíteni. Az előkészítés elsősorban az acélművek követelményei szerint történik, de a gazdaságosság célszerű szempontjait is tekintetbe kell venni, más szóval, az előkészítésnek nemcsak az acélművek, hanem a népgazdaság érdekeit is ki kell elégítenie.

Az egyenletes, folyamatos gyártás elsősorban a betét kémiai és fizikai tulajdonságától függ, mennél jobban tudjuk annak egyenletességét és egyneműségét biztosítani, annál előnyösebben tud az acélmű termelni. Az előkészítés módja függ elsősorban az acélkemencék fajtájától, más kis, más nagy Martin-kemence s egészen más villamóskemencék részére. Az előkészítés másodszorban függ a gyártandó acél minőségétől.

Az ócskavas előkészítését tehát két szempont szerint kell végezni, mégpedig :

- a) az ócskavas osztályozása vegyi összetétel szerint,
- b) az ócskavas fizikai tulajdonságainak, darabosságának a követelményeknek megfelelő előkészítése.

4. Az ócskavas osztályozása vegyi összetétel szerint

a) Az öntvénytörmelék kiválasztása

Az ócskavas osztályozásának első foka az öntvénytörmelék kiválogatása. Ez nagyon fontos, egyrészt, mert az öntvénytörmelék a vasöntödék igen fontos betétanyaga, s népgazdasági szempontból hiba lenne azt az acélművekben feldolgozni. Ez sem az acélkemencébe történő közvetlen, sem pedig a keverőbe történő beadagolással nem célszerű, jöllehet az utóbbiban jobban elkeveredik és kevésbé zavarja az összetételt.

Az öntvénytörmeléket mindenképpen a vasöntödékhöz kell eljuttatni. Kivételt képeznek a tüzelőberendezések alkatrészeiből származó darabok. Ezek a tüzelőanyag S-tartalma következtében kénben rendszerint annyira dúsulnak, hogy kártékonyan rontanák a vasöntvény tulajdonságait, mivel sem a kúpolóban, sem az öntődei lángkemencében kénteleníteni nem lehet. Azért az ilyen S-tartalmú szürkeöntvényt — de még acélhulladékot is —, leghelyesebb nagyolvasztóba adagolni. Itt tudvalevőleg a kéntelenítés lehetséges, másrészt az öntvényhulladékkal az ércelég vastartalmát növelik.

Az öntvénytörmelék kiválogatása elég egyszerű feladat, mivel a darabok töreite alapján könnyű azokat osztályozni.

b) Acélhulladék szétválasztása

A saját gyári hulladék, legyen az akár hengerműi és kovácsműi féltermék-hulladék, vagy acélöntődei hulladék, vagy pedig fémfeldolgozó művek hulladéka, összetétele mindig és megfelelő szervezéssel minden nehézség nélkül lehet összetétel szerint különválasztani és tárolni.

A kohóművek ezt a különválasztást már régen végzik, sőt nagyobb hulladék darabokra, felöntésekre sokszor még az adag számát, vagy minőségi jelét is beütik, tehát a felhasználásnál zavaró meglepetés alig érheti az acélművet. A fémfeldolgozó műhelyeket is könnyen rá lehetne erre szoktatni.

A hazai származású ötvözt acélok hulladékának szétválasztása lehetőleg az MNOSZ-szabványokban megadott minőségek szerint történjék. Mennél megbízhatóbban tudja a feldolgozó a hulladékot minőségek szerint szétválasztani, annál többet tud az acélmű azért téríteni, mert így az egyes ötvözőket külön-külön hasznosítani tudja. A népgazdaságnak is így származik belőle a legnagyobb haszna.

Külföldi eredetű ötvözt acélok hulladékára vonatkozólag az egyes szabványlapok, vagy pedig a közelmúltban kiadott »Szerszámacélok Kézikönyve« (Nehézipari kiadó, Budapest, 1953) tartalmazza a nálunk gyártott s a külföldi legismertebb acélfajták összehasonlító táblázatait. Ezekből könnyen kivehető, hogy a külföldi acélmárka mely hazai minőségnek felel meg.

Természetesen a szétválasztásnak nagyon megbízhatónak és pontosnak kell lennie. Ha valamilyen okból a pontos szétválasztás nem lehetséges, akkor legalább a szabványcsoportok szerint kell a hulladékot szétválasztani. Pl. a gyorsesztergaacélok MNOSZ: 4351, volframacélok MNOSZ: 4352, krómszerszámacélok MNOSZ: 4353, ötvöztelen szerszámacélok MNOSZ: 4354, stb.

Szerkezeti acéloknál feltétlenül különválasztandók a nikkeles és nikkelmentes acélok, rozsdá-, hő- és saválló acélok, stb. Mennél inkább tudják a minőségeket egyenként szétválasztani, annál értékesebb a hulladék. Természetesen ugyanezen szabályok érvényesek az ötvözt forgács szétválasztására is.

Más a helyzet az idegen hulladékkal. Ez összetétel szerint igen kevert s ezért felhasználása előtt mindig osztályozni kell. Ez nem mindig könnyű feladat és különösen nehéz az ötvözt hulladék kiválasztása. Az ötvözt acéloknak mind nagyobb mértékű használatával mind több ötvözt hulladék tér vissza az acélművekbe s ily módon sokszor a minőségre károsan ható ötvözők kerülnek az acélba. Az ócskavas minőségének ez az elfajulása ma már a nagy ipari államokban is súlyos gondot okoz.

Az ötvözt hulladék különválasztása és külön tárolása azonban gazdasági szempontból is fontos, mert ezzel jelentős mennyiségű ötvözőfémeket lehet megtakarítani, amelyek különben elvesznek, ha az ötvözt hulladékot belekeverik a közönséges adagok betéjébe.

Az ötvözt hulladék kiválasztása nem könnyű munka, mert a darabok töretéből nem lehet megbízhatóan annak összetételét megállapítani. Nagyobb daraboknál színekélelemzéssel hamar meggyőződhetnénk az ötvözt jellegéről, de természetesen lehetetlen lenne naponta sokezer darabot így megvizsgálni. Mégis a szétválasztás bizonyos szempontok szerint, ha nem is tökéletes biztonsággal, de megközelítően lehetséges.

A legtöbb ötvözt szerkezeti acélt ugyanis a járműgyártásban elsősorban az autó- és repülőgépgyártásban, valamint a hadiipar egyes ágazataiban használjuk fel. Ezeket már alakjuk után is aránylag könnyen fel lehet ismerni és különválasztani.

Nehézebb azonban ezeken belül az egyes ötvözők szerinti szétválasztás, mert ugyanazon alkatrész is a különböző gyártmányú járműveknél különböző

ötvözzel készül. Pl. az autó forgattyú főtengely készül 3—4%-os nikkel-acélból, nikkelformázott krommolibdén és több más acélból. Ezek szétválasztásához a járműveknek széleskörű ismeretére lenne szükség.

Ismeretlen összetételű ötvözött hulladékot leghelyesebb SM-kemencében, esetleg nagyobb villamoskemencében minimális tiszta nyersvassal semleges salaktakaró alatt frissítés nélkül beolvasztani. Így az ötvözőkből csak kevés fog oxidálódni, utána az egész adagot célszerű kisebb tuskókká önteni. Az adag elemzése után nagyobb mennyiségű, ismert összetételű ötvözött hulladékot kapunk, amelyet azután összetételének megfelelően lehet ötvözött acélokhoz felhasználni.

Különlegesen kell elbírálni az ötvözött szerszámacélhulladékot, elsősorban a gyorsforgácsolási célra szolgáló esztergakések, marók, fúrók stb. hulladékát. Ezek leginkább nagy volframtartalmú acélok, több-kevesebb krommal, molibdénnel és vanádiummal. Ezek általában véve mindenütt közel ugyanazon összetételben készülnek, a legkisebb megmunkáló műhelyben is külön gyűjtik, mert nagy értékűek. Az ilyen hulladékot kellő elővigyázattal hasonló jellegű acélok gyártására villamos kemencében közvetlenül is fel lehet használni.

Ha azonban ok van arra a gyanúra, hogy az ilyen természetű hulladék összetétele megbízhatatlan, akkor helyesebb azt ívfényes kemencében tisztán redukáló salak alatt beolvasztani, tömbökké vagy kis tuskókká önteni s csak az összetétel pontos ismerete után dönthetünk annak felhasználásáról.

A hulladék értékét is csak a pontos összetétel ismerete után állapíthatjuk meg, levonva belőle az átolvasztás költségeit.

c) Az ötvözetlen hulladék osztályozása

Az ötvözetlen idegen ócskavas osztályozása éppen olyan fontos, mint az ötvözött acélhulladék kiválasztása. Mint látni fogjuk, aránylag könnyen is lehetséges, mert bizonyos gyártmányok az egész világon közel egyforma minőségben és összetételben készülnek. A legfontosabbak a következők.

Finomlemez-hulladék, finomlemezből készült tárgyak

Ez mindig lágy anyag, max. 0,1% C-tartalommal, Mn-tartalma általában max. 0,5%, P-, S-tartalma rendszerint kicsi, egyenként max. 0,05% ; vagyis tiszta anyag, különben nem lehetett volna hidegen tovább feldolgozni. Vegyi összetétel szempontjából tehát nem kifogásolható, felhasználásakor a nehézség inkább abból adódik, hogy térfogatsúlya kicsi, ezért természetes állapotban nehezen adagolható, s evégett először tömöríteni, csomagolni kell, amelyről később még lesz szó.

Közép- és durvalemez, valamint alakos vas

Általában szintén tiszta anyag, C-tartalma 0,1—0,2%, Mn felmehet 0,8%-ig is. P-, S-tartalma egyenként max. 0,05%. Készül szilíciumos és szilícium nélküli minőségben, de a Si-tartalom általában a 0,2%-ot sohasem haladja meg, ennek tehát nincs jelentősége.

Elvértve találkozunk azonban keményebb, 50—60 kg/mm² szilárdságú ilyen anyaggal is, sőt kevés krómmal és rézzel ötvözve is, amire tehát ügyelni kell. Mivel azonban az ilyen keményebb anyagok felhasználása újabb keletű, egyelőre még alig várható, hogy ilyen anyag kerülne vissza az acélművekbe.

Vasúti sín

Mindenütt közel hasonló összetételben készül. C-tartalom 0,6—0,8% között, Mn-tartalom 1% körül, a P-tartalom eléri a 0,1%-ot is, különösen Thomas-sínekben. Ennélfogva már kevésbé tiszta anyag, s ha sokat kell belőle adagolni, akkor vagy kevesebb nyersvasat, vagy pedig több ércet kell frissítésre hozzáadni.

Cső

Általában lágy és közepes keménységben készül. Igen tiszta anyag, mert akármilyen eljárással készül is a cső, gyártásához csak tiszta, minőségi anyagot lehet felhasználni.

A vegyi gyárakból visszajövő csőalkatrészeknél azonban már óvatosságnak kell lenni, mert ezek sokszor sav-, lúg- vagy hőálló acélból, tehát erősen ötvözött króm-, nikkel- vagy szilíciumtartalmú acélból készülnek. Az ötvözött hulladéknál mondottak erre is érvényesek.

Járműrúgók

Ezeket különlegesen kell elbírálni. Rendesen mangánnal (1—2%), szilíciummal (1—2%) vagy krómmal (kb. 1%) ötvözött acélok.

Mn- és Si-tartalmuknál fogva a fővés megindulását, azaz a frissítést nagyon fékezik, tehát kohászati szempontból inkább savanyú kemencékbe adagolandók, bázisos kemencébe jól elosztva kell adagolni, hogy egy adagba ne kerüljön sok.

Akár laposrúgó, akár tekercs, vagy csavart rúgóról van szó, alakjuknál fogva az ócskavasban könnyen felismerhetők és kiválaszthatók.

Acélöntvény

A legtöbb acélöntvény 0,2—0,4% C- és kb. 0,6% Mn-tartalommal készül. P- és S-tartalmuk egyenként nem szokott nagyobb lenni, mint 0,06%, tehát abból a szempontból nem lenne vele nehézség. Inkább zavaró a benne lévő aránylag nagy Si-tartalom, amely 0,3—0,5% között váltakozik, ennélfogva az acélkemencében a frissítést fékezi. Ezért ne adagoljunk belőle bázisos kemencébe egy adagba nagyobb mennyiséget, mert akkor a forrás igen nehezen indul meg, a képződött SiO₂ pedig a salak bázisosságát rontja. Különösen ne adagoljuk villamos kemencébe, amelyben oxidáló hatások tudvalevőleg alig vannak.

Acélforgács

Összetétel szempontjából meglehetősen ismeretlen hulladék. Sajnos a megmunkáló műhelyekben is ritkán tárolják külön az egyes minőségeket, a műhelyek összeseprésénél sokszor szürkevas, sőt színes fémforgács is kerül bele. Jó, ha még az ötvözött forgácsokat külön tárolják.

Másik nagy hátránya, hogy nagy felületénél fogva nagyon rozsdásodik. Ez a tény maga a mai nyersvashányad mellett még nem lenne baj, mert a rozsdás vasforgács frissítőleg hat, de ha sokáig feküdt a szabadban, akkor sok hidroxidot is tartalmaz, amely pedig az acélkemencében könnyen hidrogénképződésre adhat okot.

Ötvözött forgács természetesen csak ötvözött acélok adagjába adagolható.

Teljesen ismeretlen, elrozsdásodott, s mondhatni földes állapotú forgácsot leghelyesebb a nagyolvasztóba adagolni, ahol az ércelegy vastartalmát javítjuk vele.

Zománcozott hulladék

Ez jórészen háztartási edények hulladéka s mint ilyennek térfogatsúlya igen kicsi. Maga az edény vasanyaga finom, mélyhúzásra alkalmas lemez, tehát szennyezőkben igen szegény.

A zománc anyaga azonban jó részben sülypát, kvarc, agyag és fémszilikátok, vagyis savas természetű. Ebből az adódik, hogy a zománc elsalakosítására tetemes mennyiségű mészre van szükség s ennél fogva nagymértékben növeli a salak mennyiségét. Ez okból SM-kemencében nem szívesen használják, de ha már adagolni kell, akkor csak kis hányadban szabad adagolni, nehogy túlságosan zavarja a salak összetételét.

Célszerűbb a zománcozott hulladékot a nagyolvasztóba beadni, ahol a zománc anyaga a nagy salaktömegben jobban eloszlik és kevésbé zavarja annak összetételét, az edény fémes része pedig növeli az ércelegy átlagos vastartalmát.

A zománc előzetes eltávolítása gazdaságosan nem lehetséges. Ha az ilyen hulladékot előzetesen présen összelapítjuk vagy esetleg arra alkalmas présen csomagoljuk, a zománc egy része lepattog ugyan, de attól teljesen megszabadítani nem lehet.

A zománcozott hulladék adagolásánál még figyelembe kell venni, hogy annak bruttó súlyában a zománcanyag mintegy 25%, tehát a hulladéknak csak kb. 75%-a vehető vasbetétként számításba.

*

A mondottak figyelembevételével az idegen hulladék az acélgyártás és a népgazdaság követelményeinek megfelelően, kielégítően osztályozható.

Az ezek után fennmaradó igen vegyes ócskavasat, amelynek származása sokszor alig állapítható meg, legtanácsosabb SM-kemencében, lágy kereskedelmi acélok adagjában felhasználni. Mennél lágyabb ugyanis egyenlő viszonyok mellett a készítendő acél, annál könnyebb az adag szennyezőinek frissítése és annál inkább használhatunk hozzá ismeretlen eredetű hulladékot.

5. Az ócskavas fizikai állapotának megfelelő előkészítése

Az acélkemencében nagy jelentőségű a beadandó ócskavas fizikai állapota, darabossága. Az ócskavas mozgatása és helyes adagolása lényegesen befolyásolja az acélkemence termelését. Ezért elsősorban az ócskavas adagolását kell megjavítani, ha az acélgyártást siettetni, illetve meggyorsítani akarjuk.

A gyors adagolás legfőbb feltétele pedig az, hogy az ócskavasat az acélkemence nagyságának és fajtájának megfelelően darabosítsuk.

Az ócskavasat a SM-kemencébe mindig, villamos kemencébe elvétele, teknőbe helyezve, adagoló daruval vagy adagoló géppel rakják be. Az adagoló

teknők nagysága, vagyis az azokba fekvő ócskavas súlya döntő tényező a berakás szempontjából. A teknők űrtartalmának kihasználási tényezője az a szám, amely megadja, hogy a teknők űrtartalmának 1 m^3 -ét mennyi betéttel tudjuk megtölteni. Ez természetesen szorosan összefügg az ócskavas fizikai állapotával, darabosságával. Minél tömörebb az ócskavas, annál többet lehet belőle egy teknőbe rakni, annál jobban kihasználjuk a teknő űrtartalmát.

A teknő kihasználási tényezője általában $1050\text{--}1300 \text{ kg/m}^3$, de általános vélemény, hogy a gyorsabb berakás céljából a teknők kihasználási tényezőjét átlagban $1500\text{--}1600 \text{ kg/m}^3$ -re kell növelni. Ezt az ócskavas jó előkészítésével el is lehet érni. Ez a követelmény már eleve meghatározza az ócskavas előkészítésének két módját.

Nagy darabokat úgy kell feldarabolni, hogy a berakó teknőkbe, vagy szélső esetben a kemence adagoló ajtáján beférjenek. Ágas-bogas, könnyű darabokat pedig annyira kell tömöríteni, hogy kedvező teknőkihasználási fokot érjünk el.

Villamos kemencénél nem kevésbé fontos az ócskavas célszerű darabolása. Kisebb villamos kemencéknél, amelyekbe rendszerint kézzel adagolunk, a gyors berakás végett az ócskavas olyan darabsúlyú legyen, hogy kézi adagolással (belapátolással) gyorsan berakható legyen. Helyesen berakott adag előfeltétele az egyenletes, lökésmentes áramfeltételnek.

Hangsúlyoznunk kell azonban, hogy az ú. n. kosáradagolásnál sem nélkülözhetjük az ócskavas előkészítését, ha egyenletes, lökésmentes áramfelvételt akarunk biztosítani. Kézi adagoláskor a kézi munka pontosságával a kemencét úgy meg lehet tölteni, hogy a betétdarabok tömören feküdjenek s a nagy darabok közötti hézagokat aprókkal tudjuk kitölteni. Felül apró ócskavasat és forgácsot rakunk, s így nagy mértékben csökkentjük az áramlökéseket.

Kosáradagolásnál a kosárban lévő betét meglehetősen egyenlőtlenül és kiszámíthatatlanul csúszik a kemencébe, ami nem biztosítja a betét tömörségét és azt a követelményt, hogy alul legyenek a nagy darabok és felül az aprók.

Villamos kemencébe tömörített hulladékot nem szoktak adagolni. A villamos kemence űrtartalma a termelés egységére vonatkoztatva mindig sokkal kisebb, mint a SM-kemencéé, a tömörített csomagokkal ugyanis csak hézagosan tudnánk a kemencét megtölteni, ezért többször kellene utána rakni, ami egyrészt a berakási időt növeli s ezzel összefüggően az áramfogyasztást feleslegesen fokozza. Mindig hangsúlyozni kell, hogy a villamos kemence igen drágán olvasztó kemence, fontos tehát, hogy mennél tömörebben fekvő ócskavasat adagoljunk, mert ezzel az áramfogyasztást csökkenthetjük.

Az ócskavas fizikai állapotának darabosságának előkészítése tehát a következő eljárások szerint történjék.

- a) Az ócskavas aprítása, darabolása.
- b) Az ócskavas tömörítése, csomagolása.
- c) Mint különleges eljárás az acélforgács őrlése, vagy csomagolása (sajtolása).

6. Az ócskavas aprítása, darabolása

Az ócskavas aprítására, darabolására a következő eljárások jöhetnek számításba.

- a) Robbantás.
- b) Törés törőműveken.

- c) Lángvágás.
- d) Vágás ollókon.
- e) Egyéb ócskavasaprító eljárások.

a) Robbantás

Igen nagy öntöttvas darabokat, acéltömböket, mint pl. igen nagy üst-maradékokat, kemence tapadványokat, kiselejtezett nagy tuskókat, stb. robbantással lehet aprítani.

Az aprítandó darabba lyukat fúrnak, ezt megtöltik valamilyen robbantó anyaggal, meggyújtják. A robbanás következtében az több darabra esik szét. Az eljárást addig folytatják, míg berakásra alkalmas darabokat kapnak, vagy pedig az így előzően szétesett darabokat valamilyen más aprító eljárással, pl. töréssel vagy lángvágással tovább aprítják.

Robbantással teszik ártalmatlanná és semmisítik meg a robbanásveszélyes roncsoakat, mint pl. a fel nem robbant aknákat és lövedékeket is.

A robbantásnál a szétrepülő repeszdarabok veszélyeztetnék a közelben tartózkodók épségét és életét, azért ezek biztonságáról gondoskodni kell. Éppen úgy óvni kell a közelben lévő épületeket és más létesítményeket. A megfelelő óvintézkedések a következők:

A robbantás céljára földbe süllyesztett vermeket építenek, amelyek nagy szilárdságú betonból készülnek, s azokat belül még 100—150 mm vastag páncéllemezekkel bélelik ki. A verem fedele 150—200 mm vastag, levehető páncéllemezből készül. A robbantó vermet épületektől távol (legalább 200 m-nyire) kell építeni, hogy az esetleges rázkódtatások ne hassanak a közelben lévő építmények alapzatára.

Mivel robbantásra csak nagy darabok kerülnek, ezeknek gödörbe való berakására, valamint a robbantó gödör nehéz fedelének emelésére nagy teherbírású emelődarut kell felszerelni. Ez lehet szokványos futódaru, vagy pedig nagy teherbírású, vágányokon járó gőzdaru.

A robbantás előkészítését, a töltet berakását, a gyutacs elhelyezését és meggyújtását és a biztonsági intézkedéseket a robbantás-technika szabályainak megfelelően erre külön kiképzett személyzettel kell végeztetni. A robbantás helyét pedig megfelelő hang- vagy fényjelekkel kell jelezni.

Mivel a kellően felszerelt robbantó verem, valamint a kiszolgáló daru igen költséges berendezés, másrészt a később tárgyalandó vasporral való lángvágás lehetővé teszi nagy, salakokkal is átitatott medvék és üstmaradékok, valamint 1 m-nél vastagabb kiselejtezett vashengerek és egyéb öntöttvas öntvények darabolását, azért ilyen költséges robbantó vermek létesítése ma már nem szokásos. Ha az országban valahol központosan ilyen korszerűen berendezett robbantó vermet létesítenének, ez a szükségletet teljesen kielégítené.

b) Törés törőműveken

A törőműveken történő törés lényege az, hogy az adagolásra nem alkalmas nagyobb méretű hulladékokat szabadon eső súly ráejtésével darabokra törjük.

A törés lényegéből adódik, hogy ily módon inkább ridegebb, tehát szürkeöntésű vagy keményebb acél, acélöntvények darabjait lehet törni, lágy és szívós acélokat kevésbé, mert azok csak összegyűrődnek, összelapulnak. Ezt a körülményt különben a robbantásnál is figyelembe kell venni, ahol szintén főkövetel-

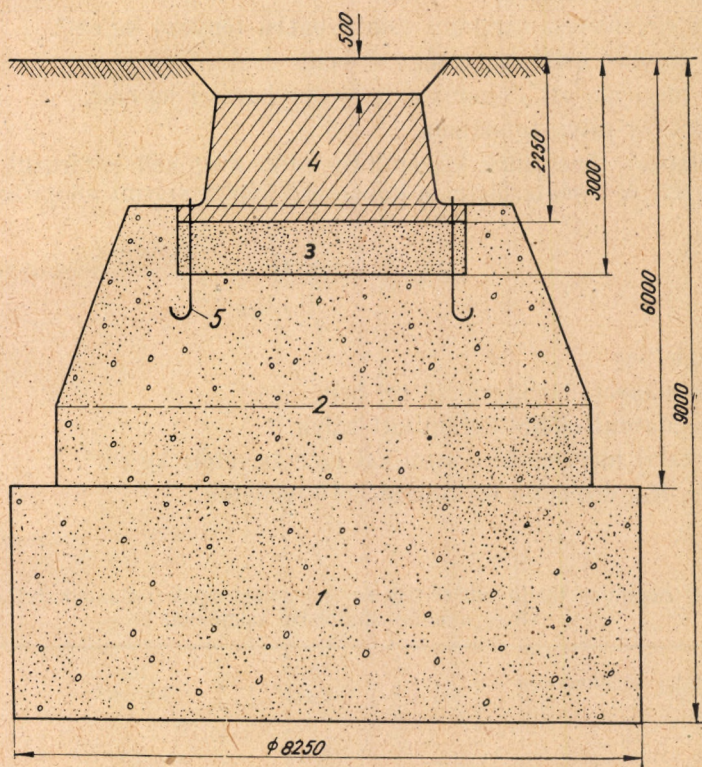
mény, hogy a darab sok repeszdarabra essék szét, ami szintén csak szürke-öntésnél és keményebb acéloknál következik be.

A törőmű a következő főrészekből áll :

1. az üllőtönk az alapzattal,
2. az eső- vagy törőkos,
3. a kost emelő szerkezet a fogókészülékkel,
4. a törőmű építménye a védőkerítéssel.

Az üllőtönk az alapzattal

Törőmű létesítésénél nagy fontosságú a megfelelő üllőtönk alapzatának elkészítése. Ha rossz az alapozás, a törőkos ütési energiájának jó része az alapzat rázkódtatásaiban elvész. Elkészítésénél kb. ugyanazon szempontok az irányadók, mint a nagy gőzkalapácsok alapzatának elkészítésénél.



3. ábra. Nagyteljesítményű törőmű alapzata és üllőtönkje
salakbeton, 2 vasbeton, 3 rugalmas közbetét homok és szulalékból, 4 üllőtönk acélöntésből,
5 leszorító csavarok

A hely kiválasztásakor mindig tekintetbe kell venni a törőmű dinamikai hatását a közelben lévő építményekre. A távolság azoktól legalább 100 m legyen. A talaj legyen jó teherbírású. Lágy, süppedékes talaj nem alkalmas, mert az üllőtönk fokozatosan lejjebb verődik a földbe s újabb és újabb fémtömböket

kell rárakni, ami tetemes fémfogyasztást okoz. Nagy teljesítményű törőmű alapozását mutatja a 3. ábra.

Alul salakbeton réteg van, rajta nagyszilárdságú vasbeton. A nagy szilárdságú vasbeton és az 50—100 t súlyú, acélöntésű üllőtönk közé homokból és zuzalékból álló rugalmas réteget helyeznek. A rugalmas réteg kissé csökkenti az ütés erejét, de szükség van rá, hogy az alapzat tovább maradjon használható állapotban s a környezetet kisebb rázkódtatásokat kapjon.

Az alapzat tömegét *V. F. Volf* szerint a következőképpen számítjuk ki: [1]

$$G = 45 \sqrt{\frac{c_z \cdot h}{R_d}} \cdot G_k$$

A képletben

G az alapzat súlya,

c_z az egyenletes, rugalmas talajnyomási tényező kg/cm^2 ,

h a törőkos esési magassága m-ben,

R_d a megengedett dinamikai talajigénybevétel kg/cm^2 ,

G_k törőkos súlya tonnában.

Az alapzat tömegének kiszámítása után meg kell határozni az alapzat fenékterületét. A fenékterületet a következő képlet szerint állapíthatjuk meg:

$$F = 1,75 \frac{G}{10 \cdot R_{szt}}$$

A képletben

F az alapzat fenékterülete m^2 -ben,

G az alapzat előbb kiszámított súlya,

R_{szt} a talaj megengedett sztatikai igénybevétele kg/cm^2 .

c_z , R_d , R_{szt} értékei a 4. táblázatból kivehetők.

4. táblázat

Az egyenletes rugalmas talajnyomási tényező (c_z), a megengedett dinamikai (R_d) és sztatikai (R_{szt}) nyomás különböző talajoknál

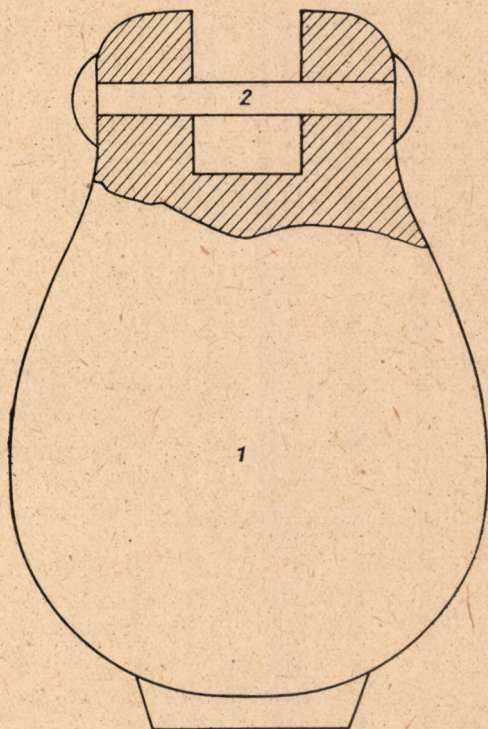
A talaj megnevezése	c_z kg/cm^2	R_d kg/cm^2	R_{szt} kg/cm^2
Laza talaj	≤ 3	≤ 1	1,5
Közepes szilárdságú talaj	3—6	1—2	1,5—3,5
Szilárd talaj	6—10	2—3,6	3,5—6
Sziklás talaj	> 10	$> 3,6$	> 6

Kisebbször törőműveknél nem szükséges ilyen nagy alapzatot készíteni. Sokszor elegendő a talajt terméskövekkel jól tömöríteni, rá legalább 1 m vastagságban pár tonna selejtes vastuskót vagy nagy üstmedvét helyezni.

Az esőkos

1—15 t súlyban készül. Anyaga 0,30—0,40% C-tartalmú lágyított acélöntvény. Legjobban elterjedtek a 2—5 t súlyú törőkosok. A nagyobb emelő magassággal ugyanis könnyebb a kívánt ütési eredményt elérni, mint a nehezebb kossal. Emellett a nehezebb koshoz erősebb csörlő is kell.

A kos alakja általábanvéve körtealakú, hogy a leesés után el ne guruljon. A kos alsó ütőfelét ajánlatos a 4. ábra szerinti kivitelben nyúlvánnyal ellátni s ezt a részt világosvörösre felmelegíteni s vízben megedzeni. A megadott C-tartalom mellett az edzés után ez a nyúlvány keményebb lesz s egyszersmind ékalakjánál fogva a törést elősegíti.



4. ábra. Törőmű esőkos
1 törőkos, 2 felfüggesztő csap

A törőkos felső részét az emelőfogó bekapcsolására megfelelően kell kiképezni. Semmi esetre sem szabad felül kiálló füleket vagy efféle más horgokat alkalmazni, mert azok az ütés után átbillenéskor könnyen letörnek, s akkor elég fáradságos helyettük másokat felszerelni.

Az egyedül helyes megoldás az, amikor a törőkos felső részén furatot képezünk ki és ezen furaton át megfelelő vastagságú gömbvasat behúzzunk, amelynek két kiálló végét azután elszegecseljük (4. ábra).

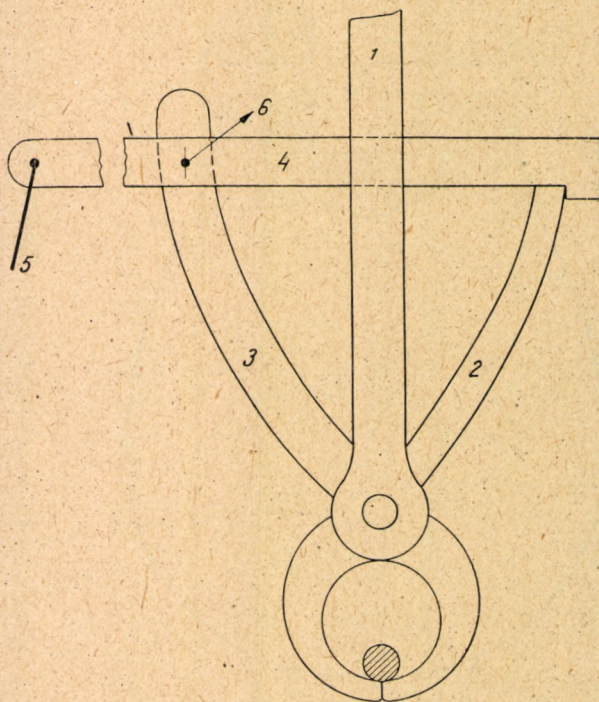
Nem szabad azonban ezt a tartó csapot beönteni, mert az acélöntvénybe beöntött acélrúd a folyékony acél nagy hőmérséklete és lassú lehűlése következtében durva szemcséjű lesz, rideggé válik s könnyen eltörik. Esetleges törés

után új tartócsap behúzása céljából mégis csak át kell fúrní. Ha a beszegecselt csap törnék el, ami ugyan alig szokott előfordulni, akkor az eltört darabot könnyen kiütjük és helyébe újat tehetünk.

Ha a kos emelése elektromágnissal történik, akkor az gömbalakú. Ennél külön emelőfülekre nincsen szükség.

A kosemelőszerkezet a fogóval

A törőkos emelése ma már elektromos csörlővel történik, amelynek számítása nagyjából megegyezik a futódaru emelőmacskájának számításával. Erre külön nem térünk ki. Csak nagy mechanizált törőműveknél használunk külön darut a törőkos emelésére.



5. ábra. Törőmű ejtőfogó.

1 felfüggesztő villa, 2 mozgó fogópofa, 3 álló fogópofa, 4 reteszelő kar, 5 kioldó drótkötél, 6 csap

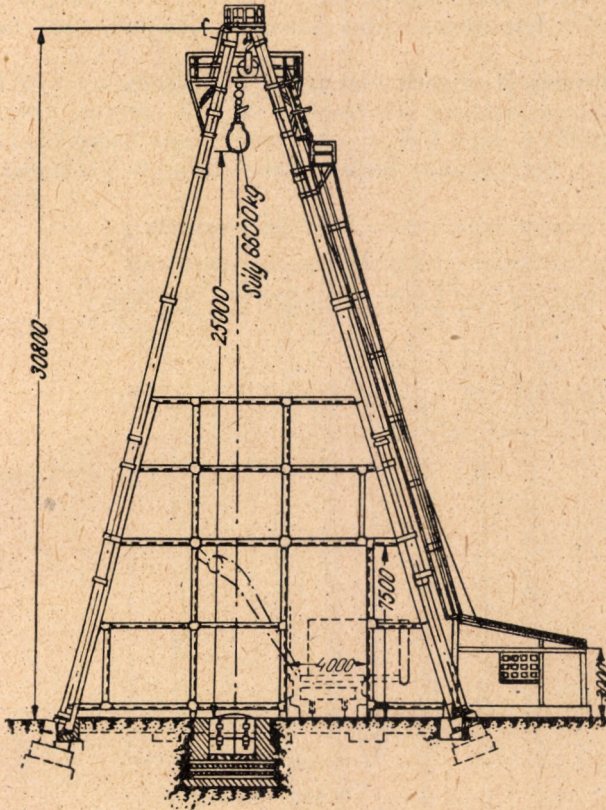
Az emelőszerkezet fontos alkatrésze az ejtőfogó. Rendeltetése a kos megfogása, felemelése s azután a felső helyzetben megfelelő behatás után a kos elengedése, hogy az a darabolandó hulladékra szabadon essék.

Leginkább az 5. ábra szerinti fogó használatos. Felemeléskor a 4 reteszelő kar akadályozza meg a fogó kinyílását. Amikor azután a fogót felemelés után nyitni kell, a védett helyen lévő kezelő a reteszelő kar végén lévő kötelet meghúzza. A reteszelő kar 6 tengely körül elfordul és felszabadítja a 2 és 3 pofákat, minek következtében a fogó a kos súlya következtében szétnyílik és a kos leesik.

A törőmű építménye a védőkerítéssel

Legegyszerűbb törőmű a tornyos törőmű 3—4 lábbal. Tetején helyezik el a hornyos kötélskorongot, amelyen az emelővitla kötelét átvezetik. A csörlő maga a torony mellett jól védett helyiségben van.

Az ilyen tornyos törőmű kb. 4—5 t törőkos súlyig megfelel, a normális szükségletet jól kielégíti (6. ábra). Mivel az ilyen tornyos törőmű alá a törendő



6. ábra. Tornyos törőmű

darabokat magával a vitlával szokták behúzni, a darabok azonban sokszor több tonna súlyúak, azért ajánlatos magát a csörlőt és a vonókötelet erősebbre méretezni, mint ami a kos súlyának megfelel. Ha a törőmű működtetésére valamilyen külön daru, pl. gőzdaru van, akkor erre természetesen szükség nincsen.

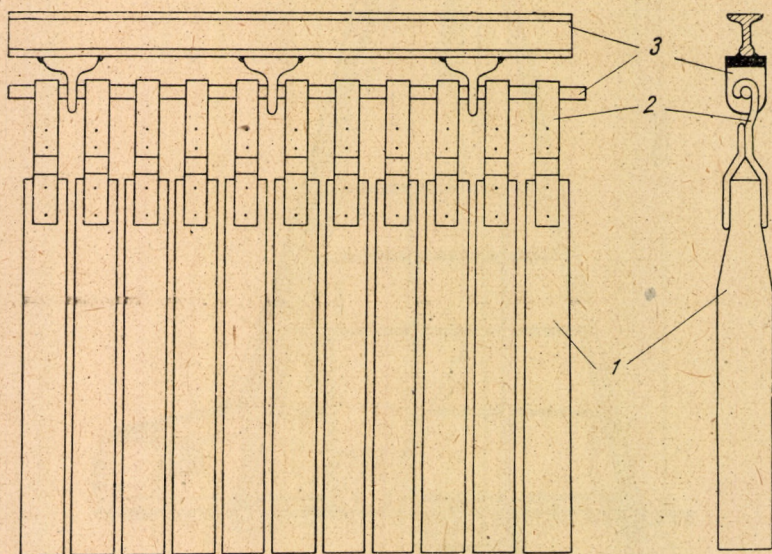
Nagy teljesítményre ú. n. gépesített törőművek valók. Ezeket nagy teherbírású futódarukkal látják el, amelyek mind a kos emelését, mind a darabok ki- és berakását végzik.

Ilyen nagy teljesítményű gépesített törőmű beruházási költsége igen nagy, azért csak ott van jogosultsága, ahol sok vasdarab törése válik szükségessé, pl. egy országos központi ócskavas telepen.

A törőmű berendezéséhez tartozik a védőkerítés, amely megakadályozza a repeszdarabok szétrepülését. A kerítés sohasem lehet rögzített, hanem azt lengőkerítés alakjában kell kiképezni. 150—200 mm-es fahasábokat felül megfelelő akasztóhoroggal vízszintes acélrúdra akasztanak. Ha a kerítést repeszdarab éri, akkor az ütés következtében a fahasáb kissé enged és fékezi a repeszdarab mozgási energiáját. Előnye még ennek a szerkezetnek, hogy az esetleg elrepedt fahasábot egyszerűen leakaszthatják és újjal helyettesíthetik. (7. ábra).

A lengő kerítésen kívül azután kb. 1—1,5 m-re, biztonság kedvéért második rögzített kerítést is létesítenek, fából, használt sínekből, vagy nehéz vasgerendákból.

Minden törőműnél szigorú biztonsági intézkedéseket kell foganatosítani, s az erre vonatkozó hatósági előírásokat be kell tartani. Törési munkálatok alatt messzire hallható vagy látható akusztikai, vagy fényjeleket kell használni, hogy a közelben tartózkodók idején biztonságba helyezhessék magukat.



7. ábra. Törőmű lengőkerítés
1 fahasábok, 2 felakasztó horgok, 3 tartószerkezet

Esőtörőművek még mindig nagy jelentőségűek szürkeöntődégekben, részben acélöntődégekben is. Acélművekben ma már feleslegesek, mivel porvágással nagy acélmedvék, üstmaradékok, stb. aprítását veszélytelenül megoldották.

Korszerű törőmű berendezése a megfelelő darukkal igen költséges, üzeme azonban aránylag olcsó és igen termékeny. Termelőképesége a törendő darabok súlyától, anyagától és a tört darabok kívánt méreteitől függően nagyon változik.

Balsay szerint [2] 22 m magasságú és 5—7 t súlyú törőkossal felszerelt törőmű teljesítőképessége 8 órás műszakban, ha kiszolgálását mágneses daruk végzik, 50 t is lehet. Ez persze csúcserték. Normális 3—4 tonnás kossal felszerelt tornyos törőműveknél 8 órában kb. 20—25 t teljesítmény lehetséges, ha keményebb acélhulladék töréséről van szó. Szürkeöntvény törmelék törésénél nagyobb a teljesítmény.

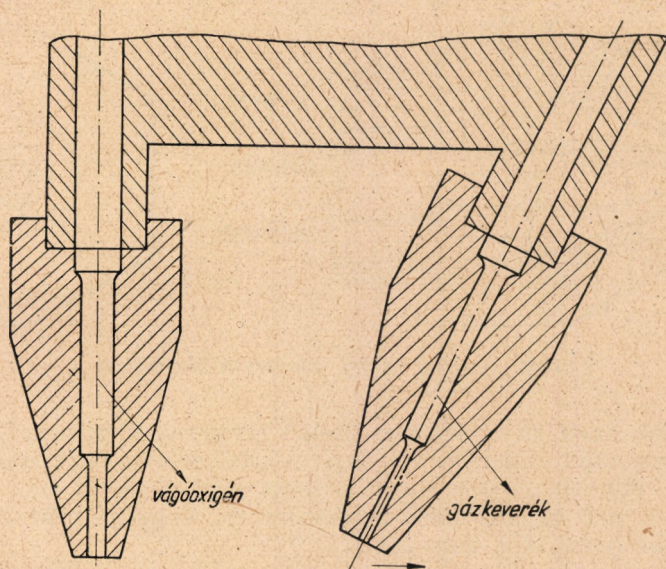
IRODALOM

1. Volf, V. F.: Oborudovaniye dlja razgyelki loma. Moszkva. Vas- és acélhulladék feldolgozása. Budapest, 1952.
2. Balsay I.: Kohászati Lapok. 1953, 113.
3. Zsák V.: Az acélglyártás időszerű kérdései. Budapest, 1953.

c) Darabolás gázlánggal

Az ócskavasdarabolásnak egyik legfontosabb eljárása a gázlánggal történő vágás. Azon alapszik, hogy ha fehérizzásra felhevített acéldarabot oxigénáram hatásának tesznek ki, akkor az hőfejlődés mellett elég, oxidálódik.

A gázlángvágás három egymással összefüggő folyamat összetettje, mégpedig a vágandó felületnek fehérizzásig történő felmelegítése gáz- és oxigénkeverék elégeése folytán, utána a felhevített felületnek oxigénáramban történő



8. ábra. Gázlángvágóégő osztott fúvókával

elégetése és elsalakosítása s végül a keletkezett oxidoknak az oxigénárammal való elfúvása. Ez utóbbi művelet azért fontos, hogy mindig oxid- és salakmentes felület álljon rendelkezésre a vágás céljaira.

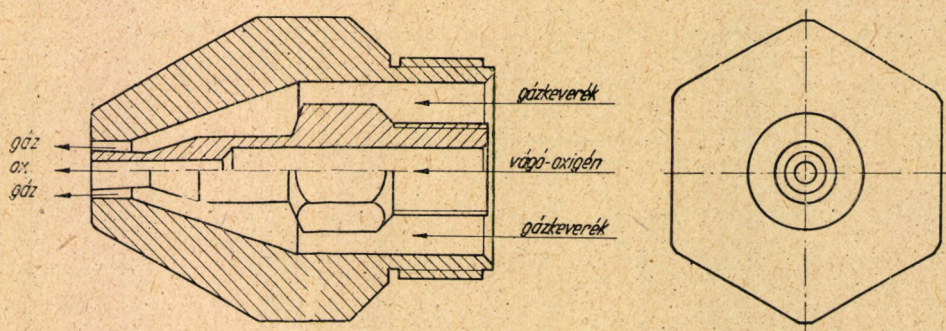
A vágóégőt két csatorna alkotja, amint vázlatosan a 8. ábra mutatja. Az egyik az előmelegítést végző gáz-oxigénkeveréket vezet, a másik az oxidációhoz szükséges oxigént szállítja. Az ábrán a jobb megértés kedvéért a két csatornavéget egymás mellé rajzoltuk. Találunk ugyan ilyen kivitelezésű égőket is, de általában az égőket úgy képezik ki, hogy a vágást végző oxigén csatornáját központosan helyezik be a másik csatornába (9. ábra).

Ha a vágóégő haladó mozgást végez, akkor mindig újabb és újabb részeket melegít elő, illetve oxidál s így végeredménykép a vágás felületén rés keletkezik s a darab két részre esik szét. Hogy a lángvágás eredményes legyen, ahhoz több követelményt kell biztosítanunk. [1]

1. Fontos, hogy a fém izzó állapotban oxigénáramban nagy hőfejlesztés mellett elég, s a képződött híg folyós salakot az oxigénáram a vágás helyéről azonnal elfújja. Mennél nagyobb a fém melegfejlesztő képessége, annál alkalmasabb a lángvágásra.

2. Az alapfém gyúlési hőmérséklete vörösszáson oxigénáramban olvadáspontjánál kisebb legyen, vagyis az elégés előbb következze be, mint az olvadás. Ennek a követelménynek az acél, különösen a lágy, ötvöztelen acél igen jól megfelel. Ezeknél a gyúlési hőfok $1100\text{ }^{\circ}\text{C}$, olvadáspontjuk pedig $1500\text{ }^{\circ}\text{C}$ körül van.

A gyúlési hőfok (lobbanáspont) a C-tartalom növekedésével emelkedik, az olvadáspont pedig csökken, $0,7\%$ C-tartalomnál a gyúlési hőfok (lobbanáspont) már $1300\text{ }^{\circ}\text{C}$, tehát közel van az olvadásponthoz. Ha a C-tartalom tovább emelkedik, a vágás mindig nehezebbé válik, míg végre a nyersvasnál a gyúlé



9. ábra. Gázlángvágógő központos fúvókával

hőfok magasabb, mint az olvadáspont, tehát a nyersvasakat nem lehet vágni.

3. Legfontosabb követelmény, hogy a keletkezett oxidok olvadáspontja kisebb legyen, mint az alapfém olvadáspontja, hogy a vágási felületről elfolyhassanak. Ezzel már egyértelműen meghatározott, hogy mely ötvözök segítik elő s melyek hátráltatják a lángvágást.

Az acél lángvágásánál a következő hozzávetőleges összetételű salak képződik :

$50\% \text{ FeO}$, $35\% \text{ Fe}_2\text{O}_3$, $15\% \text{ Fe}$.

A *mangán* lobbanáspontja kb. $1200\text{ }^{\circ}\text{C}$, olvadáspontja $1260\text{ }^{\circ}\text{C}$, oxidjainak olvadáspontja kb. $800\text{ }^{\circ}\text{C}$. Abban a mennyiségben, amelyben a C-acélokban előfordul, nem gátolja a vágást, sőt elősegíti, mert a képződött MnO és a FeO könnyen olvadó salakot képez.

A *szilícium* oxidjainak olvadáspontja kb. $1650\text{ }^{\circ}\text{C}$, tehát általában megnehezíti a vágást, 4% -ig kis C-tartalom mellett még nem igen befolyásolja, ezenfelül azonban már korlátozza a vágást és 12% Si-tartalmú vasötvözetek már nem vághatók.

Kén és foszfor olyan mennyiségben, amelyben az acélban általában előfordul, a vágási folyamatra nincs hatása.

A *nikkel* maga nem vágható. Nikkeltartalmú acélok 7% nikkeltartalomig jól vághatók. Ezenfelül már igen nehezen. A nikkelacélok vágásánál nem annyira

a nikkeldioxid nagy olvadáspontja, hanem inkább a nem kielégítő melegtermelés ennek az oka.

Mindazon ötvözők, amelyek az acél tűzállóságát növelik, gátlólag hatnak a lángvágásra.

A mi szempontunkból legnagyobb jelentősége van a *krómnak*. A króm elégeése ugyan elég nagy hőfejlődéssel jár, a keletkezett krómoxid olvadáspontja azonban kb. 2000 C°, tehát jóval nagyobb az acél olvadáspontjánál. A króm-oxid, amely tudvalevőleg maga is nagyon hőálló, gátlólag rakódik le a vágó oxigénáram és a vágandó alapanyag közé, elszigeteli az alapfémét az oxigén-folyam további hatásától s ennél fogva akadályozza a vágást. Sav-, lúg- és hőálló acélok, amelyek fő ötvözője a króm, lángvágásra alkalmatlanok.

A *volfram* és különösen a *molibdén* igen gátlólag hatnak lángvágásra. Volframacélok molibdén nélkül még 8—10% W-tartalomig tűrhetően vághatók, ezenfelül a vághatóság fokozatosan csökken, 20% felett már nem vághatók.

A *réz* maga nem vágható, az acélokban előforduló mennyiségben azonban azok lángvágását nem befolyásolja.

A lángvágást az összetételen kívül még bizonyos fizikai adottságok is befolyásolják, így elsősorban a vágandó felület állapota. Mennél tisztább az, annál jobban vágható. Rozsda-, lakk- vagy más bevonat, így természetesen a zománc a vágást nagyon gátolja. Itt kell megemlíteni az alapanyagba zárt salakzárványokat. Ezek nem égnék el és az oxigénsugár nem üt át rajtuk, tehát a vágás menete rajtuk megakad.

A fentieket kell szem előtt tartani, ha az ócskavas aprítását gázlángvágással kívánjuk végezni.

A gázlángvágást illetőleg az egyszerű ócskavasvágásnál a követelmények lényegesen kisebbek, mint olyankor, amikor a gázlángvágásnak bizonyos szerkezeti anyagok további feldolgozásra való előkészítése a célja.

Az ócskavas darabolásakor nem fontos a vágási felület alakja vagy simasága, nincs jelentősége annak sem, hogy a vágási felület edződik, vagy ott vegyi változások mennek végbe. Az ócskavasvágásnál fő cél a darabok gazdaságos szétdarabolása.

A gázlángvágás üzemanyaga

A gázlángvágás elvének tárgyalásánál láttuk, hogy szükség van olyan tüzelőanyagra, amely a vágás helyét előlegeíti. Ez természetesen csak valamilyen gáz lehet, esetleg folyékony tüzelő, amelyet azonban előzőleg el kell gázosítani. Folyékony tüzelőként használják a benzint és a nyersolajat.

A nyersolajnak vannak előnyei, így elsősorban, hogy gázával a legnagyobb hőmérsékletet lehet elérni, tehát vastag darabok vágására igen alkalmas. Télen üzembiztosabb, mivel az alább említendő acetilénfejlesztő készülékben a víz befagyhat s kevésbé tűzveszélyes is (az acetilénfejlesztő készülék igen könnyen szikrától is felrobbanhat).

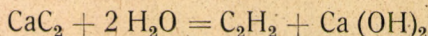
Gázalakú tüzelőanyagként használják a hidrogént, a kokszkemencék kamragázait és az acetilént, C_2H_2 .

A hidrogént vastagabb acél — 200—400 mm — vágásánál alkalmazzák, mivel az elégeésekor igen hosszú lángot ad, amely a fém átmelegedését annak egész hosszában biztosítja.

Nálunk úgyszólván kizárólag az acetilént használják a gázlángvágásra, ezért ezzel részletesebben foglalkozunk.

Az acetilén

Az acetilén kalciumkarbidból víz behatására képződik :



tehát acetiléngáz és oltottmész keletkezik.

Az acetilént kétféle változatban alkalmazhatjuk : vagy magunk fejlesztjük megfelelő fejlesztőben, vagy pedig vaspalackokba sűrítve készen kapjuk, ekkor dissousgáz a neve.

Állandó munkahelyeken, különösen ha nagy mennyiségű gázra van szükség, félreeső alkalmas helyen acetilén gázfejlesztőket állítanak fel, amelyekből azután csővezetéken vezetik a gázt az egyes munkahelyekre.

Ilyen álló gázfejlesztők többféle nagyságban és kivitelben készülnek, azok szerkezetével itt nem foglalkozunk. Ilyen gázfejlesztők elég tűzveszélyesek, azért felállításuknál bizonyos óvintézkedéseket kell szem előtt tartani.

Igy a gázfejlesztő önálló házikóban vagy kamrában legyen, amelynek bejárati ajtaja nem nyílhat a műhelybe. Szellőzéséről gondoskodni kell s télen a befagyás veszélye miatt fűthető legyen. De ügyeljünk a tűzveszélyre. Legmegfelelőbb a gőz- és a melegvízfűtés.

A gázfejlesztőkből csővezetéken vezetik a gázt az egyes munkahelyekre. Minden munkahelycsatlakozást vízzárral kell biztosítani, amely megakadályozza, hogy az esetleg visszacsapó láng a fővezetéken át a gázfejlesztőbe jusson s azt felrobbantsa.

A nagy álló gázfejlesztők üzeme kétségtelenül a legolcsóbb és leggazdaságosabb.

Vannak kisebb hordozható gázfejlesztők is, de ezeket ócskavasvágásnál nem igen használják. Mozgatásuk elég kényelmetlen, s télen nagy a befagyás veszélye. Inkább tartaléknak használják arra az esetre, ha palackgáz nem áll rendelkezésre.

Az acetiléngáz másik válfaja a palackokba sajtolt, ú. n. dissousgáz, amelyet elsősorban akkor használnak, ha messzefekvő munkahelyekre kell a gázt szállítani s ott nem célszerű álló gázfejlesztőt üzembehelyezni.

A dissousgázpalack egy darabból varratnélkül sajtolt hengeralakú tartály. A nálunk használatos szabványos 40 literes palack főbb méretei a következők :

Magassága 1530 mm, külső átmérője 207 mm, a palack súlya üresen kb. 52 kg.

A gázpalackot igénybevétel előtt 60 kg/cm² nyomással próbálják ki.

A palack acetonnal átitatott, ú. n. AGA-masszával van megtöltve, amely faszen, cement és kovaföld keveréke, villamos kemencében kiszáritva. Ennek kettős célja van.

Az acetilén az acetonban oldódik. Egy liter acetonban 1 kg/cm² nyomáson a hőmérséklettől függően a következő acetilén mennyiség oldódik :

Hőmérséklet C°	40	30	20	10	0	—10	—20
Oldott acetilén literben ...	13	17	20	26	32	42	52

Finom hajszálcsőves edényben, esetünkben a likacsos masszában az acetilén robbanékonyága kicsi. Ez a rendeltetése a töltő masszának. A likacsos masszával a palackot teljesen megtöltik. 40 l-es palackba 14,4 l acetont töltenek.

A palack megtöltése gázzal a hőmérséklettől függően a következő végnyomásig történik.

Hőmérséklet C°	0	10	15	20	25	30	35	40
Végnyomás kg/cm ² ..	11	14	16	18	20	22	24	26

Mielőtt a palackokat kiadnák, kémpróbákkal meg kell győződni arról, hogy a palackok nyomása nem nagyobb az itt felsorolt megengedett nyomásoknál.

A disszousgáz tisztaságát illetőleg a MNOSZ 1602—53 szabvány a következőket írja elő:

Levegő- és más, vízben kevéssé	
oldódó szennyeződés	max. 2 (térfogat) %
Kénhidrogén (H ₂ S)	« 0,02 (térfogat) %
Foszforhidrogén (H ₃ P)	« 0,05 (térfogat) %
Nedvesség	« 7,0 g/m ³

A próbát — az átvevő kívánságára — átvételkor, a szállításra kerülő palackok legfeljebb 5%-ából, de legalább 3 palackból kell venni. A vizsgálat keresztülviteléről az említett szabvány intézkedik.

Ismerve a palackban lévő gáznyomást, 40 literes palackban lévő gáz mennyiségét a következőképpen számítjuk ki:

$$A = 14,4 \cdot p \cdot o$$

ahol

14,4 a palackban lévő aceton mennyisége,

p a gáz nyomása,

o az acetilén oldhatóságát az acetonban kifejező szám, adott hőmérséklet mellett (lásd fentebb).

Pl. számítsuk ki mennyi a gázmennyiség literben 12 atm nyomáson, ha a palackhőmérséklet 10 C°.

$$A = 14,4 \cdot 12 \cdot 26 = 4493 \text{ liter.}$$

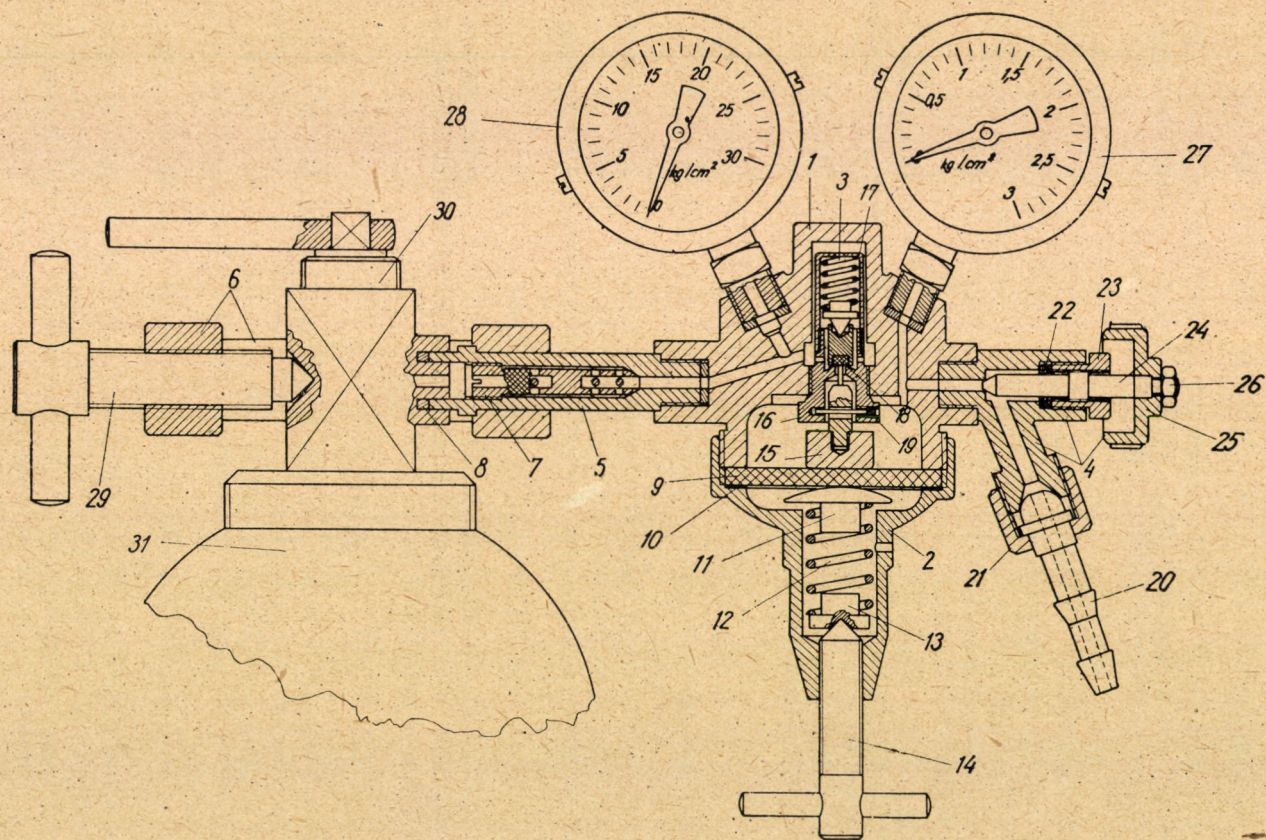
Az acetilén üzemi nyomása a vágópisztoly fejénél 0,5—1,0 kg/cm². Az acetilénpalack nyomását tehát csökkenteni kell, amely célra gáznyomáscsökkentőt használnak. Ilyennek szerkezetét a 10. ábra mutatja.

Az oxigén

A gázlángvágás másik fontos anyaga az oxigén. Az összes kutatók egyöntetűen azt a felfogást vallják, hogy a vágóoxigén tisztasága igen nagy hatással van a vágás gazdaságosságára. A lángvágás teljesítményének növelésekor és a gázfogyasztás csökkentésekor mindenekelőtt az oxigén tisztasági fokának van döntő jelentősége.

A magyar szabvány MNOSZ 1604—52 az oxigén tisztasági fokát 98,8%-ban állapítja meg.

A vágóhelyek oxigénnel való táplálásának legegyszerűbb módja lenne az oxigént az oxigéntelevől csővezetékben odavezetni. Ehhez persze külön oxigéntelev létesítése lenne szükséges. Ilyen oxigéntelev azonban költséges berendezés és csak akkor fizetődik ki, ha az oxigénfelhasználás elég nagy. Ez ócskavágásnál nem mindig van meg, s a felhasználás sem mindig egyenletes. Ha van a műben oxigéntelev, s ez hamarosan minden vaskohászati műben meg is lesz, akkor mindig van lehetőség abból oxigént kapni.



10. ábra. Gáznnyomás-csökkentő szelep

1 nyomáscsökkentőház, 2 rugóház, 3 szelepnnyomó rugó, 4 kieresztő gázszelep, 5 csatlakozó cső, 6 szorító kengyel, 7 szűrőbetét, 8 tömítő gyűrű, 9 membrán, 10 tömítő gyűrű, 11 nyomófej, 12 szabályozó rugó, 13 rugótámasz, 14 szabályozó csavar, 15 szelepemelő, 16 szelepház, 17 rugóhüvely, 18 nyomáscsökkentő szelep, 19 rögzítő csavar, 20 csatlakozó hüvely, 21 csatlakozó anya, 22 tömítés, 23 tömszelence, 24 szeleporsó, 25 szelepkerek, 26 csavaranya, 27 kisnyomású feszmérő, 28 nagynyomású feszmérő, 29 kengyelcsavar, 30 palackszelep, 31 palack

Oxigéngázvezeték anyagául acél használata nem ajánlatos, 20 atm nyomáson felül tilos. Alumíniumvezetékek használata minden körülmények között tilos.

Réz, bronz vagy könnyűfém ötvözetből készített vezeték használata ajánlatos.

Oxigéntelep hiányában az oxigént palackokban szokták szállítani. Az oxigénpalack varrat nélkül készült hengeralakú tartály, amelynek magassága 1530 mm, külső átmérője 207 mm.

Befogadóképességét nálunk 40 literben szabványosították, a palackokat 125 kg/cm^2 nyomás alatt töltik meg oxigénnel. Ekkor a palack $40 \cdot 125 = 5000$ liter $= 5 \text{ m}^3$ oxigént tartalmaz.

Az oxigénpalackra, kezelésére, tárolására és szállítására vonatkozó magyar szabvány MNOSZ 6292—52. Ennek legfontosabb rendelkezései:

A palackokat száraz, lehetőleg fedett helyen, napsütéstől vagy más melegforrástól védetten kell raktározni és szállítani. A palackoknak 50°C -nál nagyobb hőmérsékletre felmelegedniök nem szabad. A palackokat nyári időszakban csak fedett helyen szabad tárolni. A teli oxigénpalackokat csak nedves ponyvával lefedve szabad szállítani.

Az oxigénnek olajos, zsíros, paraffinos s egyéb szerves anyagokkal és nedvszívó anyagokkal érintkeznie nem szabad. Ha a készülékre zsír vagy olaj kerül, felrobbanhat. Éppen úgy tilos a csatlakozó vezetékeknél zsíros, olajos tömítőanyagok használata, mert ez is robbanás veszélyével jár. A nagy oxigénnyomásnak megfelelően az oxigénpalackot különleges zárószeleppel zárják le.

Az üzemi vágásnál a vágandó darab vastagságának megfelelően az oxigén legkedvezőbb nyomását úgy kell szabályozni, hogy az oxigénsugár a vágandó anyag egész keresztmetszetét képes legyen átütni. Kicsi nyomás éppolyan káros, mint a szükségesnél nagyobb nyomás.

Ezért az oxigént kellő nyomásra kell csökkenteni, erre megfelelő nyomáscsökkentőket használnak. Ilyennek szerkezetét a 11. ábra mutatja, amelyen az oxigénes palack elzárószelepe is látható.

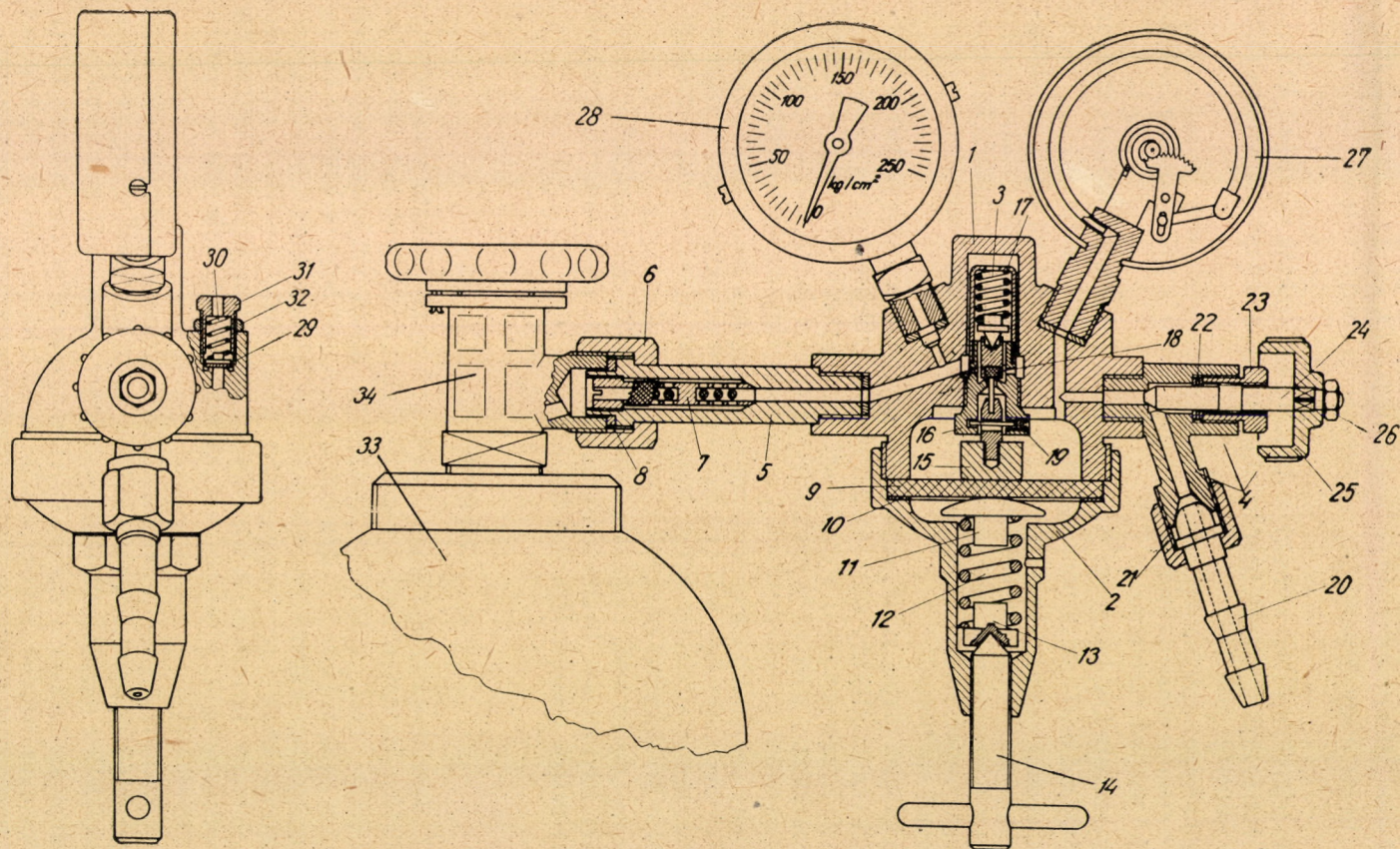
Vágópisztoly

A 12. ábra mutatja a nálunk használatos gázvágópisztoly metszetét; kezelését illetően utalunk a minden vágópisztolyhoz adott használati utasításra.

Említettük, hogy különböző vastagságú darab vágásához különböző mennyiségű és nyomású gáz és oxigén szükséges. Azért, hogy ne kelljen a különböző vastagságokhoz külön-külön vágópisztolyokat alkalmazni, bizonyos vastagsági határok között egy vágópisztolyt használnak, amelyhez cserélhető különböző égőfejek tartoznak. A kicserélhető égőfejekeken általában feltüntetik azt a lemezvastagságot, amelyhez azt használni lehet, valamint az oxigén betartandó nyomását is.

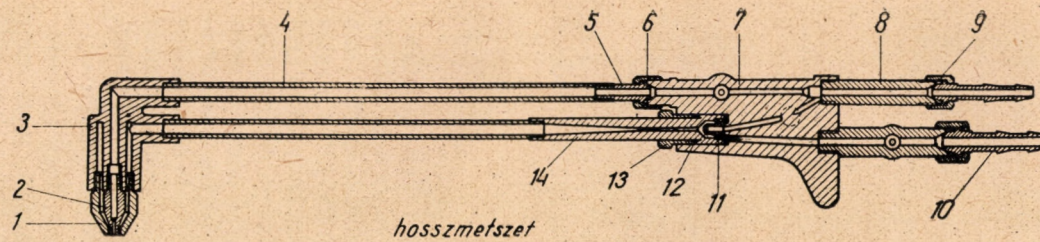
A vágópisztolyt a gáz- és oxigéncsökkentő szelepekkel gumitömlők kötik össze. A gáztömlő vászonbetétes gumitömlő, az oxigéntömlő a nagyobb nyomásnak megfelelően nagyobb vastagságú, sokszor páncélozott gumitömlő.

Őcskavas aprításakor a vágópisztolyt annak kezelője csak kézben tartja, mert az őcskavas nagyon változó alakja miatt ritkán lehet a vágógépeket használni, amelyeknél a vágópisztolyt mechanikailag vezérlik. A munka irányí-

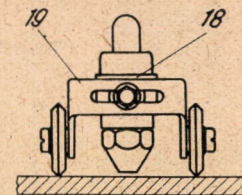


11. ábra. Oxigénnyomás-csökkentő szelep

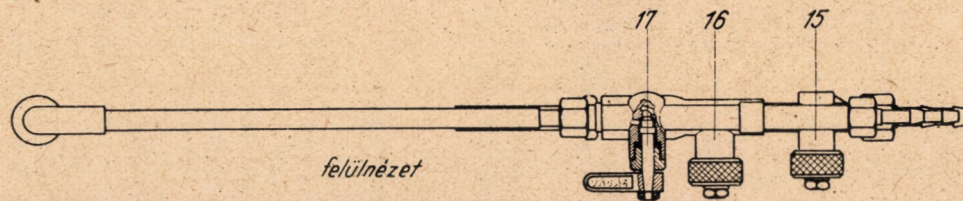
1 nyomáscsökkentőház, 2 rugóház, 3 szelepnymó rugó, 4 kieresztő szelep, 5 csatlakozócső, 6 csatlakozóanya, 7 szűrőbetét, 8 tömítőgyűrű, 9 membrán 10 tömítő gyűrű, 11 nyomófej, 12 szabályozó rugó, 13 rugótámasz, 14 szabályozó csavar, 15 szelepemelő, 16 szelepház, 17 rugóhüvely, 18 nyomáscsökkentő szelep, 19 rögzítő csavar, 20 tömlőcsatlakozó, 21 csatlakozó anya, 22 tömítés, 23 tömszelenc, 24 szeleporsó, 25 szelepkerek, 26 csavaranya, 27 munka feszmérő (kisnyom. manom.), 28 palack feszmérő (nagy nyom. manom.), 29 biztosító szelep, 30 biztosító szeleprugó, 31 biztosítórugó szorító, 32 ellenanya, 33 palack, 34 palackszelep



hosszmetszet

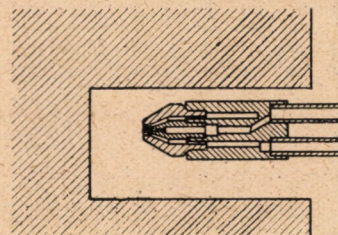
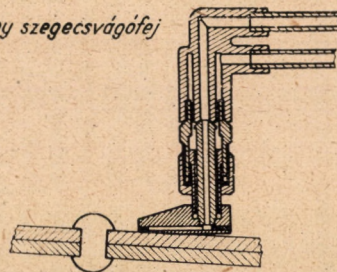


Vezető kocsi



felülnézet

Sík, vagy szegecsvágófej



Egyenes, vagy lyukvágófej

12. ábra. Vágópisztoly

1 külső fúvóka, 2 belső fúvóka, 3 fejhüvely, 4 oxigéncső, 5 oxigéncsőcsatlakozó, 6 csatlakozóanya, 7 szelepek háza (markolat), 8 oxigéntoldal, 9 oxigén tömlőcsatlakozó, 10 égőgáz tömlőcsatlakozó, 11 keverő fúvóka, 12 tömítő gyűrű, 13 tömítő csatlakozó, 14 keverőszár, 15 égőgázszelep, 16 oxigénszelep, 17 vágóoxigénszelep, 18 kocsitartó bilincs, 19 vezető kocsi

tásánál figyelemmel kell lennünk arra, hogy fárasztó a nehéz pisztolyt kézben tartani.

Csak nagy daraboknál, vagy sok egyforma darabnál lehetséges és jogosult a vágógépek használata, amelyeknél a vágást végző mentesül a nehéz pisztoly tartásától. Ezeknél a pisztolyt tartó szerkezetbe fogják be és a pisztolytartót mechanikailag vezetik. Az 5. táblázat adja meg a lángvágás műszaki adatait.

A lángvágás műszaki adatai

5. táblázat

Az acél vastagsága mm	Vágó fúvóka furata mm	Oxigén nyomása kg/cm ²	1 fm vágáshoz szükséges		Acetilén	Oxigén
			acetilén (liter)	oxigén (liter)		
5	0,8	1,3—1,5	12	50	—	—
10	0,8	2,0—2,5	18	100	—	—
20	1,0	3—4	25	175	0,8	5
50	1,5	5—6	50	550	1,0	8,8
100	1,5	7,5—8	100	1200	1,1	27
200	1,5	9—11	200	1700	1,1	43,5
300	2,0	12—14	250	2200	1,2	51

A táblázatban megadott adatok sima lemezvágásra érvényesek. Ócskavas vágásánál egyrészt a darabok bonyolultsága, másrészt a felület egyenetlensége és szennyeződése miatt az anyagfogyasztás 10—20%-kal több.

Balsay I. szerint [3] 1 t ócskavas feldarabolásához 3 m³ oxigén és 3 kg kalciumkarbid szükséges. 8 órás műszakban egy lángvágó két segédmunkással 6—8 t ócskavasat tud darabolni.

A gázlángvágás munkamenete

Az ócskavas felületét darabolás előtt megfelelően elő kell készíteni. A vágandó darabok felületéről eltávolítandó minden földes, agyagos vagy salakos rész, mert ezek a vágást lényegesen korlátozzák, sőt lehetetlenné is teszik. Ezek eltávolítása már azért is feltétlenül szükséges, mert a kemencébe jutva a salak mennyiségét fölöslegesen növelik. Földes, agyagos részeket legkönnyebben erős vízsugárral lehet lemosni, ráégett, rátapadt homokot vagy salakot sokszor csak vésővel és kalapáccsal, vagy drótkéfével lehet eltávolítani. Ha nagyobb acélöntvényfelöntéseket vagy selejtes acélöntvényeket kell gázlángvágással darabolni, akkor ezeket legcélszerűbb a homokfúvó- vagy vízsugárfúvó-berendezésben a homoktól megszabadítani. Különösen fontos, hogy a vágási vonal mentén tiszta, fémes felület legyen. A tisztításba fektetett munka költsége bőven megtérül az elért gáz- és oxigénmegtakarítással s a nagyobb teljesítménynél.

A napi vágási program összeállításakor ügyelni kell arra, hogy egyszerre ne kerüljenek lényegesen különböző vastagságú darabok vágásra, mert mint azt az előbbiekből láttuk, minden vastagsághoz megfelelő vágógépeket kell

alkalmazni, illetőleg más és más gáz- és oxigénnyomás szükséges s ennek gyakori változtatása a teljesítményt csökkenti.

A vágás megkezdése előtt a pisztolykezelő beszereli a darabok vastagságának megfelelő vágóéget s utána pontosan beszabályozza az előmelegítő lángot. Ez úgy történik, hogy a vágóoxigén szelep nyitása mellett az acetilén-szelepet acetiléndúsra állítja be, meggyújtja s utána az acetilén-szelep lassú szabályozásánál a keverési arányt addig változtatja, míg a fehér-kékes acetilén-fátyol eltűnik s a láng magja élesen körülhatárolt. Utána a vágóoxigén-szelepet azonnal zárja.

Az előmelegítő láng helyes beállítása nagyon fontos. Az előmelegítő láng feladata a vágás megkezdésekor az alapanyagot gyúlási hőfokra hevíteni, utána pedig a szükséges hőegyenleg tartása, mert a vágás folyamán a legtöbb hő az anyag elégeséből termelődik. Túl nagy előmelegítő láng alkalmazása nem gyorsítja a vágás sebességét, de oxigén- és gázpazarláshoz vezet.

A beszabályozás után az előmelegítő lánggal a vágás kiindulási helyére megy, azt felmelegíti s ha a gyúlási hőfokot elérte, nyitja a vágóoxigén-szelepet. A vágóoxigén nyomása akkora legyen, hogy a vágósugár a darab egész vastagságán áthatoljon. A szükséges nyomásokat az 5. táblázat tartalmazza.

A vágópisztoly vezetése oly sebességgel történjék, hogy a vágóoxigén teljesen áthatoljon a darab vastagságán. Hangsúlyozni kell azonban, hogy ócskavas-daraboláskor a vezetés gyorsabb lehet, mint szerkezeti vágáskor, mert ócskavas vágásakor nem kell ügyelni a vágás pontosságára s a darabban esetleg képződött metallurgiai vagy kémiai változásoknak nincs jelentőségük.

Fontos azonban, hogy a fúvóka távolsága az anyagtól az anyag vastagságának megfelelő legyen. Ez a távolság 50 mm vastagságig 3—4 mm, 50—100 mm vastagságig 5—7 mm, ezen felül 8—10 mm.

Sima felületen a távolság pontos beállítására s a vágópisztoly könnyebb vezetésére a 12. ábrán 19-cel jelölt, a vágópisztolyra szerelt vezetőkocsit használják.

Ha a vágás folyamán valami ok, pl. a salakosság miatt a vágás megakad, akkor a vágóoxigén-szelepet azonnal el kell zárni, a hibás helyet kivésni s a vágást újra kezdeni.

Időnkint lezárt szelepek mellett a pisztolyt hideg vízbe mártják, hogy túlhevítéstől óvják.

IRODALOM

1. Kristóf Gy.: Gázlángvágás. Mérnöki Továbbképző Intézet előadássorozatából G. V. 2. Budapest, 1952.
2. Nyikolajev, G. A.: Szpravocnyije matyeriali szvarsicsikov. Moszkva, 1951. Hegesztés. Budapest, 1952. VIII. fejezet. Lángvágás 441—459.
3. Balsay I.: Kohászati Lapok. 1953, 113.
4. Volf, V. F.: Oborudovaniye dlja razgyelki loma. Moszkva. Vas- és acélhulladékok feldolgozása. Budapest, 1952, 12.

d) Poradagolásos gázlángvágás

A c) fejezetben ismertettük azokat a feltételeket, amelyek teljesítésétől függ a szokványos gázlángvágás lehetősége. Két körülményt kell újra hangsúlyozni, ami a kohászokat elsősorban érdekli.

Szokványos lángvágás nem lehetséges nagy krómtartalmú rozsdá-, lúg- és hőálló acéloknál, mert a krómoxid olvadáspontja nagyobb, mint magának az acélnek az olvadáspontja, s így útjában van az oxigén további hatásának.

Nem használható a lángvágás a salakkal és zárványokkal átitatott acéltömböknél, medvéknél, üstmaradékoknál, mert a zárványok és egyéb salakrészek akadályozzák a láng továbbjutását és gátat képeznek a vágással szemben.

A megoldás ebből már adódik is. Fokozni kell a láng hőmérsékletét s egyzersmind a lángba olyan anyagokat adni, amelyek oxidja az alapanyag oxidjával, illetőleg a zárványokkal könnyen olvadó salakot képez, amely azután a vágás helyéről azonnal elfolyik. Így jutottak el a »poradagolós« gázlángvágáshoz.

A hatás elérésére különböző porokat alkalmaznak, amelyeket a lángba bevezetnek. Az ócskavasapritás szempontjából a vassporral történő vágásnak van jelentősége.

Adagoló segítségével finom vasport nyomnak a vágási csatornába, az előmelegítő láng elé. A finom vaspor elégeése folytán többletmeleg fejlődik, tehát nő a láng hőmérséklete, másrészt a keletkezett vasoxidul a krómoxiddal könnyen olvadó salakot képez, amely azután elfolyik és szabaddá teszi a vágási felületet a további oxidációra.

Az acéltömbbe bezárt salakzárványokkal, amelyek főrészen kovasavból és mészből állanak, a keletkezett vasoxidok könnyen olvadó vas-mész-szilikátokat képeznek, amelyek gyorsan olvadnak és nem akadályozzák a további vágást.

A vassporral működtetett lángvágópisztoly tehát lényegében egyezik a közönséges lángvágópisztollyal, csak egy harmadik vezetéke van a por bevezetésére.

Készülékek

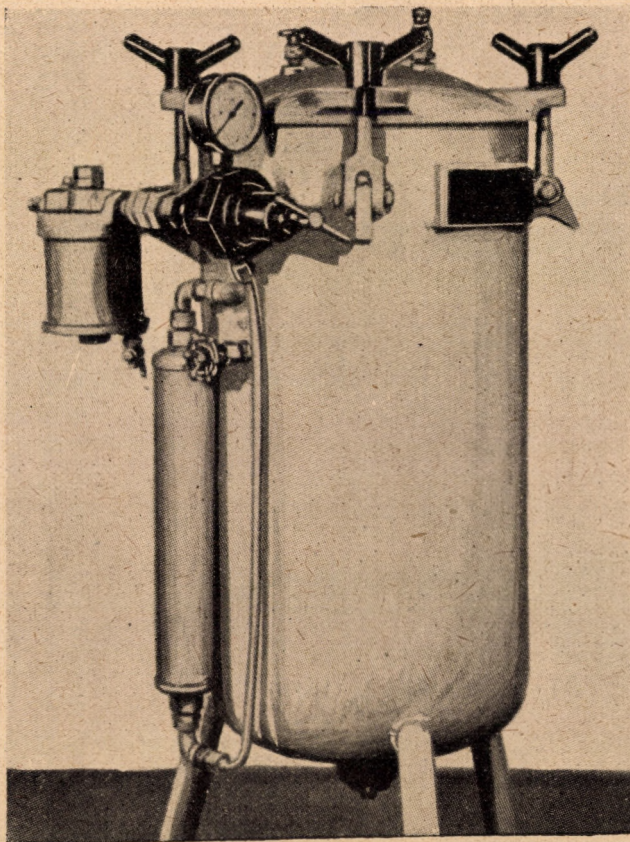
A poradagolós gázlángvágáshoz tartozik a vágópisztoly, az oxigén és gáz és ezenfelül mint különleges berendezés a por bevezetéséhez szükséges készülék, az ú. n. poradagoló (Dispenser)

A poradagolónak két követelményt kell teljesítenie. Elsősorban a por folyamatos áramlását, másodsorban a különböző használati módnak megfelelően az áramlási sebesség szabályozhatóságát kell biztosítania.

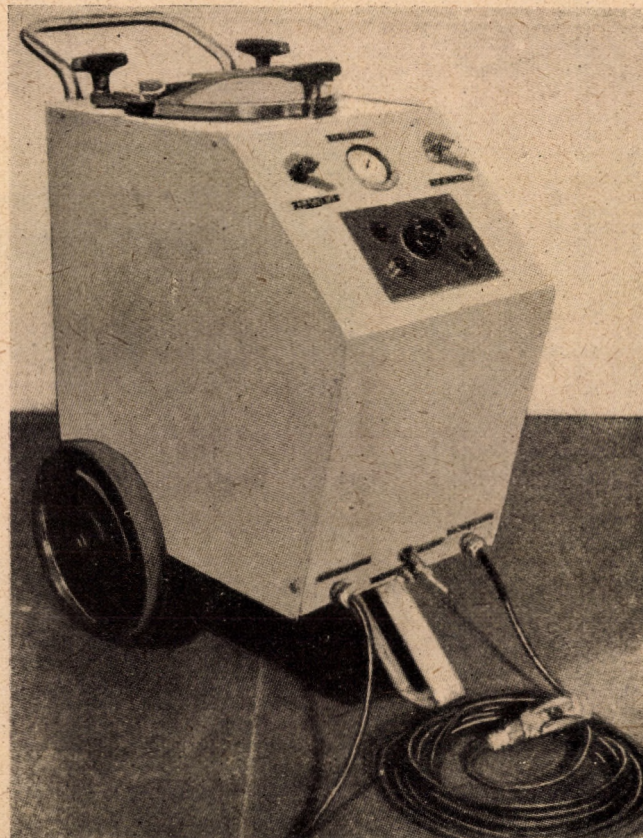
Ezen követelmények teljesítéséhez két fajtájú poradagolót szerkesztettek. Az egyik légnyomású (pneumatikus) kivitelű, amelynél a poradagoláshoz csupán levegővezeték szükséges (13. ábra). A másik rezgő (vibrációs) kivitelű, amely egy elektromos vibrátort és a poráramlás szabályozásához szükséges légvezetékét foglal magába (14. ábra).

Nehéz munkákhoz s így az ócskavasvágáshoz is általában inkább a légnyomású adagolót használják. Ennél nyomás alatt lévő tölcserben tárolják a port. Ebből a por a szállító légáramlatba kerül, amely a port gumitömlőn keresztül a pisztolyba viszi.

Rezgető fajtájú (vibrátoros) adagolót inkább ott használnak, ahol a pornak állandó és pontosan szabályozható áramlása szükséges, pl. folyamatos táblavágó vagy alakvágó műveletnél, elsősorban rozsdá- és hőálló acéloknál. Ennél a készüléknél a por szállítása nyomás alatt álló tölcserből gyorsan rezgő teknőbe történik, amely pontosan szabályozott sebességgel juttatja el a port egy az alsó folyás-



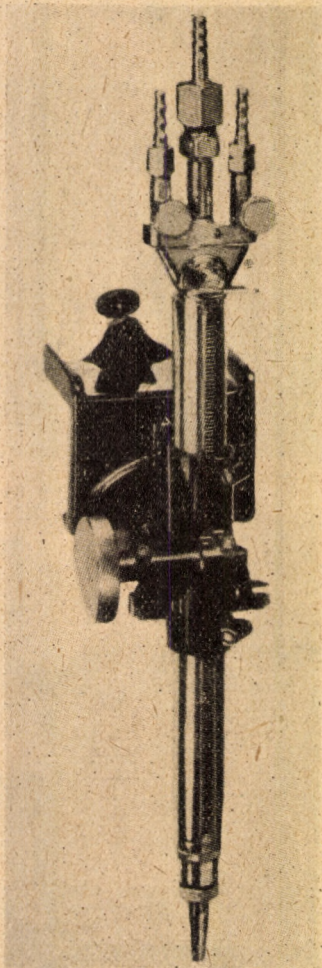
13. ábra. Légnyomású poradagoló



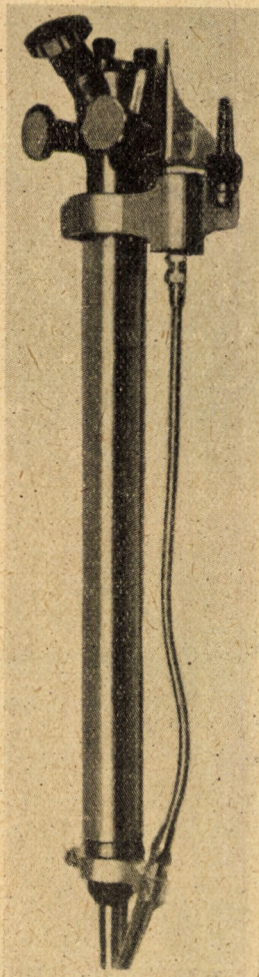
14. ábra. Villamos poradagoló

felőli végén lévő kúpba. Itt a port a légáramlat elkapja és tömlőn keresztül a pisztolyhoz szállítja.

Az adagolók kb. 90 kg port tartalmaznak, de vannak kisebb hordozható adagolók, amelyek csupán kb. 15 kg port tudnak befogadni.



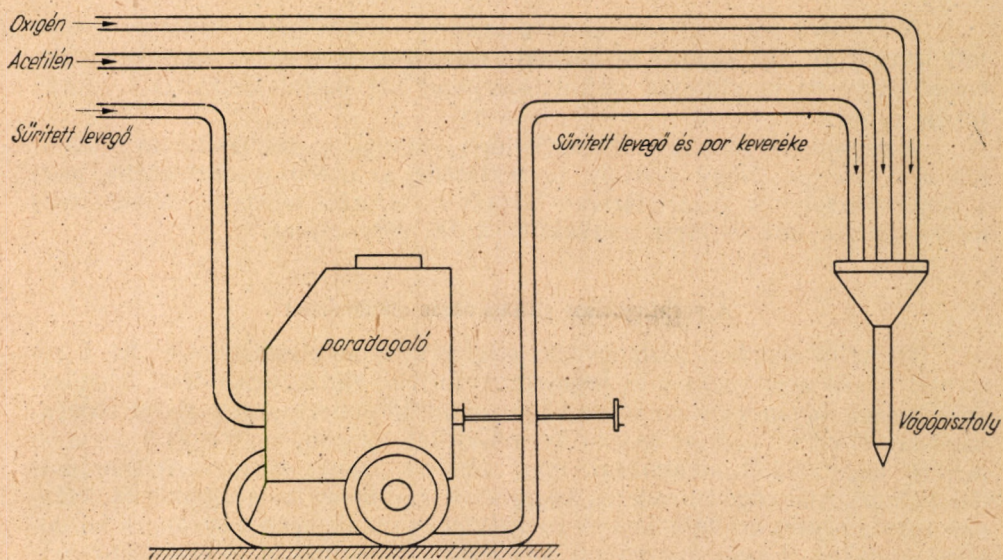
15. ábra. Poradagoló
vágópisztoly belső porcsővel



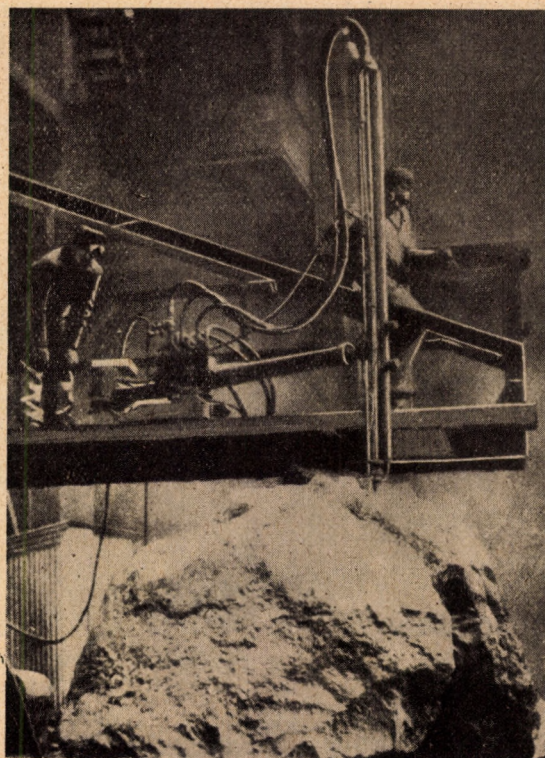
16. ábra. Poradagoló
vágópisztoly külső porcsővel

A port a vágónyíláshoz vagy a vágópisztoly belső csőjén át (15. ábra), vagy pedig a vágópisztoly külső csőjén adagolják (16. ábra).

Központos poradagolást használnak alakos vágásnál, különösen nagy króm-tartalmú acéloknál, míg nagy ócskavastömbök vágásához vagy általában egyenes vágásokhoz az egyszerűbb külsőcsöves vágók használhatók.



17. ábra. Poradagolásos gázlángvágás elvi elrendezése



18. ábra. Nagy üstmedve poradagolásos lángvágása vezetett pisztollyal

A 17. ábra poradagolós gázlángvágás elvi elrendezését mutatja. A sűrített levegőt kb. $0,3 \text{ kg/cm}^2$ nyomással vezetik az adagolóba, amelyben villamosan vagy pneumatikusan hajtott szerkezet azt porral feldúsítja s azután jut az égőbe.

A vágópisztolyok vagy kézi kivitelűek, vagy pedig mechanikusan befogottak és vezetettek. Nagy pisztoly használatánál az utóbbi a megfelelőbb, mert a nehéz pisztolynak kézzel történő tartása és vezetése lehetetlen lenne. Ilyen mechanikusan működtetett szerkezetet a 18. ábra mutat.

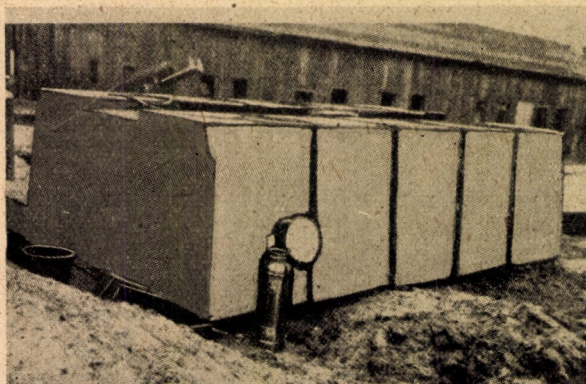
A poradagolós gázlángvágás alkalmazása

Ez az új eljárás a gázlángvágás részére új munkaterületet tárt fel. Elsősorban hőálló acél vágását és hegesztésre történő előkészítését teszi lehetővé. Hőálló acélt olyan gyorsan lehet vágni, mint közönséges acélt tiszta oxigénvágással. E célból csak az oxigén nyomását kell fokozni, vagy eggyel nagyobb méretű vágófúvókát alkalmazni, mint amelyet azonos vastagságú C-acélhoz használnak. Alakvágó műveletek végezhetők rozsdamentes acéltáblákon, kötegelt rozsdamentes acéltáblákon és lemezeken és rozsdamentes bevonatú közönséges acélokon. Lazán összerakott közönséges acéltáblákon is végezhető ez a fajta vágás, amivel elkerülhetők az időrabló befogó műveletek.

A rozsdamentes acéltuskók, bugák előkezelése a poradagolós lángvágásnak másik fontos felhasználási területe. A poradagolós kéregzési és revétlenítési eljárás ma fontos tényező ilyen acélok további feldolgozásánál. A por erős áramoltatásával nagyon sima felületet lehet kapni, ami szükséges a végső hengerlésre előkezelt anyagnál.

Gyenge poráramlást kell alkalmazni előnyújtott tuskók előkezeléséhez, amelyek nagyon repedezettek. Az ilyen anyagokat azelőtt csak hosszadalmas köszörüléssel lehetett megmenteni, ma azonban gazdaságosan, sokkal gyorsabban megújíthatók a poradagolós lángvágó tisztító eljárással.

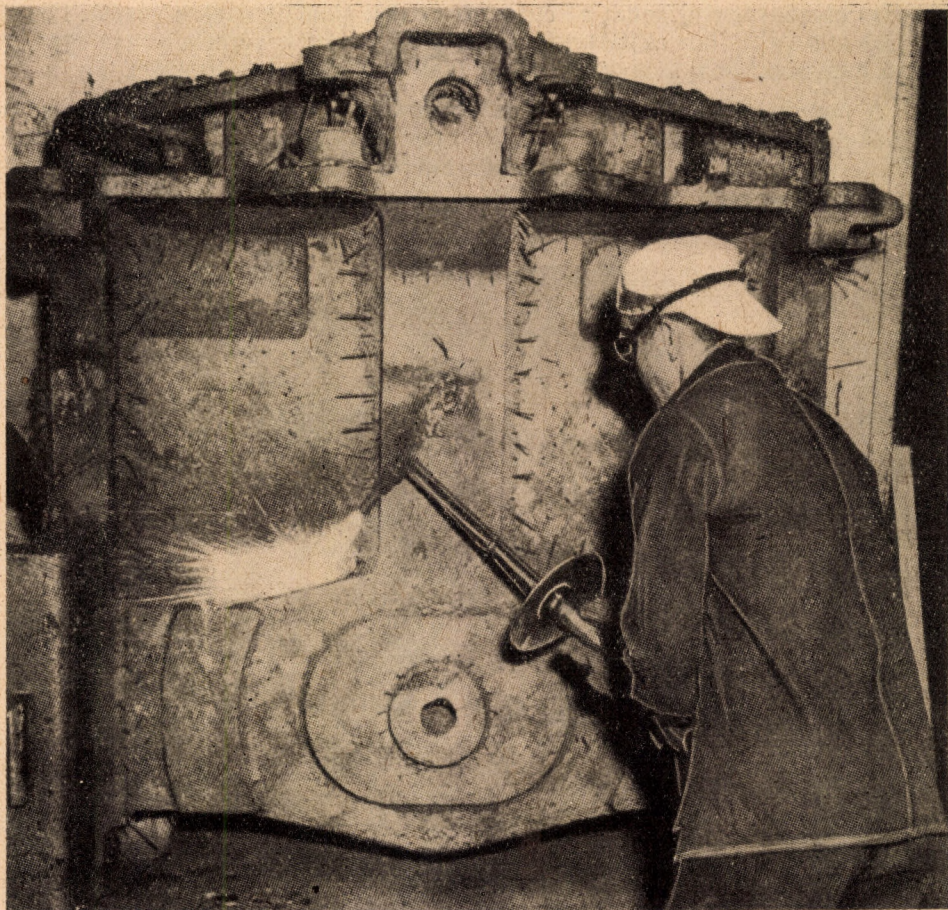
A felhasznált por mennyisége 7—43 kg/óra között változik.



19. ábra. Poradagolós lángvágással szétdarabolt nagy szürkeöntésű gépalap

Habár az eljárás aránylag nem régi, mégis a poradagolós előkezelésnek már nagy jelentősége van az oxidálásnak ellenálló ötvöztött anyagok készítésénél és alakításánál.

Egyik legfontosabb alkalmazása a nagy acél- és szürkeöntvény daraboknak adagolható nagyságra történő darabolásánál van. Különösen jelentős ez az eljárás nehéz üst és egyéb maradékok vágásánál, amelyek salakkal vannak átitatva, vagy bevonva. A vágás alatt képződött vasoxidokkal a salak megolvad, lefolyik s nem akadályozza a vas további oxidációját, tehát a vágást. A 18. ábra kb.



20. ábra. Acélöntvényre ráégett homok eltávolítása poradagolásos lángvágással

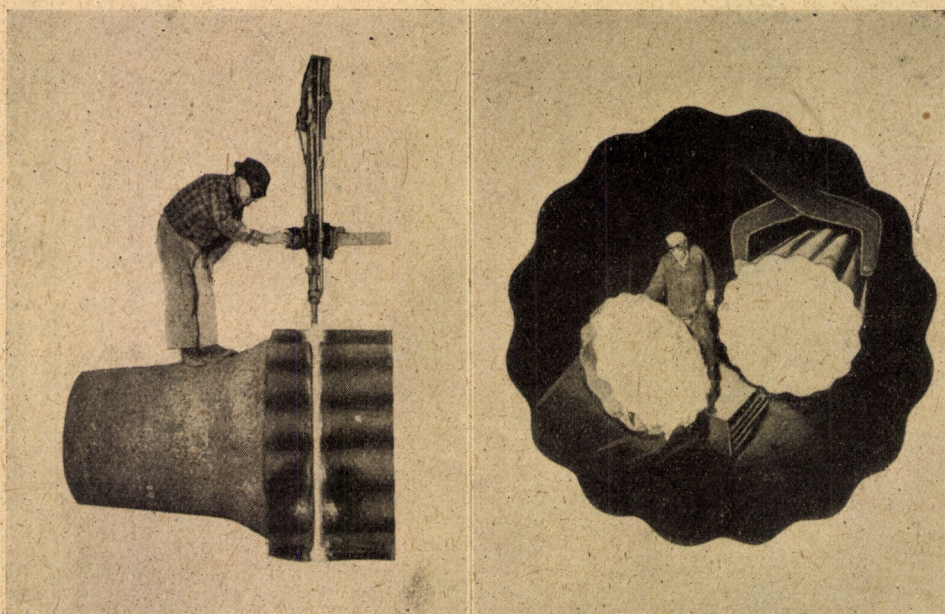
1500 mm vastag üstmedvének feldarabolását mutatja, a 19. ábrán pedig kb 1100 mm vastag és 100 t súlyú, ily módon feldarabolt szürkeöntésű gépalapot láthatunk.

Acélöntvényekben nagyon alkalmas a poradagolásos lángvágás nagy felöntések levágására, ráégett homok, vagy homokfészkek eltávolítására abból a célból, hogy utána a darabot hegesztéssel javítani lehessen. Ilyen homokfészkek eltávolítása ezzel az eljárással sokkal gyorsabban megy, mint bármilyen más mechanikai módszerrel (20. ábra).

Külön eljárást fejlesztettek ki ötvözetlen nagy acéltuskók fejeinek levágására és felületi tisztítására. Ez az eljárás olyan gyors, hogy keresztülvitelére csak mintegy ötödrész annyi idő kell, mint a szokványos lángvágásra (21. ábra). A szükséges pormennyiség a darabok nagysága szerint 20—35 kg/óra.

Színesfémeket is lehet porral vágni. Eddig az volt a nehézség, hogy a vágásnál képződött fémoxidok olvadáspontja rendszeren nagyobb volt, mint az alapfém olvadáspontja, tehát a képződött oxidok akadályozták a vágást. Fémek vágásakor a vasporhoz aktív port, így alumíniumport kevernek, amely egyszerűen nagyobb hőt is fejleszt. Az alumínium a porkeverék 10—30%-a.

A poradagolós vágó és tisztító eljárások termelte füst sűrű és vasoxid-részecskékkal erősen telített. Bár az elégő por füstje maga nem mérgező hatású, mégis gondoskodni kell a munkások védelméről mindenütt, ahol az alapfémmel káros égési terméket képezhetnek.



21. ábra. Nagy tuskó felöntésének levágása poradagolós lángvágással

A munkásoknak szemüveget kell hordaniok, még pedig olyat, amilyent poros vagy erős fényű helyen végzett munkához szoktak viselni. Meg kell védeni a munkást a képződött fény és szikrák ellen. Ez különben minden gázlángvágásnál előírás.

A poradagolós lángvágás okozta füst vörösbarna felhője zavarhatja a dolgozó látását. Ennélfogva jól szellőzött helyeken kell dolgoznia. Ha a helyiség maga nem felel meg ennek a követelménynek, akkor mesterséges szellőztető megoldásokról, mint pl. szívó ventilátorokról, sapkákról és szívó vezetékről kell gondoskodni.

Habár nem tartozik szorosan ide, de meg kell említeni, hogy poradagolással tűzálló téglát és betont is lehet lyukasztani és bontani. Nagy eredményeket értek el régi összeolvadt falazatok bontásánál, amelyeket eddig légnyomású szerszámokkal végeztek. Sokszor csak 15%-a kellett annak az időnek, amely légnyomású kalapácsok használatakor volt szükséges.

IRODALOM

1. *Kristóf Gy.*: Gázlángvágás. Mérnöki Továbbképző Intézet előadássorozatából G. V. 2. Budapest, 1952.
2. *Holub, E. M.*: Blast Furnace and Steel Plant. 1949, 1335.
3. *Babcock, R. S.*: Blast Furnace and Steel Plant. 1950, 674.
4. *Zsák V.*: Az acélgyártás időszerű kérdései. Budapest, 1953, 11.

e) Ócskavasvágás ollókkal]

Az ócskavasdarabolás legfontosabb berendezése kétségtelenül az ócskavas-olló. Ha nagyterjedelmű géproncsokat, vagy vasszerkezeti roncsokat kell felaprítani, akkor azokat előbb rendszerint lángvágással daraboljuk olyan alakra és méretre, amelyekkel azután az ollók alá mehetünk a végleges aprítás céljából.

Az ócskavasollóktól nem követeljük meg azt a pontosságot és simavágást, mint hengerműi, vagy más műhelyollóktól. Ezek a követelmények az ócskavasollóknál teljesen feleslegesek lennének, s az ócskavasollók szerkezetét bonyolulttá tennék. Ócskavasollóktól elsősorban egyszerű szerkezetet, erős, tömör kivített követelünk. A szájniylás aránylag nagy legyen, hogy elgörbült darabokkal is könnyen juthassunk a kések közé s az olló kezelése egyszerű legyen.

Az ócskavasollók vágóképességét általában négyszögletes kereskedelmi minőségű acélbugára, vagy pedig 70 kg szilárdságú vasúti sínekre vonatkoztatják, s az a feltétel, hogy az olló ezeket egy menetben kettényírja.

Az erőszükséglet meghatározására ismernünk kell a darab szétnyírására szükséges nyíró erőt; ezt a következő képlet szerint állapíthatjuk meg:

$$P_{kg} = F_{cm^2} \cdot \tau_B \text{ kg/cm}^2,$$

ahol F a vágandó darab keresztmetszete,

$$\tau_B = 0,8\sigma_B,$$

σ_B a vágandó anyag szakítószilárdsága.

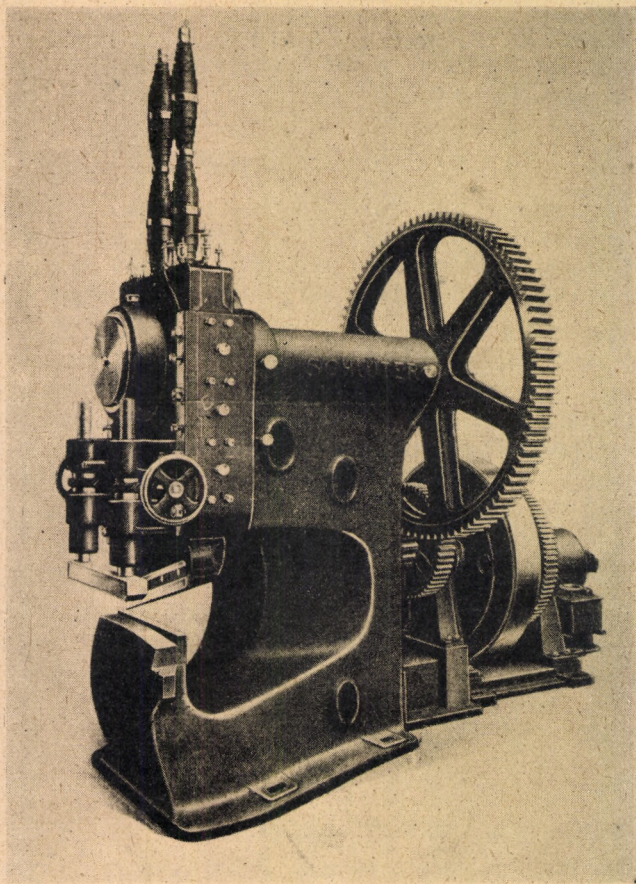
Az így számított nyomóerő sima felületre érvényes. Ócskavasvágásnál annak egyenetlen felülete miatt a kapott eredményhez biztonság céljából 15—20%-ot kell hozzáadni. Az erőszükségletre tájékoztatást ad a következő összeállítás:

Vágóképesség buga mm $\square$	40	50	70	90	120
Vasúti sín kg/m	8	14	36	45	45 felül
Tartó NP	12	26	38	nagyobbak	
A szükséges hajtómotor Le	10	15	25	40	60

Az ócskavasollók kétféle kivitelben készülnek, mégpedig mint nyomóollók és az ú. n. alligátor ollók.

A nyomó olló kivitelét a 22. ábra mutatja. Az állvány erős acélöntésű kivitelben készül, a késtartót hosszú szán vezeti. Habár az állvány erősen méretezett, mégis az esetleg jelentkező túlterhelés ellen törési elemekkel biztosítják.

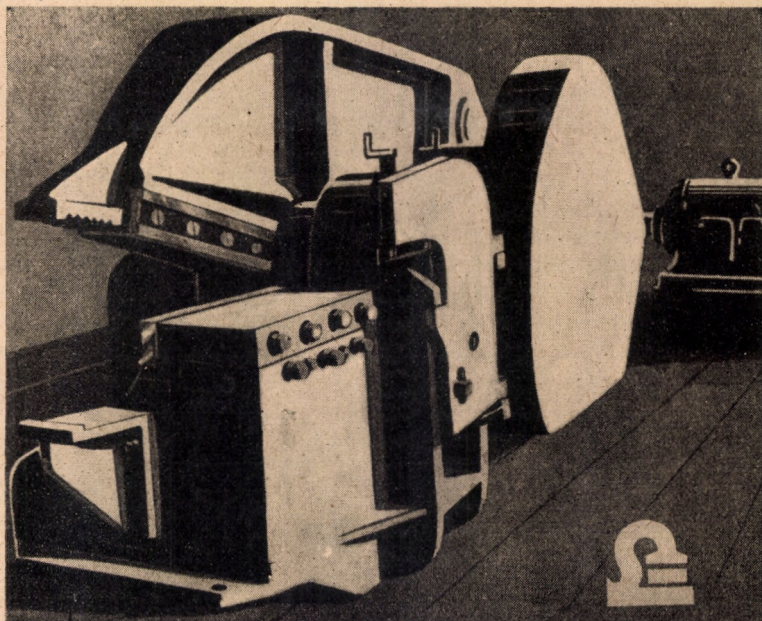
Az ilyen ollókat inkább csak nagy vágóképességgel készíteneek. Nagy ócskavastelepek felszereléséhez legalább 100 mm $\square$ kereskedelmi minőségű bugák, vagy góliátsín vágására alkalmas, vagy ennél nagyobb ollót végyünk. Ezek kb. 400 t nyomásra készülnek.



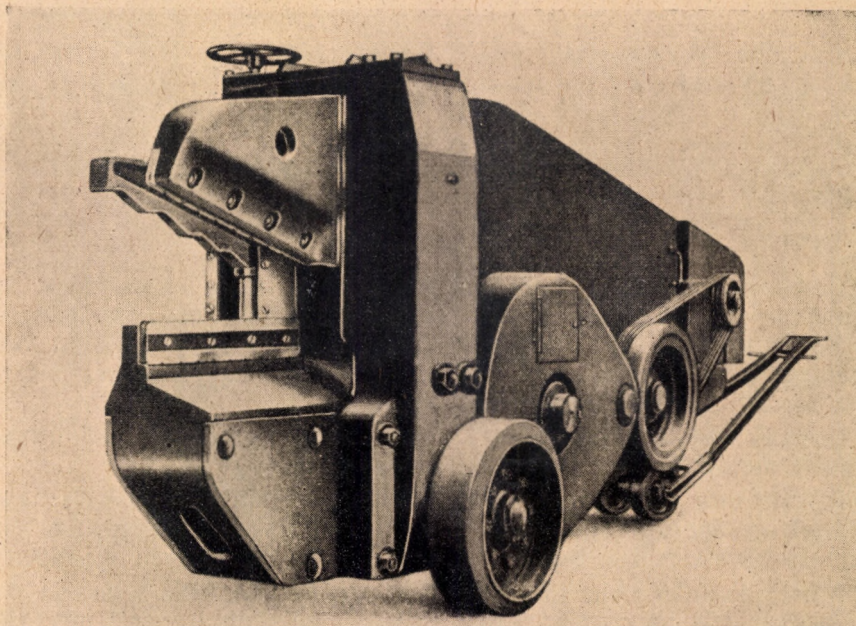
22. ábra. Nagy ócskavasolló. Vágóképessége 120 mm $\square$, erőszükséglete 60 Le

Kisebb méretű darabok vágásához alkalmasabbak az ú. n. alligátor ollók. Ezek egyszerűbbek és könnyebben kezelhetők. Vágóképességük 40—50 mm $\square$. Lehetnek helyhez kötöttek (23. ábra), vagy mozgó kivitelűek (24. ábra).

Az ilyen mozgó ócskavasollók igen előnyösen alkalmazhatók nagy gyártelepeken a szétszórtnan fekvő ócskavas összegyűjtésénél, mert hiszen sokkal egyszerűbb és könnyebb a már darabolt ócskavasat kocsira rakni, mint a nagyobbakat vagy az ágas-bogasokat.



23. ábra. Helyhez kötött alligátor-olló. Vágóképessége 40 mm $\square$, erőszükséglete 10 Le



24. ábra. Mozgó alligátor-olló. Vágóképessége 35 mm $\square$, erőszükséglete 7,5 Le

Vidéki kisebb gyűjtőtelepek is előnyösen használhatnak ilyen mozgó ollókat.

Az alligátor olló késtartójának, mint azt a 23. ábrán látjuk, elől nyúlványa van, amelynek az a rendeltetése, hogy üreges ócskavas darabokat, mint pl. csöveket előbb azzal le lehet lapítani, hogy azután könnyebben lehessen a kések közé tolni.

Közepes teljesítményű alligátor-olló három műszakon át, évenként 10 000 t hulladékvasat képes feldolgozni. [3]

Az ollók legfontosabb része az ollókés. Az ócskavas vágásakor a kés erősebben van igénybe véve, amint lemez vagy más acélok vágásakor, ezért ócskavasollók késeihez csak nagy teljesítményű ötvöztött acélt célszerű használni. Igen jól megfelelnek a következő összetételű acélok:

C	Mn	Si	Cr	W
%				
0,50—0,60	0,30	0,30	1	2
0,40—0,50	0,30	0,30	1	4

Nehéz ollókések összetételére vonatkozó MNOSZ 4352—50 magyar szabvány a következő összetételt írja elő:

Jele	C	Mn	Si	Cr	W	P	S
%							
WS 6 b ..	0,4—0,5	max. 0,4	0,7—1,3	0,8—1,5	1,8—2,2	max. 0,035	max. 0,035
WS 6 c ...	0,5—0,65	« 0,4	0,7—1,3	0,8—1,5	1,8—2,2	« 0,035	« 0,035

A késeket kovácsolás, megmunkálás és edzés után teljesen simára kell köszörülni.

f) Egyéb ócskavasapritó eljárások

Ócskavasapritásra fogazott tárcsás fűrészritkán használnak, mert teljesítménye az ócskavasapritásnál igen kicsi s inkább csak alkalmasszerűen használható. Ilyen pl., ha az acélöntödékekben a nagy felöntések fűrészsel történő levágásánál azokat más apritó berendezés hiányában berakásra alkalmas nagyságra, ott helyben szétfűrészelik.

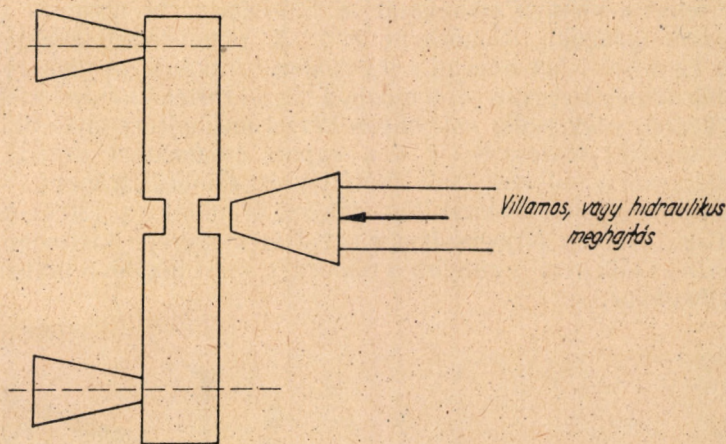
Hasonló eset az, amikor nagy szürkeöntésű vagy acélöntésű hengerek felöntéseit mindjárt a leszúró padon szétdarabolják.

Elvéve még a súrlódásos tárcsafűrészeket is használják ócskavasdarabolásra. Ezek a fémeket úgy vágják szét, hogy a fűrész tárcsa és a vágandó fém között a súrlódás következtében fejlődő hő a fémeket a vágás helyén megolvasztja.

A nagy fordulatszámú tárcsának sima vágóéle van, néha a súrlódás fokozása végett recézik. A tárcsák anyaga szénacél, mégpedig lágyacél, mert ennek olvadáspontja nagyobb, mint a keményé.

Előnye a súrlódásos fűrészeknek, hogy a vágandó anyag keménysége nem befolyásolja a teljesítményt, mert hiszen az anyag megolvad. Sőt még edzett acéldarabok is jól vághatók vele. Hátrányuk az aránylag kis termelőképesség és az üzemükkel járó nagy zaj, ezért rendszeren külön házikóban kell felállítani, hogy ne zavarja a környezetet. Újabban inkább lángvágással helyettesítik, habár tagadhatatlan, hogy nagy ócskavas telepen ilyen fűrészből jó szolgálatot tehet.

Selejtes tuskók vagy nagyobb keresztmetszetű hengerelt bugák törésére tuskótörő gépeket használnak. Ezek lehetnek hidraulikus, vagy villamos meghajtásúak. Működésük lényege, hogy a törendő darabot a két végén alátámasztják, a közepén ékkel nyomást adnak rá, minek folytán az széttörik. A törés megkönnyítése végett azon a helyen, ahol a darabot el akarjuk törni, rendszerint autogénvágóval bemetszést létesítünk (25. ábra).



25. ábra. Öntecs- és bugatörőgép elvi rajza

Az ilyen tuskótörő gépnek csak akkor van jogosultsága, ha sok selejtes tuskót, vagy nagyobb keresztmetszetű bugát kell törni, aminek természetesen jól vezetett üzemből nem szabad előfordulnia, másrészt lángvágással egyszerűbben lehet a célt elérni.

IRODALOM

1. Volff, F. V.: Oborudovaniye dlja razgyelki loma. Moszkva. Vas- és acélhulladékok feldolgozása. Budapest, 1952.
2. Zsák V.: Az acélgyártás időszerű kérdései. Budapest, 1953.
3. Balsay I.: Kohászati Lapok. 1953, 113.

7. Az ócskavas tömörítése (bálázása)

Az ócskavaselőkészítés másik módja a könnyű hulladék tömörítése.

A vassajtákat egyre nagyobb mértékben használják fel finom lemez, vékonyzalag és drót előállítására, s ebből következik, hogy ilyen hulladék már a kohóműveken belül is mindnagyobb mennyiségben keletkezik, de a köz-

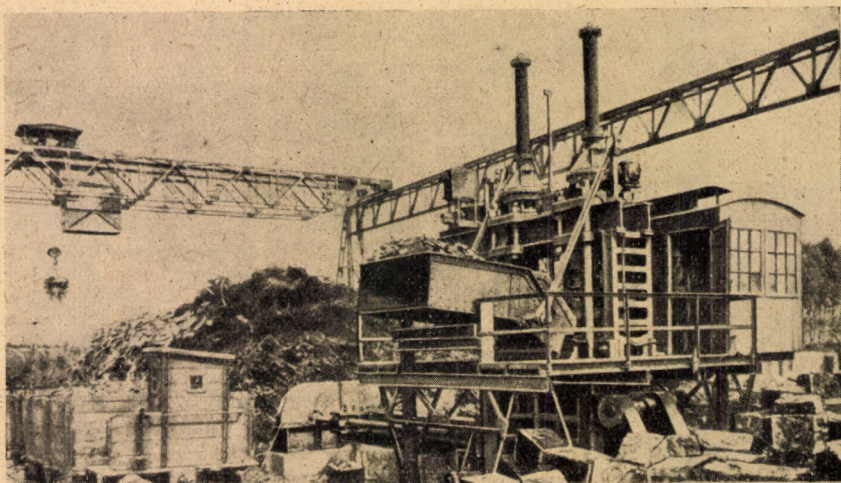
használatból visszatérő hulladékban is mind nagyobb mennyiségben találunk finomlemez és szalagot.

Számolni kell tehát avval, hogy a könnyű hulladék az összes ócskavas mind nagyobb részét adja. Az ilyen könnyűhulladéknak az acélgártás szempontjából több hátránya van.

Elsősorban is a térfogatsúlya kicsi, $500\text{--}700\text{ kg/m}^3$, tehát szállításkor a vasúti kocsiban sok helyet foglal el s annak rakodóképeségét rosszul lehet kihasználni. Tárolásnál is sok helyre van szükség. A legnagyobb hátrány azonban az, hogy a berakó teknőket nem lehet jól kihasználni, a teknők űrtartalmának kihasználási tényezője rossz, a kemence a könnyű hulladékkal hamar megtöltődik, az utánrakással pedig várni kell, míg a berakott rész megolvad. A berakási idő tehát nagyon megnyúlik, ez pedig a kemence lehűléséhez, az adagtartam meghosszabbodásához, s ennél fogva a termelés csökkenéséhez vezet.

Hogy tehát a könnyű ócskavasat a SM-kemencébe gyorsan és gazdaságosan tudjuk adagolni, tömöríteni kell. A tömörítéssel annak térfogatsúlyát 2000 kg/m^3 -re lehet növelni s ily módon berakásra alkalmasabbá tenni.

A tömörítésnek legegyszerűbb módja a kézzel történő kötegelés. A könnyű hulladékot kézzel, vagy pedig valamilyen kézzel meghajtott sajttal, rendszeren csavarorsós sajttal összenyomják s a kapott csomagokat dróttal átkötik. Ennél az eljárásnál a hulladék csak kismértékben tömörül, a munka sok kellemtelenséggel jár s a termelés kicsi. Egy dolgozó óránként kb. 150 kg -ot tud így kötegelni. Csak ott van létjogosultsága, ahol idényszerűen kis mennyiségeket kell feldolgozni. Célja nem is annyira a tömörítés, mint inkább a hulladék könnyebb kezelhetősége.

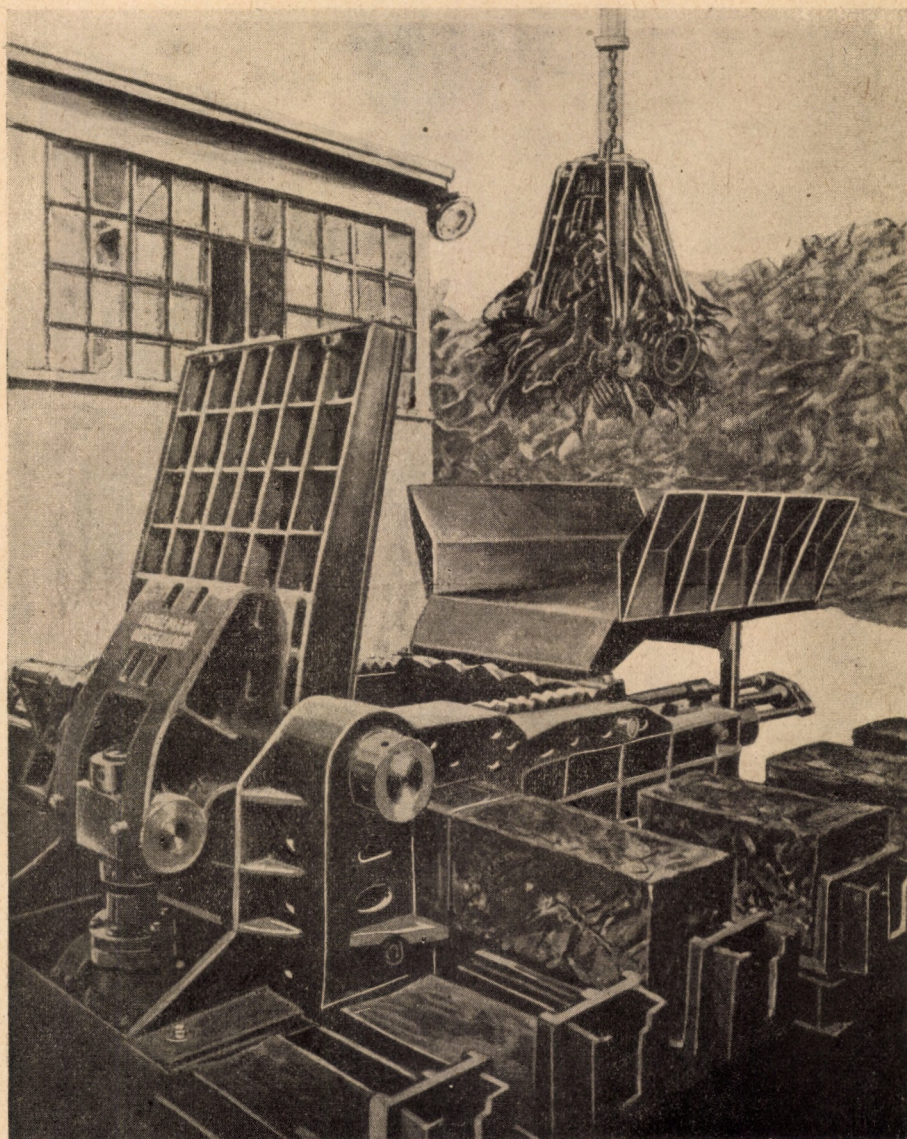


26. ábra. Nagy ócskavasprés villamos meghajtással. Teljesítménye $5\text{--}8\text{ t}$ préselt csomag óránként

Kielégítő tömörítést csak az ócskavastömörítő sajtokon lehet elérni. Ezek lehetnek hidraulikus, vagy villamos hajtásúak.

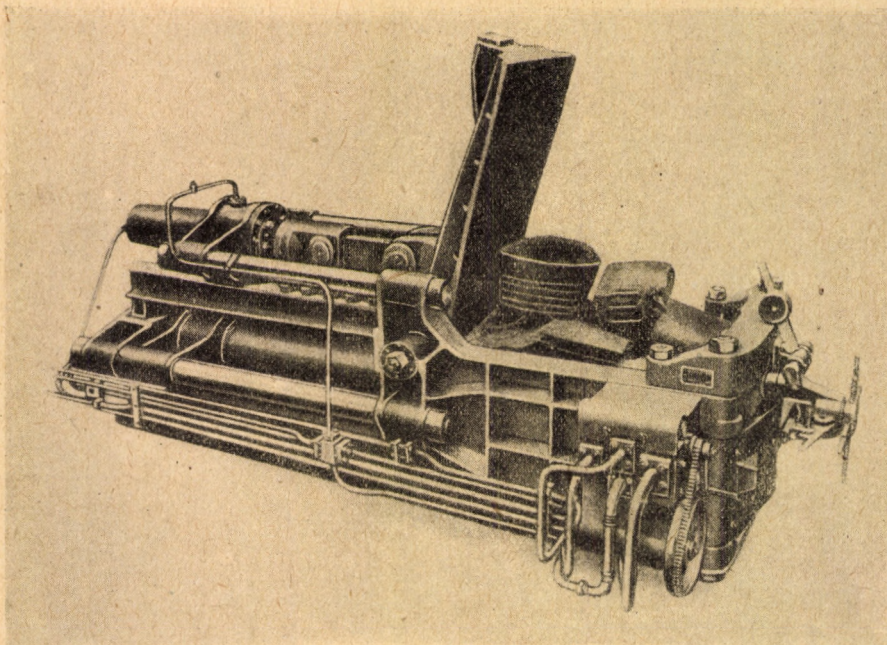
Az ócskavassajtóknak akármilyen meghajtásúak is, általában két dugattyújuk van (egy előnyomó és egy készre nyomó). Hidraulikus meghajtásúaknál az előnyomó dugattyú leginkább vízszintes mozgású, a készre nyomó függőleges

mozgású, elektromos meghajtásúaknál pedig az előnyomó függőleges, a készre nyomó pedig vízszintes. De ezt nem lehet általános szabályként kimondani, mert pl. hidraulikus sajtonál is találunk függőleges előnyomót és vízszintes

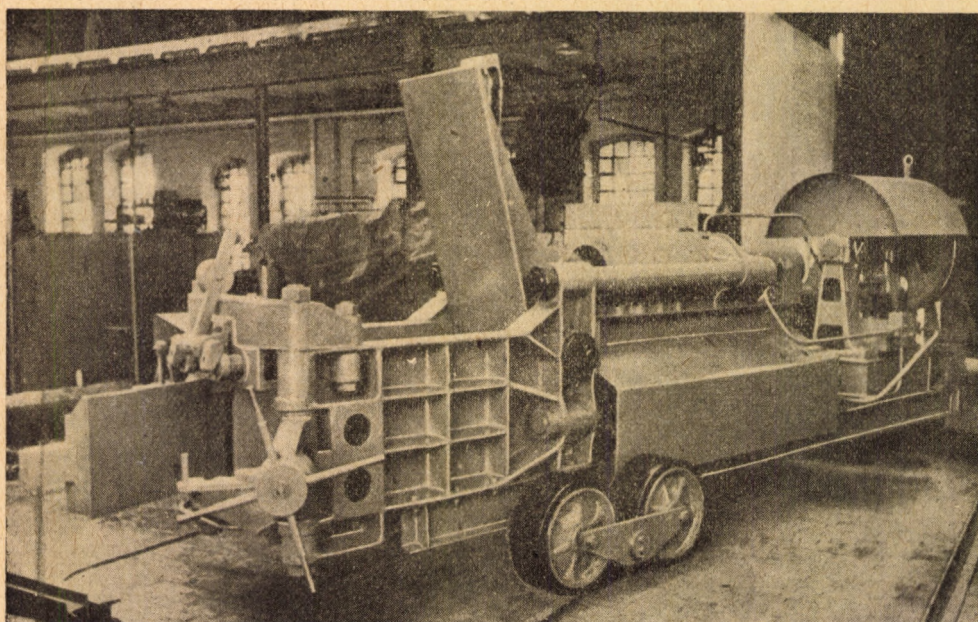


27. ábra. Nagy ócskavasprés hidraulikus meghajtással.
Teljesítménye 3—5 t préselt csomag óránként

mozgású készre nyomó dugattyúkat. A készre nyomó dugattyú végzi rendszerint a csomag kinyomását a préskamrából. A préskamra rendszeren acélöntésű páncéllemezről van kiképezve.



28. ábra. Kisebb hidraulikus ócskavasprés. Teljesítménye 1,5—2,5 t préselt csomag óránként.
Erőszükséglete 15 Le



29. ábra. Mozgó ócskavasprés hidraulikus meghajtással. Teljesítménye 800—1200 kg préselt
csomag óránként

A csomagolás menete három szakaszból tevődik össze :

- a) A préskamra megtöltése a hulladékkal, esetleg többszöri előnyomással
- b) Előnyomás.
- c) Készre nyomás s a csomag kitolása.

A 26., 27. és 28. ábrák különböző ócskavassajtókat mutatnak, míg a 29. ábra mozgó ócskavassajtót ábrázol, amelyet kitűnően lehet használni kisebb ócskavastelepeken.

Az ócskavassajtók ma az ócskavaselőkészítés legfontosabb berendezései, mert az idegen ócskavas ma leginkább edényekből, szalag- és dróthulladékból és egyéb finomlemezről készült alkatrészekből áll.

Az ócskavasprések teljesítményét illetőleg utalunk az ábrák alatti adatokra.

IRODALOM

1. Report of Scrap Preparation for Melting Operations. New York, 1947.
2. Volf, V. F.: *Oborudovaniye dlja razgyelki loma*. Moszkva. Vas- és acélhulladékok feldolgozása, Budapest, 1952.
3. Bajsay I.: *Kököszati Lapok*. 1953, 113.
4. Zsák V.: *Az acélgégyártás időszerű kérdései*. Budapest, 1953, 14.

8. Vas- és acélforgács előkészítése

Az acélgégyártási betétanyagok előkészítésénél különleges helyet foglal el a vas- és acélforgácsnak adagolásra alkalmas állapotba való hozatala. Az előkészítés módja változik aszerint, hogy szürke öntöttvas-, vagy pedig acélforgáccsal van dolgunk.

A szürke öntöttvasforgács rövid darabokban képződik, tehát aprításra nem szorul. Ami a felhasználását illeti, kézenfekvő lenne azt a kúpolóba újra adagolni. Ennek azonban két akadálya van, mégpedig egyrészt annak igen változó összetétele, másrészt apró darabossága.

Tudavalevőleg a szürkeöntvények P-tartalma az öntvény rendeltetésének és fálvastagságának megfelelően igen változó. A szürkeöntvényekben a P-tartalom 0,1—1,5% között változik. A megmunkálóműhelynek, egyes eseteket nem tekintve, nincs tudomása az öntvény P-tartalmáról és természetesen az összes szürkeforgácsot egybegyűjti, tekintet nélkül annak összetételére. A kúpolókemencében azonban előre meghatározott öntvényféleségeket kell olvasztani, s sok szürkeforgács felhasználásakor könnyen megeshetik, hogy a vas P-tartalma eltér az előírt határoktól.

Másodszor a finom szemcsézetű vasforgács a kúpolóban zavarokat okoz. Finom szemcsézete révén könnyen eltömi a gázáramlásra szükséges hézagokat, azonfelül a felfelé áramló oxidáló gázáramlás folytán térfogatához képest nagy felületen nagyon oxidálódna és belőle sok elsalakulna.

Ha tehát a szürke öntöttvasforgácsot kúpolóban kívánnánk felhasználni, akkor azt darabosítani, brikettezni kellene. Voltak is próbálkozások a szürkevasforgács briketkezésére. Kb. 40 éve annak, hogy egy magyar eljárásról, nevezetesen a Rónay-féle briketkezésről sokat hallottunk, Amerikában feltehetőleg használták is, de később egészen feledésbe ment, s ma a kúpolóban forgácsbrikett alig használnak.

A szürke öntöttvasforgács legalkalmasabb felhasználási módja, ha a nagyolvasztóba adagoljuk, ahol egyrészt az ércanyagban jól elkeveredik, növeli annak Fe-tartalmát s összetételbeli egyenetlensége nem befolyásolja a nyersvas összetételét. A forgács brikettezése aránylag költséges művelet, s egyszerűbb azt az olvasztón át a szükséges kokszt felhasználásával a salak behatása alatt jó minőségű és könnyen adagolható nyersanyagtömbökké átalakítani.

Véleményem szerint a forgácsnak nagyolvasztóban való egyik felhasználási módja lenne azt a zsugorítmányba belekeverni.

Más a helyzet az acélforgácsnál. Ötvözött forgácsot feltétlenül külön kell választani s a később említendő eljárásokkal beadagolásra alkalmas állapotba hozni. Az acélforgácsnak két hátránya van. Mégpedig elsősorban az, hogy különösen az esztergaforgács hosszú tekercsekből áll s a sodrott, összekuszált forgács térfogatsúlya kicsi, tehát már a szállításnál nehézséget okoz, rosszul lehet a szállító eszközök úrtartalmát kihasználni. Az összekuszált forgács kezelése igen nehéz, nehezen lapátolható vagy rakható a berakó teknőbe. Másodszor a forgács nagy térfogatából kifolyólag könnyen rozsdásodik, tehát minősége feltétlenül romlik.

Feladatunk a forgács előkészítésénél tehát kettős. A hosszú ágas-bogas forgácsot adagolható állapotba kell hozni s egyszersmind az oxidálástól védeni.

A forgács előkészítésének a következő módjai vannak.

- a) Égetés.
- b) Aprítás, őrlés, törés
- c) Brikettezés.

a) Égetés

A felhalmozott forgácsrakások, amelyek sokszor a gyár területén hatalmas hegyeket alkotnak s amelyeknél a felsőbb rétegek nyomása alatt az alsó rétegek szorosan összenyomódnak, szétszedése igen fáradságos művelet. Az ilyen forgácsot sokszor égetik. Ha erős tüzet raknak elé, akkor a forgács elég könnyen meggyullad, összesül, különösen ha nagyon olajos volt. Az égetés folytán azonban sok oxidálódik belőle s legfeljebb a nagyolvasztóba való adagolásra lesz alkalmas.

Már azért is, hogy a forgács a halmazokban ne túlságosan tömörüljön, ne halmozzuk azt magasabbra 1,5—2,0 m-nél. A töretlen vegyes acélforgács térfogatsúlya kb. 280 kg/m³, vagyis 2 m magas forgácsrakásban 1 m²-en kb. 500 kg forgács tárolható, ha az alsó rétegek összenyomódását el akarjuk kerülni.

b) Aprítás, őrlés, törés

A forgács aprítása, vagy őrlése a forgácselőkészítés legelterjedtebb művelete. Lehet önálló művelet, amikor a forgácsot szállításra vagy berakásra alkalmassá tesszük, vagy pedig csak előkészítő művelet a később tárgyalandó brikettezéshez.

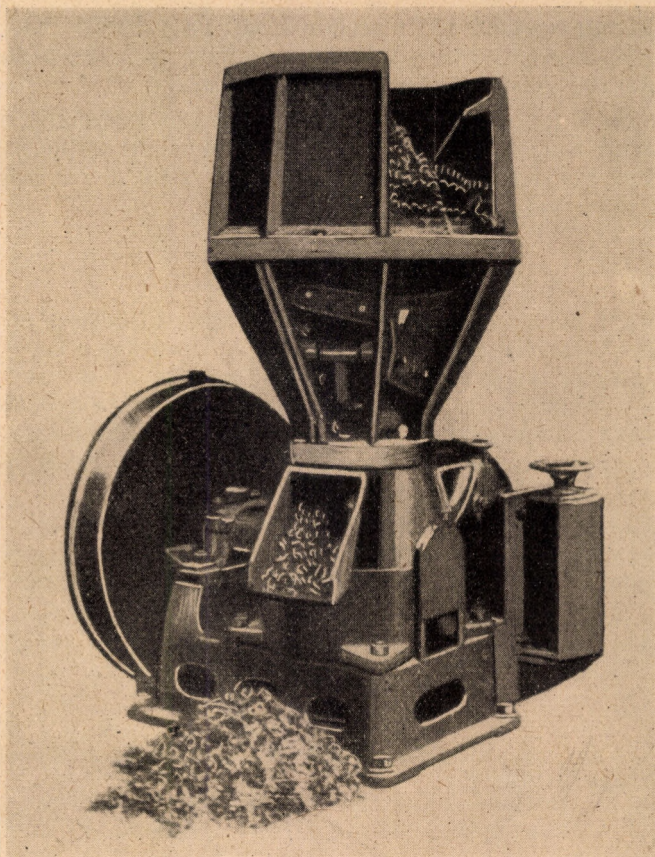
A forgács aprításának a szállítás szempontjából az a nagy előnye, hasonlóan a finomlemez hulladék csomagolásához, hogy a vasúti kocsik rakodóképességét jól ki lehet használni.

Nyers állapotban lévő forgács térfogatsúlya kb. 180—200 kg/m³, míg az őröltté 1500—2000 kg/m³.

Ágas-bogas, összekuszált forgácsból 20 t-ás magas oldalú nyitott vasúti teherkocsiba alig lehet 7—8 t-át begyömöszölni, amelynek kirakása azután igen veszélyes. Aprított forgácsból viszont 20—21 t-át is be lehet rakni.

A forgács aprítására forgácsaprító gépeket, forgácsmalmokat használnak. Ezeknek adagoló tölcserjébe kis tételekben beadják az aprítandó forgácsot s abban azután álló- és körforgást végző kések között áthaladva darabokra esik.

A 30. ábra ilyen forgácsörülő malom képét mutatja.



30. ábra. Forgácsörülő malom. Teljesítménye 500—1000 kg őrölt forgács óránként, erőszükséglete 10 Le

Sajnos, az ilyen forgácsörülő malom igen kényes esetleges behulló vasdarabokkal szemben, mert azok könnyen törését idézhetik elő. Azért a törés ellen megfelelő törési elemekkel kell biztosítani. Rendszerint a kapcsolóba könnyen lenyírható csapokat illesztenek, s mielőtt a törés bekövetkeznék a csap lenyíródik és a gép megáll.

Említettük, hogy az acélforgács igen nagy hiányossága az, hogy könnyen és gyorsan oxidálódik. Ezért fontos a forgács mielőbbi felhasználása, nem szabad azt sokáig szabadban tárolni. Ezt úgy érjük el, hogy a forgácsot kelet-

kezési helyén azonnal aprítani kell. Minden gépgyárban, sőt minden nagyobb megmunkáló műhelyben kell forgácsaprító berendezést felállítani, természetesen fedél alatt, amelyen a keletkezett forgácsot ott mindjárt aprítani lehet. Az aprított forgácsnak vasúti kocsiba történő berakására igen jól megfelel a gumiszalagos halmozó (stapler), tehát nem is szükséges külön daruberendezés hozzá. Amint egy vasúti kocsit megraktunk, azt azonnal továbbítani kell az acélműnek. Ilyenformán megakadályozzuk a forgácsnak nagyobb mérvű rozsdásodását, s az acélmű jó, tiszta betétet kap. Az aprítás költsége már a fuvarköltségen megtérül.

A túlságosan elrozsdásodott acélforgácsot, vagy ha feltételezzük, hogy az nagyon kevert — öntöttvas vagy talán még fémforgács is van benne — feldolgozásra ajánlatosabb a nagyolvasztóműveknek átadni.

Az aprított forgács kétségtelenül igen könnyen oxidálódik, másrészt nem kellő vigyázattal adagolva a SM-kemencébe, különösen a finomabb szemcsékből a gázáram bizonyos mennyiséget magával ránt a kamrákba. Villamos kemencéknél ilyen veszély nincs.

c) Brikettezés

Az említett okokból ajánlják az őrölt forgács brikettezését. Evvel elérik azt, hogy egész tömegében kevésbé oxidálódik, másrészt a berakáskor a füstgázok nem ragadják magukkal. Erre megfelelő préseket szerkesztettek. A brikettezés történhet kötőanyaggal, vagy kötőanyag nélkül. A brikett átmérője 100—180 mm és súlya átlagban 6—10 kg. Egy présnek termelőképessége 1—2 t/óra. A brikettező sajtók lehetnek hidraulikus, vagy villamos meghajtásúak, függőleges, vagy vízszintes mozgásúak.

Amint látjuk, ilyen prések teljesítőképessége elég kicsi, a brikettezés költsége pedig elég tetemes, azért a forgácsnak utólagos brikettezése nem igen tudott elterjedni, habár kétségtelen, hogy kohászati szempontból van előnye.

Ha van ócskavasprés, akkor kisebb mennyiségű forgácsot a lemezhulladékba bele lehet keverni, nagyobb mennyiség azonban a préselésnél zavarólag hat.

IRODALOM

1. Volf, V. F.: Oborudovanyje dlja razgyelki loma. Moszkva. Vas- és acélhulladékok feldolgozása. Budapest, 1952, 214.
2. Balsay I.: Kohászati Lapok, 1953, 113.
3. Zsák V.: Az acélgéártás időszerű kérdései. Budapest, 1953, 14.

9. Ónozott lemez óntalanítása

Az ónozott lemez (fehér lemez) gyártása tudvalevőleg az ón egyik legfontosabb felhasználási területe. A fehér lemezből főleg konzervdobozokat és élelmiszer tárolására alkalmas egyéb edényeket készítenek.

Az ilyen anyagból készült, elhasznált konzervdobozokat és egyéb edények roncsait, valamint az ónozott lemez feldolgozásánál visszamaradt hulladékok beolvasztás végett az acélművekbe adják.

Az acélfürdőbe bekerült ón, különösen nagyobb C-tartalmú acélban, ridegséget okoz, csökkenti a nyúlást és a kontrakciót. Lágabb acélnál minőség-

rontó hatása kevésbé érvényesül, de kívánatos, hogy az acél óntartalma a 0,06%-ot soha ne haladja meg.

Az ónozott lemezen régebben 20—50 g/m² ón volt, mióta azonban a lemez ónozását elektrolitosan végzik, az önbevonat az első számnál is kisebb. Mivel még ez is mindenképpen jelentékeny mennyiség, már régen foglalkoztak az ónozott lemez óntalanításával, egyrészt, hogy megakadályozzák az ón bejutását az acélfürdőbe, másrészt, hogy az ónt visszanyerjék. Több eljárás fejlődött ki, de ezek közül csak a három legfontosabbat ismertetjük, amelyek bizonyos gyakorlati jelentőségre is szert tettek.

Az óntalanítás történhetik

- a) Na(OH) oldatból elektrolízissel.
- b) Na(OH) oldattal történő oldással.
- c) Klórozással Goldschmidt szerint.

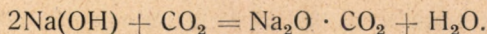
a) Óntalanítás elektrolízissel

A lemez hulladékot, különösen a konzervdobozokat, először a rátapadt — többnyire zsíros és olajos — ételmaradékoktól szódában történő főzéssel meg kell tisztítani. A szódás oldat maradványait a felületről vízüblítéssel távolítják el.

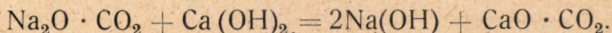
Mivel a dobozok nagy térfogatot foglalnak el, azért a tisztítás után azokat kissé összenyomják. Nem szabad azonban a hulladékokat préseléssel túlságosan tömöríteni, hogy az elektrolit a belső részekbe is könnyen bekerüljön. Az összenyomásra leginkább hengereket használnak, amelyeket azonban nem zárnak teljesen.

Az így előkészített hulladék vaskosarakba kerül, amelyeket anódaaként kapcsolnak. Egy kosárba kb. 40—50 kg hulladék kerül. A katóda vaslemez, vagy a vaskád fala.

Az elektrolit 9% Na(OH)-t tartalmaz s időnkint meg kell újítani, mert a levegő CO₂-je a Na(OH)-val reagál:



A keletkezett nátronszóda csökkenti az elektrolit hatását s azért mészhidráttal regenerálják:



A katódán az ón szivacszerűen rakódik le, melyet lekaparnak, szárítanak s azután CaCl₂, vagy szürok takaró alatt átolvasztanak.

Savas oldatból történő elektrolitos leválasztás nem vált be.

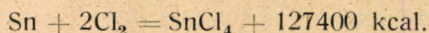
Az elektrolízissel termelt ón sohasem teljesen tiszta, mert mindig kevés ólmot és vasat tartalmaz. Az ólom a konzervdobozok lezárásánál használt forrasztó ónból kerül bele. Ezért ez az ón leginkább csapágyfémek és ötvözetek készítésére alkalmas.

b) Óntalanítás Na(OH)-ban történő oldással

Szódaoldatban történő zsírtalanítás összenyomás után a lemez hulladék forró Na(OH)-t és NaNO₃-t tartalmazó oldatba kerül. Az ón dinátriumdihidropirosztannát, Na₂H₂SnO₄, alakban oldódik. Amikor az oldat telítetté lesz, a Na₂H₂SnO₄ kristályos alakban kiválik. A kristályokat kiszedik és vagy így értékesítik, vagy pedig redukáló olvasztással ónra dolgozzák fel.

c) Goldschmidt-féle óntalanítás klórgázzal

Ez a leggyakrabban alkalmazott és leggazdaságosabb eljárás. Azon az elven alapszik, hogy száraz, teljesen vízmentes klórgáz kis hőmérsékleten csak az ónt klórozza, a vasat azonban érintetlenül hagyja.



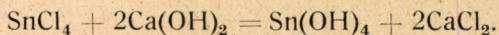
A reakció igen heves hőfejlődés mellett megy végbe. Víz jelenlétében, vagy nagyobb hőmérsékleten a klór a vasat is megtámadja.

A képződött óntetraklorid, SnCl_4 , közönséges hőfokon folyékony és 114°C -on már forr, ezért a munkahőmérsékletnek 114°C alatt kell maradni. Hogy a kis hőmérsékletet tartani tudjuk, gondoskodni kell a felszabaduló reakcióhő elvezetéséről, tehát a rendszert hűteni kell. Az eljárás menete a következő:

A tárgyalt módon zsirtalanított ónozott lemez hulladékot kb. 50–60 kg súlyú csomagokba, bálákba préselik, vaskosarakba rakják s azután kb. 70 t befogadóképességű álló vashengerbe helyezik. Ezt lezárják és légmentesítés után alul fokozatosan $3/4$ – 2 kg/cm^2 túlnyomással száraz klórgázt nyomnak be. A túlnyomás szükséges, hogy a klórgáz a csomag minden részébe be tudjon hatolni. A klórgáz nyomását és mennyiségét úgy kell szabályozni, hogy a hőmérséklet 50 – 90°C között legyen. A rendszer hűtését vagy úgy végzik, hogy a hengert kívülről víztakaróval borítják, vagy pedig úgy, hogy a klórgázt állandó körforgalomban kívül lévő külön hűtőberendezésen vezetik át. Ilyen művelet kb. 12 óráig tart és végét a gáznyomás állandósulása jelzi.

A folyékony óntetrakloridot leengedik és vagy ilyen alakban értékesítik, vagy ónra, esetleg valamilyen ónvegyületre dolgozzák fel. Az óntetrakloridot a vegyi iparban használják. Fémónra történő feldolgozása a következőképpen történik.

Mészhidráttal és vízzel péppé keverik, minek folytán a következő vegyi-folyamat megy végbe.



A CaCl_2 -t lemosás s a megmaradt Sn(OH)_4 -t szárítják, majd kis láng-kemencében bóraxsal, vagy szódával keverve antracittal redukálják. Az így kapott ón elég tiszta, Sn-tartalma $99,5\%$.

A kivett óntalanított vaslemezcsomagokat mossák, szárítják és azután az acélműnek adják át.

Az óntalanítás jelentősége ma már kissé csökkent, mert sikerült a konzervdobozokat belülről olyan lakkal bevonni, amely sok élelmiszer maróhatásának ellenáll, tehát sok konzervdobozhoz már nem használnak ónozott lemezt.

IRODALOM

1. Chemiker Zeitung. 1925, 117.
2. Tafel, V.: Lehrbuch der Metallhüttenkunde. Bd. II. Leipzig, 2. Aufl. 1953, 299.
3. Széki János: Előadási jegyzetek. Sopron.

10. Az ócskavas előkészítési eljárásainak kritikai méltatása

A robbantómű és törőmű csakis nagy darabok aprítására hivatott. E berendezések igen költségesek s üzemük bizonyos veszéllyel jár. Ma már azonban nem feltétlenül szükségesek, mert az ismertetett poradagolósos gázlángvágással helyettesíthetők. Ha nálunk egy központi gyűjtőtelepen felállítanánk ilyen berendezést, az a szükségletet teljesen ki tudná elégíteni. Kisebb törőműveknek szürkeöntődégekben van még létjogosultságuk.

Az ócskavasdarabolás fő eljárásai a gázlángvágás és a darabolás ollókon. A gázlángvágást elsősorban nagy terjedelmű darabok aprítására használják, tehát olyan darabokhoz, amelyek ollókon nem darabolhatók. Hajók, vasúti és egyéb járművek roncsolására, vasszerkezeti roncsok, tartályok, kazánok darabolására csak ez az eljárás jöhet számításba.

A gázlángvágás lehet önálló darabolási művelet, amikor a roncsolandó darabokat közvetlenül berakásra alkalmas darabokra osztjuk. Ez az eset fordul elő Martin-üzemekben, ahol elegendő az ócskavasat csak annyira darabolni, hogy a berakóteknőbe beférjen.

A gázlángvágás lehet azonban előkészítő művelet a későbbi ollóvágáshoz. Villamos kemencék betétjét, még ha kosáradagolást alkalmazunk is, mindig kisebb darabokra kell vágni, mint a SM-kemence betétjét. Erre pedig legalkalmasabb az olló.

Ollókon legfőképpen olyan hosszabb darabokat lehet gazdaságosan vágni, amelyek szélessége nem nagyobb a kések hosszánál s nem magasabbak az olló szájnnyílásánál. Az olló kétségtelenül a leggazdaságosabb aprítóberendezés, teljesítménye igen nagy, de a berendezés elég költséges.

A gázlángvágás üzeme a drága oxigén és gáz következtében elég költséges, de berendezési költsége igen kicsi. 400 mm vastagságig vágó pisztolynak költsége oxigén- és gáznyomáscsökkentő szeleppel együtt kb. 1500 Ft. Energia-szükséglete nincsen és igen sokféleképpen használható vágószerszám.

A poradagolósos gázlángvágás alkalmazási területét az előzőekben részletesen kifejtettük.

Könnyű hulladék tömörítése csak arra alkalmas préseken történhetik. A kisebbek rendszeren hidraulikusak, a nagyobbak inkább villamos meghajtásúak. A teljesítményeket az ábrák alatt megadtuk.

Az acélforgács előkészítésének legfontosabb művelete az aprítás vagy az őrlés. A forgács őrlését a forgács keletkezési helyén kell végezni, hogy szállítási költségeket takarítsunk meg. Az őrlött forgács brikettézése nyújtana ugyan további kohászati előnyöket, de a berendezés költsége és az üzemköltségek ezt nem indokolják.

11. Az ócskavas előkészítésének kivitele

Hol történjék az ócskavas előkészítése. Hangsúlyoznunk kell, hogy ez elsősorban nem az acélművek feladata. Hivatkozunk a már ismert példákra, hogy egyetlen kazánház sem rendezkedik be szénelőkészítésre, mert azt a bányauzem végzi. Nem indokolt, miért lenne éppen az acélmű köteles legfontosabb nyersanyagát, az ócskavasat maga előkészíteni.

Az ócskavas előkészítésének nagyobb részét az ócskavasat termelő üzemekben, vagy a gyűjtőhelyeken kell végezni. Ez általános követelmény nemcsak nálunk, hanem minden vasipari államban, s erre a világirodalomban állandóan rámutatnak.

Az acélmű legfontosabb ócskavasat termelő üzeme a saját hengerműje. Tuskó- és bugavégeket általában berakásra kész állapotban adják át, más hengersoroknál pedig a hulladékot ott helyben, a hengersor végén kell az erre a célra felállított ollókon a teknők méretére vágni s mindjárt a berakóteknőkbe rakni. Evvel egyrészt az átrakást megtakarítjuk, másrészt a kézzel megrakott teknőben az ócskavas mindig tömörebben fekszik, mint a mágnessel megrakottban. Fontos követelmény azonban, hogy elég teknő álljon rendelkezésre. Az üzemben szükséges teknők számának megállapítására jó gyakorlati szabály, hogy egy Martin-kemencére annyi, legalább $0,5 \text{ m}^3$ úrtartalmú teknőt kell számítani, ahány tonna szilárd betétet, nyersvasat, ócskavasat, mészkövet, ércet, stb. kell egy adaghoz berakni.

Az acélöntödei hulladék felöntésekből, beöntésekből áll, általábanvéve tömör hulladék, és nagysága ritkán haladja meg a teknők méreteit.

Sok hulladék képződik vasszerkezeti üzemekben. Ezek az üzemek azonban mindig rendelkeznek autogénvágókkal és ollókkal, amelyekkel az ócskavasat a teknők méretére lehet vágni.

A gépgyárakban igen sok esztergaforgács képződik, melyeknek kezelése igen veszélyes. Minden gépgyárban, sőt minden nagyobb megmunkáló műhelyben kellene forgácsaprító berendezésnek lennie, amelyen a képződött forgácsot ott helyben aprítani lehet. Ennek az az előnye is lenne, hogy az így aprított forgács kb. csak az $\frac{1}{5}$ -ét foglalja el a szalas-bogas forgács térfogatának. Ezenkívül az elszállítás szempontjából is nagyfontosságú a helyben végzett forgácsaprítás. Helyben történő aprítás után a vasúti kocsik rakodóképességét teljesen ki lehet használni.

Nehezebb probléma a különböző gyűjtőhelyeken tárolt ócskavas osztályozása, előkészítése. Először el kell választani a szürkeöntvénytörmeléket az acélhulladéktól. A szürkeöntvénytörmelék a vasöntödékek igen fontos betétanyaga, s kár volna azt az acélgyártókemencében feldolgozni, ahol nagyobb P-tartalma miatt amúgy sem kívánatos.

Az ágas-bogas, nagykiterjedésű hulladék darabolását autogénvágóval kell végezni. Ez már a vasúti kocsik jobb kihasználása végett is fontos. A könnyű-, leginkább lemez hulladék tömörítésére ócskavasprés felel meg legjobban. Ilyenekre a főgyűjtőhelyeken lenne szükség. A fővárosi és néhány nagyobb vidéki város ócskavasgyűjtő telepeit fel kell szerelni megfelelő ollókkal és présekkel. Egészen bizonyos, hogy az ilyen előkészítés költsége, legnagyobb részben már a vasúti kocsik jobb kihasználása következtében, a fuvar költség megtakarításán megtérülne. Két-három autóróncs majdnem megtölt egy vasúti kocsit, pedig súlya viszonylag kicsi.

Nagyon elősegítené a vidéki ócskavas előkészítését, ha az ócskavasat és forgácsot szállítóvállalatok és gyűjtőhelyek ócskavastömrési felárat kapnának, melyet a vasúti kocsik kihasználási foka után állapítanának meg. Hangsúlyozni kell, hogy a legtöbb nagy vasipari államban az ócskavasat darabosság szerint minősítik s az árat térfogatsúly szerint állapítják meg. Az ócskavas-előkészítésnek az egész országban egységes szempontok szerinti keresztülvitele érdekében kívánatos a Martin-művek berakóteknőinek összehangolása, különösen hosszúságban, mert ez szabja meg a hulladék hosszát. Ma, amikor az ócskavaskereskedelem az egész országban állami vállalatok kezében van, mi sem lehet könnyebb, mint az ócskavas egységes szempontok szerinti kezelése és előkészítése.

Az ócskavaselőkészítés főmunkája azonban még így is az acélművek feladata marad. Ezek ócskavastelepeit szintén fel kell szerelni megfelelő ollókkal, présekkel, stb. Nem kell külön hangsúlyoznunk, hogy az ócskavastelepeket be kell fedni, e követelmény elől előbb-utóbb nem fogunk tudni kitérni. A befödött anyagtér nemcsak zord, vagy esős időben könnyíti meg az ott dolgozók munkáját, hanem kohászati szempontból is nagyfontosságú, amire már több ízben rámutattam.

C) ÖTVÖZŐK

1. Az ötvözőkkel szemben támasztott általános követelmények

A vas- és acélgyártás és részben az öntészet fontos anyagai az ötvözők.

Az ötvözők túlnyomórészt fémek. Megkülönböztetünk tiszta ötvözőelemeket, fémeket, az ötvözőelemek vassal való keverékét, a vasötvözeteket, s végül az ötvöző elemek más elemekkel való vegyületét, amelyből a kívánt elemet kohászati folyamatokkal visszük be a fürdőbe.

Elsősorban gazdasági kérdés, hogy a háromfajta ötvöző közül melyiket használjuk. Döntő lehet még az is, hogy melyik ötvöző kapható legkönnyebben. Tiszta, fémes állapotban adagoljuk általában a nikkelt, kobaltot, alumíniumot, stb. Más fémeket, mint a krómot, volframot, titánt, stb. nehéz és költséges fémes állapotban termelni, azért ezeket az ötvözőket a kohászatban inkább ferroötvözet alakjában adjuk be a fürdőbe. Vegyi kötésben az ötvözőt csak akkor adagoljuk, ha az olcsón előállítható és kapható, s azokból az ötvöző redukálása a kemencében nem okoz nagyobb nehézséget. Pl. a molibdént sokszor adagoljuk kalcium-molibdát ($\text{CaO} \cdot \text{MoO}_3$) alakjában, amelyből maga a vas is képes molibdént a fürdőbe redukálni.

A ferroötvözeteket általában a bennük levő főötvöző után nevezzük meg, pl. ferromangán, ferroszilícium, stb.

Az ötvözők használata a kohászatban aránylag újabb keletű, kivéve a ferromangánt és a kis szilíciumtartalmú ferroszilíciumot, amelyeket nagyolvasztóban régebben is tudtak gyártani. Csak az elektrometallurgia és a *Goldschmidt*-féle aluminotermás eljárás kifejlesztésével sikerült a legtöbb ötvözőt előállítani.

A követelmények az ötvözőkkel szemben sokoldalúak. Elsősorban meghatározza azt a gyártandó acél minősége. Mások a követelmények, ha sokat, mások ha keveset kell belőlük adagolni, mert az utóbbi esetben a bennük levő szennyező nagyobb tömegű fürdőben oszlik el, s nem fogja kártékony hatását éreztetni, mint akkor, ha sokat kell belőle adagolni. Fontos tehát a vegyi tisztaság. Ne tartalmazzon olyan elemeket, amelyek a fürdő tulajdonságaira káros hatással vannak. Összetett ötvözőknél ügyelni kell, hogy az egyik ötvöző a másik hatását le ne rontsa. Pl. a kobalt sokszor tartalmaz nikkelt; ha a kobaltot szerszámacél ötvözésére használjuk, akkor fontos annak nikkellentessége, mert a nikkel a szerszámok éltartóságát rontja, ellenben nikkel-kobaltötvöztetésű szerkezeti acélokban erre ügyelni nem kell. Mangánt és szilíciumot ferromangán és ferroszilícium alakjában visszük a fürdőbe. Sokszor azonban nem használhatjuk a kettő keverékét: a ferromangán-szilíciumot, mert ebben a mangán-szilícium aránya más lehet, mint azt a kész acélban megkívánjuk, bár a ferromangán-szilíciummal történő ötvöztetés zárványmentesebb acélt ad.

Káros szennyezőkből, mint foszforból, kénből, arzénből annál kevesebbet tartalmazzon az ötvöző, mennél kényesebb a vele készítendő acél minősége.

Rá kell azonban mutatni, hogy sokszor az ötvözőkben csak nyomokban előforduló elemek is lényegesen befolyásolják a késztermék minőségét. Az ú. n. »nyomelemek« vizsgálata ma nagy fontosságú a kohászatban.

Nagy fontosságúak a salakzárványok, gázok és oxidok. Egyes ötvözők gyártási módjukból kifolyólag sok gáz- vagy salakzárványt tartalmaznak. Az ilyen ötvözők felhasználását a bennük levő zárványok korlátozhatják, habár más szempontból kívánatos tulajdonságúak. Így pl. a ferromangánaffin kis C-tartalmú, de salakzárványokkal jobban át van szőve, mint a közönséges ferromangán. Az ötvözeteket ugyan ma már a követelményeknek megfelelő minőségben tudják gyártani, de azért bizonyos nagyon kényes esetekben indokolt lehet a tiszta fémötvöző használata.

A legtöbb ötvöző ma szabványosítva van, az egyes szabványokat az illető ötvöző részletes tárgyalásakor fogjuk ismertetni.

Fontos további követelmény az, hogy az ötvöző a fürdőben könnyen oldódjék, s abban gyorsan és egyenletesen eloszoljék. Ebből a szempontból a kisebb darabok kedvezőbbek, mint a nagy darabok. Azért az ötvözőket megfelelően aprítani kell, ügyelve azonban, hogy por ne képződjék, mert az nem merül alá a fürdőbe s veszteségek keletkeznek.

A legtöbb ötvöző oldási hője negatív, tehát az ötvöző oldódáskor a fürdőből hőt von el s azt lehűti. Ezt részben a fürdő hőmérsékletének célszerű szabályozásával tudjuk ellensúlyozni, részben avval, hogy az ötvözőt előmelegítjük, ami különösen akkor ajánlatos, ha abból nagyobb mennyiséget kell adagolni.

Nehezen oldódnak és oszlanak el a karbidot tartalmazó ötvözetek, mint a króm- vagy volframtartalmú ötvözetek. A stabilis karbidok nem tudnak egyenletesen oldódni, s az acélban a megmerevedés után kemény karbidfészkek képződnek. Ilyenkor sokszor indokolt kis karbidtartalmú ötvözetek használata, amelyek azonban gyártási módjukból kifolyólag salakosabbak.

Másrészt vannak bizonyos ötvözetek, amelyek oldási hője pozitív, vagyis feloldásukkal hő válik szabaddá, amely bizonyos esetekben a fürdő hőmérsékletét növeli s ennél fogva az ötvöző egyenletes eloszlását elősegíti. Ilyen pl. a szilícium és alumínium oldása az acélfürdőben. A pozitív oldási hőt az ötvözéskor a hővezetéssel kell tekintetbe venni. Így pl. szobahőmérsékletű 1% szilícium (97—98%-os FeSi alakjában) 1600 °C-ú fürdőben történő oldásakor annak hőmérsékletét 12 °C-kal képes növelni. A pozitív oldási hő még növekszik nikkel vagy kobalt jelenlétében, mert a szilícium és alumínium pozitív oldási hője ezeknél még nagyobb, mint magánál a vasnál.

Természetesen az oldási hő annál nagyobb, mennél koncentráltabb alakban kerül az ötvöző fürdőbe, mert a kísérők feloldása hőt fogyaszt.

Ha az 1% szilíciumot az előbb említett 97—98%-os ferroszilícium helyett 75%-os ferroszilícium alakjában oldjuk a fürdőben, akkor a szilícium pozitív oldási hője éppen kiegyenlíti a kísérő vas oldási hőszükségletét. 1% szilíciumnak 50%-os ferroszilícium alakban történő oldása esetén azonban a fürdő hőmérséklete már 20 °C-kal csökken.

Olyankor, amikor az ötvöző fajsúlya kisebb, mint a folyékony fürdőé, vagy pedig, ha az ötvöző a nagy hőfoknál könnyen oxidálódik, az ötvözőt esetleg nehezebb más ötvözővel együtt vasdobozokba csomagoljuk, s így adjuk a für-

dőbe. Evvel megakadályozzuk az ötvözőnek a fürdő felszínén való úszását s ezzel kapcsolatos oxidálódását és elsalakulását.

Sokszor a könnyű ötvözőket, mint pl. az alumíniumot vasrúdra kötjük s így mártjuk a fürdő felszíne alá, más esetben a könnyű ötvözőt közvetlenül csapolás alkalmával az üstbe, vagy a kifolyó acélsugarba dobjuk s így segítjük elő annak veszteségmentes bejutását a fürdőbe.

2. Az ötvözők gyártása

Az ötvözők gyártása nyersanyagaikból a következőképpen történhetik:

a) Kohászati redukció útján fúvós nagyolvasztóban, vagy villamos redukciós kemencében.

b) Szilikotermás eljárással.

c) Aluminotermás eljárással.

d) Hidrogénáramban történő redukálással.

e) Elektrolízissel.

a) Kohászati redukció fúvós nagyolvasztóban vagy villamos redukciós kemencében

A fúvós nagyolvasztóban redukáló anyagként faszenet, vagy kokszot használnak. Mivel a redukció folyamata hőfogyasztó, endotermás, ezért a hőszükséglet fedezésére, valamint az ötvözőnek és a salaknak megolvasztására és öntési hőfokra való emelésére további tüzelőt kell adagolni.

A fúvós olvasztóban a 10—15%-os ferroszilíciumot, a tükrösvasat és a ferromangánféleségeket egy részét termeljük. Oxigéndúsítással történő fúvással még a ferrokróm gyártása is lehetséges.

Villamos alacsonyaknás redukciós kemencében készítik a legtöbb ferro-ötvözetet. Redukáló anyagul faszenet, kokszot vagy antracitot használnak. Az endotermás folyamatok hőszükségletének fedezésére, a fürdő és a salak megolvasztására és öntési hőfokon való tartására szükséges hőmennyiséget villamos áram szolgáltatja, amelyet rendszerint három elektródán át vezetnek a kemencébe. Az elektródák szén, grafit vagy Söderberg-elektrodák lehetnek.

A villamos redukciós kemence nagyobb hőmérsékletéből adódik, hogy abban nehezebben redukálható oxidok, mint króm-, volfram-, stb. oxidok is redukálhatók.

Mind a fúvós nagyolvasztó, mind a villamos redukciós kemence szerkezete ismert, s avval itt nem foglalkozunk.

b) Szilikotermás eljárás

Redukáló anyagként nagy (90%-on felüli) szilíciumtartalmú ferroszilíciumot, vagy pedig kalciumszilíciumot, esetleg szilikoalumíniumot használnak. Kalciumszilícium és szilikoalumínium használatának előnye, hogy könnyebben olvadó salakot kapunk. A salak folyósítására égetett meszet, dolomitot, vagy folypátot adnak az elegyhez. A szilícium elégeése folytán a folyamat hőtermelő. A redukciót villamosan fűtött téglében végzik. A folyamatok megindítására s a betét megolvasztására a téglét tartalmával együtt felmelegítik.

Az üzem szakaszos, vagyis egy tégely tartalmát teljesen megolvasztják, kiüritik s azután újra megrakják.

Mivel szén nincsen a rendszerben, azért evvel az eljárással C-szegény ferro-ötvözetek készülnek. Hátránya azonban, hogy mivel a reakciók igen gyorsan mennek végbe, a salaknak alig van ideje kiválni és felszállni, s ezért a kapott termék mindig jobban át van szőve salakkal, mint az olvasztó terméke. Ezenfelül az ötvözet mindig szilíciummal szennyezett.

c) Aluminotermás eljárás

Redukáló anyagként alumíniumot egyedül, vagy magnéziummal keverve használnak. Az eljárást magnezit masszával kidöngölt tégelyben végzik. Begyújtásra a tégelyt oxid keverékből álló gyújtó rúddal meggyújtják. A redukció gyorsan megy végbe, 1000 kg betéthez pár perc, legfeljebb negyed óra elegendő. Adagonként dolgoznak, elvétele utánáknak. Általában csak annyi alumíniumot adagolnak, amennyi az összes oxigén megkötéséhez szükséges. A salak folyósításához itt is égetett meszet, dolomitot vagy folypátot adnak.

A reakció hőfoka 2000 C°-on felül van. A nagy hőfok elérésére az alapfém magasabbrendű oxidjait használjuk kiindulásként, vagy pedig még külön nagy oxigéntartalmú fénoxidokat adunk hozzá.

Hátránya az aluminotermás eljárással készült ötvözeteknek ugyanaz, mint a szilikotermás eljárással készültéké, hogy t. i. a gyors lefolyású reakciók következtében az ötvözet igen salakos s mindig tartalmaz alumíniumot. Ennek ellenére C-szegény ötvözet készítésére sokszor nincsen más eljárás. A C-szegény ferroötvözeteknél tehát mindig számolni kell bizonyos salakszennyeződéssel.

A későbbiekben egynehány ferroötvözet ilyen szennyeződéseiről bemutattunk mikrofelveleteket.

d) Redukálás hidrogénáramban

Ez az eljárás tiszta fémek készítésére alkalmas. A folyamatok endotermásak. Kívülről fűtött forgódob-kemencében hidrogéngázzal végzik a redukálást. A hőmérséklet valamivel kisebb, mint a termelendő fém olvadáspontja.

A hidrogénes redukció előnye, hogy a hidrogén nem alkot sem vegyületet, sem szilárd oldatot a fémmel s ennélfogva izzítással könnyen eltávolítható.

A terméket poralakban kapják, amelyet azután zsugorítanak, vagy pedig valamilyen kötőanyaggal briketteznek. Az eljárás gazdaságosságának feltétele olcsó hulladék-hidrogének felhasználásának a lehetősége.

e) Fémek előállítása elektrolízissel

A fémeknek elektrolízissel történő előállítása fémionokat tartalmazó oldatokból vagy olvadákokból történik.

Azokat az anyagokat, amelyek feloldva, vagy megolvasztva elektromos töltéssel rendelkező részecskékre, ionokra bomlanak és az elektromos áramot ezeknek az ionoknak a vándorlása révén vezetik, elektroliteknek nevezzük.

Az elektródák között létesített feszültségkülönbség folytán az ionok a töltésükkel ellentétes töltésű elektróda felé haladnak, majd az elektródaival érintkezve elvesztik töltésüket és semleges atomok alakjában leválnak.

E nevezetes jelenség hatalmas segédeszköz az elektrokémikus kezében, aki az elektrolit és az elektróda anyagainak kellő kiválasztásával villamos

energia fölhasználásával különböző vegyületeket és egyes elemeket, így színeket tud előállítani.

Elvileg az összes fémek előállíthatók elektrolízissel akkor, ha az elektrolízis sikeres keresztülviteléhez a szükséges előfeltételeket biztosítani tudjuk. A fémek és a hidrogén a katódán semlegesítődnék és válnak le. Ezek a kationok. Minden kation leválasztásához meghatározott feszültségre van szükség.

Többféle kation együttes jelenlétekor a leválás sorrendjét az elemek feszültségi sorában elfoglalt hely és az elektrolit koncentrációja határozza meg.

Azonos koncentrációk esetén az a kation válik le előbb, amely a feszültségi sorban pozitívabb helyet foglal el. Minthogy a hidrogén a feszültségi sor közepén helyezkedik el, azért azonos hidrogén- és fémion-koncentráció mellett csak azok a fémek választhatók le, amelyek a feszültségi sorban pozitív jelűek.

Azok a kationok, amelyeknek leválási feszültsége negatívabb, mint a hidrogéné, vizes oldatból nem elektrolizálhatók, mert a katódon fémleválás helyett hidrogén fog fejlődni.

A fémionkoncentráció növelésével és a hidrogénionkoncentráció csökkentésével (lúgosabb irány) el lehet érni, hogy olyan fémeket is elektrolizálhatunk, amelyek a feszültségi sorban egyébként a hidrogénhez viszonyítva negatív irányban helyezkednek el. Vannak azonban körülmények, amelyek határt szabnak ennek a lehetőségnek, és így vannak fémek, amelyeket vizes oldatból nem választhatunk le.

Ezeknél a fémeknél a hidrogénion jelenlétét ki kell küszöbölni. Itt lép azután előtérbe az olvadék és tűzfolyó oldatok elektrolízise (pl. az alumínium, magnézium).

Arra a kérdésre, hogy a vaskohászat szempontjából fontos ötvözőfémek előállításánál hol alkalmazható az elektrolízis, az egyes fémek tárgyalásánál adunk feleletet.

3. Az ötvözők felosztása felhasználásuk szerint

Az ötvözőket felhasználásuk szerint három csoportba osztjuk.

- a) Ötvözők, amelyek a fürdő tisztítására alkalmasak.
- b) Ötvözők, amelyek az acél tulajdonságait bizonyos irányban befolyásolják.
- c) Ötvözők, amelyek a kristályközi korróziót akadályozzák.

a) Ötvözők, amelyek a fürdő tisztítására alkalmasak

Ebbe a csoportba tartoznak azok az ötvözők, amelyekkel a fürdőben lévő bizonyos elemek kártékony hatását kívánjuk elhárítani oly módon, hogy azokkal vegyületeket képeznek. Ezek a vegyületek egyrészt már nem olyan kártékony hatásúak, mint az eredeti elemek, de sokszor azokat még el is távolítják, amikor a fürdőből a salakba viszik át. Ehhez képest ismerünk dezoxidáló, denitráló és kéntelenítő ötvözeteket.

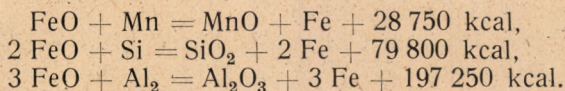
Dezoxidáló ötvözetek

Az oxigént az acélfürdő FeO-alakban oldja s az acél vöröstörését okozza, tehát annak a fürdőből való eltávolítása mindenképpen szükséges. Az eltávolítás műveletét dezoxidálásnak nevezzük s erre a célra bizonyos dezoxi-

dáló anyagokat használunk. A dezoxidáló anyaggal szemben a következő követelményeket támasztjuk:

1. A dezoxidáló anyag, vagy ötvözet a fürdőben gyorsan oldódjék.
2. Vegyrokonsága az oxigénhez nagyobb legyen, mint az illető fémé — jelen esetben a vasé —, amellyel oxidok képződtek.
3. A képződött dezoxidációs termékek lehetőleg ne oldódjanak a fürdőben és gyorsan szálljanak fel.
4. Az esetleg fölöslegesen beadott ötvözők ne legyenek káros hatással a fürdőre.

Az acélgártásban ezen feltételeknek elsősorban a mangán, a szilícium és az alumínium felel meg, s ezek a legfontosabb dezoxidáló anyagok. A lejátszódó vegyi folyamatok a következők:



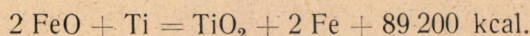
Az egyes elemek dezoxidáló képességét aszerint ítéljük meg, hogy a fürdőben lévő FeO egységnyi oxigénjével mennyi hőt tudnak fejleszteni. A fent felsorolt elemeknél a sorrend a következő:

mangán jelenlétében	1 kg oxigén	1 797 kcal-t tesz szabaddá			
szilícium jelenlétében	1 kg oxigén	2 494	«	«	«
alumínium jelenlétében	1 kg oxigén	4 110	«	«	«

Látható ezekből, hogy a dezoxidálóképesség az alumínium felé fokozatosan nagyobbodik.

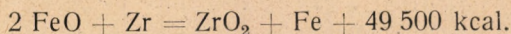
Az acélgártásban elsősorban a mangánt, a szilíciumot és az alumíniumot használják dezoxidálásra, mert jó dezoxidáló képességük mellett aránylag olcsók és kellő mennyiségben állanak rendelkezésre.

További dezoxidáló elem még a titán is.



1 kg oxigén 2 788 kcal-t teszi szabaddá.

Ritkábban használt dezoxidáló anyag a cirkon.

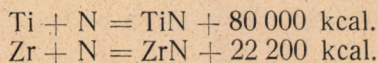


1 kg oxigén 1 547 kcal-t tesz szabaddá.

Nitrogént megkötő ötvözők

A folyékony acél nitrogént old, s a nitrogén a lehűléskor mint oldhatatlan Fe_4N válik ki s bizonyos igénybevételeknél, így elsősorban hidegalakításnál kedvezőtlenül befolyásolja az acél tulajdonságait, mert annak bizonyos ridegséget ad. Azonfelül a nitrogén az acél öregbedését is elősegíti.

A fürdő nitrogéntartalmának lekötésére leginkább a titánt és cirkont alkalmazzák.

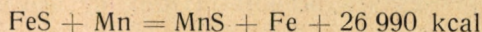


A cirkonnitrid világossárga kristályokban a fürdőből nagyrészt kiválik.

Kéntelenítő ötvözők

A kén a vasban FeS alakban van jelen. A FeS olvadáspontja sokkal kisebb, mint az acélé, a vassal 988 C°-on olvadó eutektikumot képez, tehát vörös izzáson már megolvad, a kristályhatárok között az összefüggés megszakad s az acél a kovácsolásnál repedezik.

A kéntelenítés elsősorban salakreakciókkal történik, de vannak ötvözők, amelyek emellett a kéntelenítést elősegítik. Ilyen a mangán, amely



vegyifolyamat szerint a ként mangánszulfid, MnS, alakban megköti. A MnS nem oldódik a fürdőben, hanem az abban lévő FeS-dal elegykristályt képez s a fürdőből felszál, de az esetleg visszamaradt MnS-kristályoknak nincsen olyan káros hatásuk, mint a FeS kristályoknak.

További jó kéntelenítő elem a cirkon is, amely ZrS₂-től a ZrS-ig terjedő, változó összetételű szulfidokat alkot. Így pl. cirkonnal kezelt acéltuskók még 0,32% S-tartalom mellett is sikeresen hengerelhetők.

Legújabb kutatások szerint igen jó kéntelenítő hatása van a titánnak.

b) Ötvözők, amelyek az acél tulajdonságait bizonyos irányban módosítják

Nem tartozik ide annak tárgyalása, hogy az egyes ötvözők az acél tulajdonságait hogyan befolyásolják, mert avval a metallográfia foglalkozik részletesen, ezért utalunk e fejezet végén megadott forrásmunkákra.

Csupán megemlítjük, hogy ebbe a csoportba tartozik az ötvöző anyagok legnagyobb része, mint a mangán, szilícium, króm, volfram, nikkel, kobalt, molibdén, vanádium, cérium, bór stb.

c) Ötvözők, amelyek a kristályközi korróziót akadályozzák

Ebbe a csoportba tartozik néhány ritkább ötvöző, amelyek a kis C-tartalmú, erősen ötvözött rozsdá-, sav- és hőálló acélokban a kevés szenet igen stabilis karbidok alakjában kötik meg s megakadályozzák a szénnek a kristályhatár felé irányuló diffúzióját, s ennek következtében a kristályközi korrózió létrejöttét gátolják.

Azon a helyen ugyanis, ahol karbidok, pl. krómkarbidok válnak ki, a szemcsék határán krómszegényedés mutatkozik, s ezek a helyek nem lesznek eléggé ellenállóak a korrózióval szemben. Ezért a szenet bizonyos elemekkel megkötik, amelyek ellenállóbb karbidokat képeznek. Ilyen elemek a titán, nióbium, tantal stb.

Látható a fentiekből, hogy az ötvözők három csoportját élesen elhatárolni nem lehet, mert egyes ötvözők két (Si, Mn stb.), sőt egyesek három feladatot is képesek teljesíteni (pl. a Ti).

A következő részletes tárgyalásnál az ötvözőket a fenti három csoport szerint fogjuk ismertetni.

ÖSSZEFOGLALÓ IRODALOM AZ ÖTVÖZŐKRŐL

1. Durrer, R.: Ferrolegierungen und Zusatzmetalle. Geiger C. Handbuch der Eisen- und Stahlgießerei. Berlin, 1925. I. kötet.
2. Rapatz, F.: Die Edelstähle. Berlin, 1951.

3. Schäfer, R.: Rostfreie Stähle. Berlin, 1928.
4. Arndt, K.: Technische Elektrochemie. Stuttgart, 1929.
5. Ullmann, Fr.: Enzyklopädie der technischen Chemie. Berlin, 1929, 4. kötet.
6. Sisco, F. T., Kriz, S.: Das Elektrostahlverfahren. Berlin, 1951.
7. Müller, E.: Zusatzmetalle für die Stahlerzeugung, »Hütte« Taschenbuch für Eisenhüttenleute. Berlin, 1930.
8. Schenck, H.: Einführung in die physikalische Chemie der Eisenhüttenprozesse. Berlin, 1932.
9. Wotschke, J.: Grundlagen des elektrischen Schmelzofens. Halle, 1933.
10. Taussig, R.: Elektrische Schmelzöfen. Wien, 1933.
11. Matuschka, B.: Legierungen der Edeltahlerzeugung. Stahl und Eisen 1934, 845, és Stahl und Eisen 1936, 757.
12. Houdremont, E.: Einführung in die Sonderstahlkunde. Berlin, 1935.
13. Oberhoffer, P.: Das technische Eisen. Berlin, 1936.
14. Pohl, H.: Die Ferrolegierungen. Gesellschaft für Elektrometallurgie. Berlin, 1937.
15. Arkel, A. E.: Reine Metalle. Herstellung, Eigenschaften, Verwendung. Berlin, 1939.
16. Durrer, R.: Die Metallurgie des Eisens. Berlin, 1943, 767.
17. Electromet Ferro-Alloy and Metals. Electro Metallurgical Company New York, 1943.
18. Werwach, A.: Herstellung von Ferrolegierungen im Elektroofen. Stahl und Eisen 1948. 8.
19. Leitner, F. u. Plöckinger, E.: Die Edeltahlerzeugung. Wien, 1950.
20. Schmidt, L. u. Harms, F.: Ferrolegierungen. Radex Rundschau 1952, 20.
21. Vísnyovszky L.: Acélötvöző fémek és ferroötvözetek. Budapest, 1952.
22. Jednyeral, F. P.: Elektrometallurgija. Moszkva. Elektrokohászat. Budapest, 1952.
23. Jeljutyin, V. P., Pavlov, J. A., Levin, B. E.: Proizvodstvo ferroszlávov. Moszkva, 1951. A ferroötvözetek gyártása. Budapest, 1953.
24. Zsák V.: Az acélgyártás időszerű kérdései. Budapest, 1953.
25. Lange, W.: Die thermodynamischen Eigenschaften der Metalloxide. Berlin, 1949.
26. Schwarz, C.: Wärmetönungen metallurgischer Reaktionen. Arch. Eisenhüttenwesen. 1953, 285.
27. Verő J.: Az ipari vasötvözetek metallográfiája. Budapest, 1948.

4. Mangántartalmú ötvözetek

a) A mangánra vonatkozó legfontosabb fizikai, kémiai és metallurgiai adatok

Atomsúly	54,93
Fajsúly	7,43
Olvadáspont	1244 C° ± 10°
Forráspont	2150 C°.

A mangán a szén után a vaskohászat legfontosabb ötvöző eleme s egyelőre mangán nélkül az acélgyártást elképzelni sem tudnánk. A mangánnak úgy is mint dezoxidáló és tisztító elemnek, mint pedig a vas- és acélfajták tulajdonságait lényegesen befolyásoló elemnek igen nagy jelentősége van.

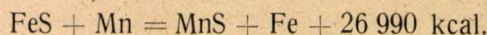
A mangán feladata egyrészt a frissítés folyamán megakadályozni a fölös oxigénnek a fürdőbe való behatolását. A frissítést tehát a Mn-tartalommal szabályozni lehet. A mangán másrészt a frissítés végén a fürdőben maradt vas-oxidult, FeO-t szétbontja, vagyis a fürdőt dezoxidálja. A dezoxidáció vegyi folyamata



Egy kg oxigénre számítva a hőfejlődés 1 797 kcal. A képződött MnO nem oldódik a fürdőben, hanem abból, ha nem is könnyen, de felszáll és a bennmaradt része sem okoz vöröstörést.

Dezoxidáló hatása nem olyan erős, mint a később tárgyalandó szilíciumé és alumíniumé s azért inkább a fürdő elődezoxidálására használják. A mangán oxidja a később beadandó szilícium oxidjával könnyen csomósodó mangán-szilikátot képez, amely azután a fürdőből könnyen felszáll a salakba.

A mangánnak ezenfelül még nagy jelentősége van a vas- és acélfürdők kántelenítésénél, mert a vasszulfidot elbontja.



A képződött mangánszulfid a vasban nem oldódik, hanem a vasszulfiddal kristályos alakban leválik s a felszínre száll. Az acélban bennmaradt kevés mangánszulfid már nem okoz vöröstörést.

Meg kell azonban említeni, hogy a mangán kántelenítő képessége egyedül nem számottevő s csak más elemekkel párosulva érvényesül. Ezért van, hogy öntöttvasban a mangán jobban kántelenít, mint lágy acélban.

A mangán ezenkívül az acél egyik legfontosabb ötvözője. Erős karbidképző, a Mn_3C szenetoldó képessége sokkal nagyobb, mint a vasé s ennél fogva az austenit mezőt kiszélesíti. A perlitpontot kisebb C-tartalom felé és kisebb hőfok felé tolja. Pl. 12—13% Mn-tartalmú acélban a perlitpont 0,3% C-tartalomnál és 600 C°-nál van.

A mangán kisebb mennyiségben is növeli a szakító szilárdságot és szívósságot, 1%-ig pedig kedvezően befolyásolja a kovácsolhatóságot.

A mangánnak nagy jelentősége van a nemesíthető acélokban, a mangánszerszámacélokban és a rugóacélokban. Különleges összetételű acél a kb. 13% mangánt tartalmazó, ú. n. *Hadfield-acél*, amelynek az a tulajdonsága, hogy kb. 1050 C°-ról vízben hirtelen lehűtve, austenites lesz és felületén hideg alakítás után kemény réteget kap. Ilyen állapotban nagy kopásellenállóságú s ennél fogva igen elterjedt anyag törőpofák és törőhengerek, törőmalmok, kötőrők alkatrészeihez, valamint vasúti, elsősorban városi villamos vasutak kerékszeleihez, stb. További fontos alkalmazása van még a rozsdamentes krómmangán-acélokban.

A világ összes mangánszükséglete a termelt acélmennyiséghez viszonyítva 2%.

A mangán nyersanyagairól, nevezetesen a különféle mangánércokről s egyéb mangántartalmú anyagokról könyvünk I. részében részletesen megemlékeztünk.

b) A mangánötvözetek felosztása és gyártásuk rövid ismertetése

Mivel a vas és mangán egymásban szilárd oldat alakjában oldódik és mivel a szilárd oldat általában kedvező mechanikai tulajdonságokkal rendelkezik, könnyen érthető, hogy többféle Mn-tartalmú vasötvözet használatos, amelyek közül egyik-másik nagyon elterjedt. A mangánötvözeteket két csoportba osztjuk, mégpedig egyszerű vasötvözetekre, amelyekben csak a mangán az ötvözőelem és összetett mangánötvözetekre, amelyekben a mangán mellett még más ötvöző, elsősorban szilícium is van.

Meg kell még említenünk, hogy ferroötvözeteken kívül fémmangánt is készítenek 96—98% Mn-tartalommal, de ennek nagy ára miatt a vaskohászatban

fontossága alig van. Annál nagyobb a fémmangán jelentősége bizonyos színes és könnyűfémötvözetek gyártásánál, amivel azonban itt nem foglalkozunk.

c) Tükrös vas

Tükrös vasnak nevezzük mindazon nyersvasfajtákat, amelyekben a Mn-tartalom 10—20% körül van. 4—5% C, 0,5—1,0% Si, max. 0,1% P, max. 0,05% S tartalmúak.

A tükrös vas törete kagylós tükrös, grafitkiválás a kis Si-tartalom következtében nincsen benne.

Nagyolvasztói termék. Kiindulási anyaga Mn-tartalmú pörkölt pát, amelyhez még szükség szerint több-kevesebb mangánércet adnak. Kokszfogyasztás a Mn-tartalomtól függően 1200—1600 kg/tonna.



31. ábra. Tükrös vas
C = 4,1%, Si = 1,88%, Mn = 16,8%. 150x

A tükrös vasat dezoxidálásra és ötvözésre használják, különösen akkor, ha egyszersmind a fürdő C-tartalmát is növelni akarják. Legelterjedtebb felhasználási területe a Thomas-acélgyártásnál van, ahol mind karbonizálásra, mind a fürdő Mn-tartalmának növelésére használják. De éppenúgy használható Martin-kemencében is. Minőségi acélgyártásnál a Martin-kemencébe sokszor adagolják acélnyersvas helyett.

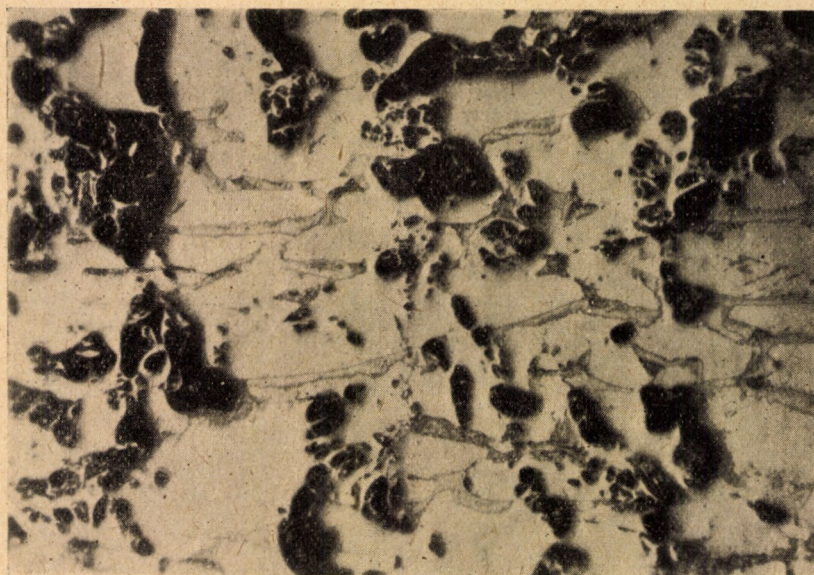
Mivel aránylag nagyobb mennyiséget kell a folyékony fürdőbe berakni, előzetesen külön kisebb olvasztókemencében megömlesztik és folyékonyan öntik be az üstbe vagy a kemencébe, nehogy a fürdőt lehűtsék. Erre a célra kisebb olajtüzelésű kemence, vagy villamos kemence nagyon alkalmas. A tükrös vas szövetszerkezetét a 31. ábrán látjuk.

d) Közöséges ferromangán

A kohászatban általában kétféle közöséges ferromangánt alkalmaznak, mégpedig 50% és 75% Mn-tartalommal.

Szén	6—8%
Szilícium	1%
Foszfor	max. 0,3%
Kén	max. 0,05%.

A ferromangánt mind fúvós nagyolvasztóban, mind villamos kemencében gyártják. A villamos kemencében gyártott ferromangán általában tisztább, mint a fúvós nagyolvasztóban gyártott. A nagyolvasztóból eredő ferromangán sokszor tartalmaz oxidokat és salakzárványokat (l. a 32. ábrán az ilyen ferromangán



32. ábra. Nagyolvasztó ferromangán
C = 5,70%, Si = 1,66%, Mn = 76,20%. 75 x

szövetképét), míg a villamos kemencében gyártottban zárványok alig találhatók. Minőségi acélgártásnál erre tekintettel kell lenni.

Fúvós nagyolvasztóban a ferromangányártás feltétele a meleg járat s olyan bázisos salak, ami még zavart nem okoz ($p = 1,4$). Ha nagy Mn-tartalmú ferromangánt akarunk előállítani, az elegyben a Mn : Fe viszonya legalább 3,5 legyen. Jó bázisos salak mellett a mangánkihozatal az ércből 80—90%. A foszfor teljesen redukálódik a FeMn-be.

A nagyon bázisos salak nagy hőmérsékletet követel a medencében s ezt 900—1000 C° hőfokú széllel, vagy oxigéndúsítással és több koksszal lehet elérni. A nagy koksfogyasztás annak tulajdonítható, hogy csak közvetlen redukcióval lehet a mangánt redukálni.

A kokszfogyasztás egy tonna ferromangánra :

50%-os FeMn gyártásánál	kb. 1860 kg
75—80% FeMn gyártásánál	« 2100 kg
Hazai koksszal 75—80% FeMn gyártásánál ...	« 2650 kg.

Villamos kohósításra egyaránt alkalmas az alacsony aknás kohó és a szokásos ferroötvözeteket gyártó kemence.

Villamos olvasztónál a medencében uralkodó nagyobb hőmérsékleten a mangán elgőzölgése nagyobb, s ennél fogva csak kb. 85% mangánkihozattal számíthatunk. Redukálásra általában kokszt használnak.

A villamos olvasztóban gyártott ferromangán üzemi adatai egy tonna termelésre vonatkoztatva 75—80% ferromangán gyártásakor: [9]

Áramszükséglet	5000—6000 kWó
Koksz (apró koksz).....	600 kg
Söderberg-elektroda	30—50 kg.

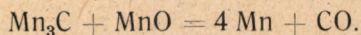
A villamos olvasztó javára írandó még, hogy mint minden villamos olvasztónál a torokgáz — nagy CO-tartalma folytán (80—85% CO) — értékes és szénhidrogén szintézisre alkalmas. A gázból minden 10 000 t ferromangán után 1350 t benzín gyártható. [13]

e) Közepes C-tartalmú ferromangán Ferromangán affiné

Sem a fűvós, sem a villamos olvasztóban C-redukcióval nem kerülhető el — a mangánnak a szénhez való nagy affinitása következtében —, hogy a szén Mn_3C -alakban ne oldódjék a ferromangánban. A C-tartalom 7% is lehet.

A ferromangánnal történő ötvözéssel tehát tetemes mennyiségű szénét viszünk a fürdőbe, ami azonban sokszor nem kívánatos, mert a fürdő felesleges karbonizálását okozza.

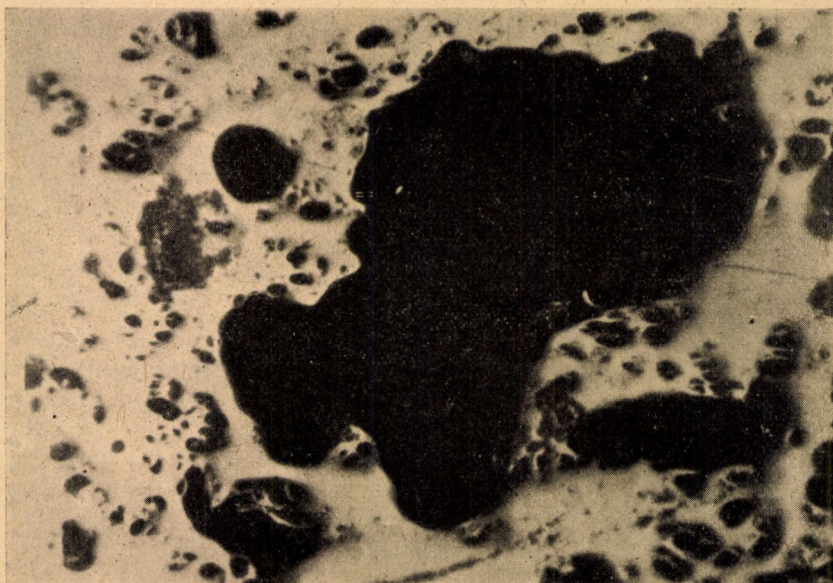
Ezért olyan ferromangán-fajták gyártására tértek át, amelyekben a szén kis mennyiségben van jelen. A kis C-tartalmú ferromangán készítésére kézenfekvő lenne a C-tartalmú ferromangánnak villamos kemencében mangánoxiddal történő frissítése a következő vegyi folyamat szerint :



Sajnos, ez a folyamat még igen nagy hőmérsékleten sem megy teljesen végbe, s ezzel az eljárással legfeljebb 2,5—3% C-tartalmú ferromangánt lehet előállítani, mert a nagy hőmérsékleten igen nagy a mangán elgőzölgése. Habár frissítésre tiszta mangánérceket használtak, nem sikerült a C-tartalmat a kívánt értékre csökkenteni.

A ferromangán C-tartalma tehát ércfrissítéssel alig csökkenthető. Tudjuk ellenben, hogy minden vasötvözet C-tartalma annak Si-tartalmától nagy mértékben függ. A szilícium csökkenti a mangán oldóképességét a C-nal szemben, tehát mennél nagyobb az ötvözet Si-tartalma, annál kisebb annak C-tartalma. Ha az ötvözetben több szén lenne, mint amennyit adott Si-tartalom mellett oldani tud, akkor a szén lassú lehűléskor durva grafit alakjában (grafithab) kiválik. A ferromangánba tehát szilíciumot kell vinni, akkor magától adódik

a kis C-tartalom, a fölös szilíciumot azután el kell távolítani, ami legkönnyebben frissítéssel történik. Az ú. n. ferromangán affiné szövetképét a 33. ábrán látjuk. Így jutottak el a szilikomangán gyártásához.



33. ábra. Villamos kohóban gyártott ferromangán-affiné
C = 1,20%, Si = 1,31%, Mn = 80,4%. 75 x

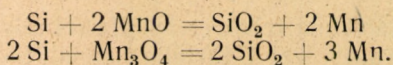
f) Szilikomangán

Először nagy Si-tartalmú, ú. n. szilikomangánt kell gyártani. A szilikomangán gyártása kétféleképpen történhetik.

Közvetlen előállítás mangánércből, mangándús salakból, kvarcból és redukáló kokszból történik villamos redukálókemencében. A koksz a kvarcból szilíciumot redukál, ami akadályozza a C-felvételt. Általában ez a szokásos eljárás. Áramfogyasztás 7000—8000 kWó/t.

Másik eljárás közönséges ferromangánnak ferroszilíciummal történő átolvasztása, amivel szilícium kerül a ferromangánba, amely kiszorítja a szenet. Ez nagyon drága eljárás, mert először két kész ötvözetet kell sok energiával készíteni s ezért csak mint sükségmegoldás jöhet számításba.

A szilikomangánból a szilíciumot mangánérccel vagy mangánoxidot tartalmazó salakkal frissítik ki a következő gyegi folyamatok szerint.:



A keletkező kovasav elsalakítására kellő mennyiségű meszet adnak a salakba, hogy a kovasav a kemencefeneket meg ne támadja.

A frissítésre felhasznált villamos energia mennyisége kb. 2000—2500 kWóra/t kis C-tartalmú ferromangán.

A szilikomangán azonban maga is önálló ötvözet s az acélgyártásnál kedvelt dezoxidáló anyag, mert a képződött MnO , SiO_2 könnyen csomósodik s könnyen felszáll a salakba.

Összetétele általában

65—70% Mn, 15—20% Si, 1—3% C.

A szilícium csökkenésével nő a C-tartalom és fordítva.

Legkedvezőbb dezoxidációs hatást akkor érünk el, ha a szilikomangánban a Mn : Si viszony a 7—4, középtértékben 5, mert ekkor szállnak fel legkönnyebben a képződött MnO — SiO_2 oxidok.

A mangán-szilícium ötvözetek általában igen tiszták, ami abból adódik, hogy a MnO — SiO_2 oxidok ezen viszonyszám mellett könnyen felszállnak, s ez kedvezően hat az ezen ötvözzettel készített acéloknál is.

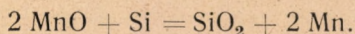
Egyik fajtája a *ferromangán-szilícium*. Ennek összetétele :

20—25% Mn, 45—55% Si, max 0,60% C.

Inkább vasöntödékekben alkalmazzák akkor, ha szilíciummal az üstben akarunk ötvözni, mert ennek az ötvözetnek kisebb az olvadáspontja, mint a ferroszilíciumé, tehát az üstben könnyebben oldódik, a nyersvas szilárdsága nő, s szövete tisztább lesz.

g) *Ferromangán-szűr Raffiné*

Az egészen kicsi, 1%-nál kisebb C-tartalmú ferromangán gyártása sziliko-termás eljárással történik. Ennél az eljárásnál a mangánércet nem szénnel, hanem szilíciummal redukálják.



A redukálásra buktatható villamos kemencét használnak. A kemencébe mangánércet és meszet s a villamos ívfény képzéséhez az elektródák alá kevés acélforgácsot adagolnak. Ezután bekapcsolják az áramot s az adagot megolvasztják. A képződött salakhoz a mangán redukálására 75%-os ferroszilíciumot adnak. Emellett 15—20%-os Si-tartalmú ötvözet képződik. A mangándús salakot lehúzzák s a kemencében maradt ötvözetet felesleges Si-tartalmától rádobott mangánérccel megtisztítják (a szilíciumot kifrissítik). A lehúzott mangándús salakot a szilikomangán gyártásánál használják fel. A salakcserét szükség szerint többször is megismétlik.

Az így kapott ötvözet C-tartalma 0,3—0,5% is lehet, ha ügyeltek arra, hogy az olvasztás folyamán az elektródák ne merüljenek a fürdőbe.

A kis C-tartalmú ferromangán felhasználása csak akkor indokolt, ha a mangán beadásával nem szabad a széntartalmat növelni. Meg kell azonban jegyezni, hogy mennél kisebb a C-tartalom, annál nehezebb azokat tisztán előállítani, annál több oxidot és zárványt tartalmaznak. Ezek a zárványok az acélból elég nehezen szállnak fel, s azért különleges tiszta acéloknál erre tekintettel kell lenni. A ferromangán ára is annál nagyobb, mennél kisebb annak C-tartalma, ami szintén megfontolandóvá teszi annak használatát. Összetétele :

kb. 80% Mn, max. 1,0% Si, 0,1—1,0% C, max. 0,2% P.

h) Fémmangán előállítása

Fémmangán előállítása aluminotermásan, vagy pedig a mangánnak vizes oldatából elektrolízissel történik.

Az elektrolitos fémmangányártásnak újabban mind nagyobb jelentősége van. Kis Mn-tartalmú érc, így pl. nálunk az úrkúti ércmosásból kikerülő mangániszap feldolgozásakor, amely fizikai módszerekkel nem dúsítható, de a mangánt szulfát- vagy kloridalakban oldatba lehet vinni. Ezekből az oldatokból a mangánt elektrolízis útján könnyen ki lehet termelni. Mint fentebb mondtuk, a fémmangánnak a vaskohászatban alig van jelentősége.

i) Magyar mangánötvözet-szabványok

Közönséges ferromangán (ferromangán carburé) MNOSZ 2594—51.

	Mn	C	Si	P	S
	%				
FeMn 1.....	60—65	max. 7	max. 2	max. 0,3	max. 0,04
FeMn 2.....	65—70	max. 7	max. 2	max. 0,3	max. 0,04
FeMn 3.....	70 felett	max. 7	max. 2	max. 0,3	max. 0,04

C-szegény ferromangán (ferromangán affiné) MNOSZ 2595—51.

	Mn	C	Si	P	S
	%				
FeMn af. 1	80—95	max. 0,1	max. 1,8	max. 0,2	max. 0,02
FeMn af. 2	80—90	max. 1,0	max. 2,0	max. 0,2	max. 0,02
FeMn af. 3	80—90	max. 1,5	max. 2,5	max. 0,2	max. 0,02

IRODALOM

1. Ullmann, Fr.: Enzyklopädie der technischen Chemie. Berlin, 1929. Bd. 4, 313.
2. Matuschka, B., Cless, F.: Stahl und Eisen. 1936, 761.
3. Pohl, H.: Die Ferrolegerungen. Gesellschaft für Elektrometallurgie. Berlin, 1937.
4. Elektromet Ferro-Alloy and Metals. New York.
5. Bansen, H.: Stahl und Eisen. 1937, 1109.
6. Durrer, R.: Die Metallurgie des Eisens. Berlin, 1943.
7. Bading, W.: Stahl und Eisen. 1947, 190.
8. Reinfeld, H.: Stahl und Eisen. 1948, 39.
9. Werwach, H.: Stahl und Eisen. 1948, 12.
10. Sommer, F. u. Pollack, H.: Elektrostahlerzeugung. Düsseldorf, 1950, 189.
11. Leitner, Fr. u. Plöckinger, E.: Die Edeltahlerzeugung. Wien, 1950. 154.
12. Zamorujev, V. M.: Proizvodstvo sztali. Moszkva, 1950. Acélgártás, Budapest, 1951, 41.
13. Visnyovszky L.: Acéltötvöző fémek és ferroötvözetek. Budapest, 1952, 66.

14. *Jednyeral, F. P.*: Elektrometallurgija. Moszkva. Elektrokohászat. Budapest, 1952, 361.
 15. *Schmidt, L. u. Harms, F.*: Radex Rundschau. Radenthein, 1952, 97.
 16. *Jeljutyin, V. P., Pavlov, J. A., Levin, B. E.*: Proizvodstvo ferroszplavov. Moszkva, 1951. A ferroötvözetek gyártása. Budapest, 1953, 109.
 17. *Zsák V.*: Az acélgyártás időszerű kérdései. Budapest, 1953, 20.

5. Szilíciumtartalmú ötvözetek

a) A szilíciumra vonatkozó fizikai, kémiai és metallurgiai adatok

Atomsúly	28,06
Fajsúly	2,34
Olvadáspont	1414 C°
Forráspont	2287 C°.

A szilíciumnak mint dezoxidáló és ötvöző elemnek az acélgyártásban igen nagy jelentősége van. Az oxigénhez való affinitása nagyobb a mangánénál, tehát hatásosabb dezoxidáló anyag annál.

$2 \text{FeO} + \text{Si} = \text{SiO}_2 + 2 \text{Fe} + 79\,800 \text{ kcal}$,
 vagyis 1 kg oxigénre vonatkoztatva 2 494 kcal válik szabaddá.

Mint dezoxidáló a mangán és alumínium között van. A szilíciummal való dezoxidációt rendszeren a mangánnal végzett dezoxidáció előzi meg, mivel a képződött mangánoxidullal kis olvadáspontú, könnyen csomósodó és felszálló mangánoxidult tartalmazó szilikát-salakot képez. Ha csak szilíciummal dezoxidálunk, akkor a szilícium dezoxidációs terméke sűrűfolyású, nagy hőfokon olvad s a fürdőből nehezen száll fel.

A szilícium beadása még avval az előnnyel is jár, hogy olvadási hője a fürdőben pozitív, tehát feloldása hőtermeléssel jár.

A szilícium beadása után a gázfejlődés az acélban megszűnik, az acél »megnyugszik«. Régebben az volt a felfogás, hogy ez a megnyugvás abból adódik, hogy a szilícium révén az acél több gázt tud oldani. Ma már meglehetősen tisztázódott a megnyugvás jelensége. A beadott szilícium az elődezoxidáció után még megmaradt FeO-t szétbontja, tehát megakadályozza a szénnek a FeO-val történő reakcióját, s így a gázfejlődést.

A szilícium azonban az acélban fontos ötvözőelem is. Nem nemesített acélban 1% szilícium az acél szakító szilárdságát 10 kg/mm²-rel növeli, javítja a folyási határt, s emellett a nyúlást csak kissé csökkenti.

Nemesített acélban már 0,4% szilícium bizonyos megeresztésállóságot ad (Anlassbeständigkeit), mivel a martensit bomlási hőfokát emeli.

Nagyon fontos hatása van a szilíciumnak az acél elektromos és mágneses tulajdonságaira. Növeli annak elektromos ellenállását és mágneses telítettségét, s ugyanakkor csökkenti a koercitív erőt s evvel az átmágnesezési veszteségeket. A szilícium tehát nélkülözhetetlen ötvöző a dinamo- és a transzformátor-lemez gyártásánál.

Más ötvözőkkel, mangánnal és krómmal együtt fontos némely vágó szerszámacélokban (marók, kések és fűrészlapok), valamint különféle rugó-acélokban. Fontos még a sav- és hőálló acélokban s újabban a könnyűfém-ötvözetekben (szilumin).

A szürke öntődében a szilícium megfelelő szabályozására is sokszor használnak szilíciumötvözeteket.

Összefoglalóan mondhatjuk, hogy a szilícium a szén és a mangán mellett az acélgyártás alapötvezője. Ha felvesszük, hogy a világ acéltermelése jelenleg évi 250.10⁶ tonna és — meg nem nyugtatott acélokat is beleértve — a Si-tartalmat átlagban 0,2%-nak vesszük, akkor a világ acéltermelésének évi szilíciumszüksége kb. 500 000 tonna.

Ez a szám meggyőzően bizonyítja a szilícium kohászati fontosságát. Ehhez járul még, hogy a szilíciumötvezetek az egyedüliek, amelyek önköltségét nem a nyersanyag ára szabja meg, hanem tisztán az energiaköltségek. Tudjuk ugyanis, hogy a szilíciumötvezetek fő nyersanyaga legalább 93% kavasavat tartalmazó nyers kvarc, ami úgyszólván mindenütt megtalálható, s így a Si-ötvezetek gyártása nem szorítkozik kevés nyersanyag lelőhelyre. A szükséges energiát pedig akár vízierőművektől, akár barnaszén-kalorikus művektől mindig lehet biztosítani.

A ferroszilícium további nyersanyaga az ócskavas. Ez kis P-tartalmú legyen, mert a foszfor a redukció folyamán teljesen átmegy az ötvözetbe. Legjobb az aprított acélforgács vagy finomlemez hulladék.

Redukáló- és tüzelőanyagként faszén, koksz, esetleg még antracit használatos. Kiválasztásánál gazdasági szempontok a mérvadók, habár kétségtelen, hogy kohászati szempontból tisztasága miatt a faszén lenne a legjobb. Petrolkoksz is megfelel, de ez nagyon drága.

A szilíciumötvezeteket a következő csoportokba osztjuk :

b) Nagyolvasztó ferroszilícium 10—20% Si-tartalommal

Mint a neve is mutatja, nagyolvasztóban gyártják, sőt az elektrometallurgia bevezetése előtt ez volt az egyedüli iparilag gyártott ferroszilícium. Gyártási feltételei forró kohójárat, savanyú, részben Al_2O_3 -ban dús salak. W. N. Lipin[1] szentpétervári professzor 1904-ben megjelent »Vaskohászat« c. könyvében említi, hogy egy urali kis faszenes olvasztóban igen jó eredménnyel termeltek különböző vasötvezeteket, mint

10—12% ferroszilíciumot sok salakkal,

60—80%-os ferromangánt,

10—13% Si-, 10—15% Mn-tartalmú szilíciumos tükrös vasat,

30—50%-os ferrokrómot.

Ledebur »Handbuch der Eisenhüttenkunde« című könyvében szintén ismerteti a nagyolvasztó-ferroszilícium gyártását. K. Butenko[11] közli, hogy 380 m³-es nagyolvasztóban következő összetételű ferroszilíciumot gyártottak : 11,48% Si, 2,6% Mn, 0,05% S, aminek érdekessége az volt, hogy a mészke egy részét nagyolvasztósalakkal helyettesítették annak ellenére, hogy a salakban kén volt, a termelt FeSi S-tartalma kicsi maradt. A kokszfogyasztás 1408 kg/t volt.

W. Woronin, K. Spelti és S. Musykanski[13] közlik, hogy 930 m³-es olvasztóban a járat vége felé eléggé elhasznált falazattal termeltek ferroszilíciumot, amelynek összetétele :

12—14% Si, 1,4—1,7% Mn, 0,140% P, 0,015% S.

A kokszfogyasztás 2127 kg/t ötvözet volt. A két kísérlet bebizonyította, hogy lehetséges nagyméretű olvasztóban is 12—15%-os ferroszilíciumot gyártani.

Evvél kapcsolatban M. A. Schapovalov[12] számításokat végzett ferroszilíciumnak nagyolvasztóban való gyártását illetőleg s arra a meggyőződésre jutott, hogy 45%-os ferroszilícium gyártható és bauxit felhasználásával alumí-

niium előállítására alkalmas salak kapható. Tonnánként 2000—2500 kg koks-fogyasztással számol.

A nagyolvasztó ferroszilíciumot leginkább vasöntődékben alkalmazzák, mivel a kúpolóban kevésbé salakul el, mint a nagyobb Si-tartalmú. Az acélgéártásban nem használják.

c) Ferroszilícium 25—90% Si-tartalommal

Gyártásuk kizárólag villamos redukciós kemencében történik. A kemence kerek vagy szögletes keresztmetszetű, s 3 vagy 6, rendszerint Söderberg-elektrodája van. A Si-tartalmat a beadott acélhulladékkal szabályozzák. Anyag- és áramfogyasztásukat mutatja az alábbi összeállítás. [22].

Si-tartalom, %-ban	45	75	90
Kvarcit kg/t FeSi.....	1200	2100	2700
Koks kg/t FeSi	700	1200	1900
Acélhulladék kg/t FeSi	600	200	—
Áramfogyasztás kWó/t FeSi	5500/6500	10 200/11 500	15 000/18 000
Elektroda fogyasztás kg/t FeSi	40	60	100

Faszén használatakor az elektródafogyasztás jelentékenyen csökken.

d) Gyakorlatilag tiszta szilícium

Ennek Si-tartalma 98%, sőt még ennél is is több. A vasiparban ritkán használják, inkább színes- és könnyűfémötvözetek készítésénél.

A ferroszilíciumféleségek általában igen tiszták. Szén is kevés van bennük, mert a szilícium akadályozza a szén felvételét.

Ferroszilíciumfajtákat igen könnyen lehet fajsúlyúkról megkülönböztetni, mivel mennél több szilíciumot tartalmaznak, annál könnyebbek.

F. P. Jedneral [24] a különböző Si-tartalmú ferroszilícium fajsúlyát a következőkben adja meg :

Si-tartalom %-ban	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90
Fajsúly	5,61	5,15	4,75	4,37	4,00	3,76	3,51	3,27	3,03	2,78	2,55

Ezek szerint az üzemekben a ferroszilícium Si-tartalmát a fajsúly meghatározása alapján az üzem igényének megfelelő pontossággal meg lehet állapítani.

e) E. K. (Esslingeni) csomagok

Ez a ferroszilíciumnak különleges kereskedelmi alakja. A ferroszilíciumot kötőanyaggal brikettezik s evvel a kúpolóban megvédik a frissítő hatásoktól. A csomag ellenáll a kúpoló aknájában a megolvadásnak és elsalakulásnak és

csak a medencében olvad meg az abban már összegyűlemlett vasfürdőben. Ezzel az öntöttvas Si-tartalmát nagy biztonsággal lehet szabályozni.

Különösen fontosak ezek a csomagok a kis Bessemerezésnél. A kis Bessemer-konverterbe beöntendő vas kívánt Si-tartalmának biztosítására szükséges, hogy a kúpolóbetétbe legalább 40% hämatit-vasat adagoljunk. Mivel azonban a hämatit-nyersvasban a P-tartalom sokszor nagyobb, mint a készacélban megengedett, azért kevesebb hämatit-vasat s több foszforszegény acélhulladékot adagolnak s a hiányzó szilíciumot E. K. csomagok alakjában pótolják.

Más acélgyártási eljárásoknál az E. K. csomagokat közvetlenül nem szokták használni.

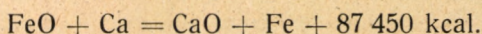
f) Magyar szabványok

A Magyar Népköztársaság Országos Szabványa, MNOSZ 2596—51, a következő ferroszilíciumfajtákat foglalja magában.

A minőség jele	Si	Mn	P	S	C
	%				
FeSi 15	12—20	max. 1,5	max. 0,1	max. 0,1	max. 1,0
FeSi 25	23—30	« 1,5	« 0,1	« 0,1	« 0,5
FeSi 45	42—48	« 1,0	« 0,1	« 0,1	« 0,2
FeSi 75	70—80	« 0,7	« 0,1	« 0,1	« 0,1
FeSi 90	86—91	« 0,5	« 0,1	« 0,1	« 0,1

g) Kalciumszilícium

A tiszta kalcium, igen jó dezoxidáló anyag,



1 kg oxigén szabaddá tesz 5 484 kcal-t.

A fém kalcium az acélfürdőben nem oldódik, sőt annak hőfokán el is ég, ezért a kalciumot szilíciummal ötvözve készítik. Felhasználása mind jobban terjed. Adagolása a kemencéből kifolyó acélsugarba történik. [8]

Mindkét elem igen aktív dezoxidáló anyag, ami abban nyilvánul meg, hogy kalciumszilícium adagolásakor már 0,12% Si-tartalom mellett az acél teljesen megnyugszik, míg tisztán ferroszilícium használatakor a tökéletes megnyugvás csak kb. 0,20—0,22% Si-tartalomnál következik be. Olyan acélok megnyugtatóására alkalmas tehát, amelyekben a szilíciumnak kicsinek kell lennie, így elsősorban betétben edzendő acéloknál, vagy mélyhúzó lemezanyagánál. A dezoxidáció termékei az acélból könnyen felszállnak, tehát az acél igen tiszta lesz és nem tartalmazza a káros láncszerű (Chaintype inclusions) zárványokat. Az ilyen acéloknak nagyobb a folyási határa és szívóssága.

Bázisos villamos kemencében a kalciumszilíciumot a fürdő, illetőleg a salak gyors dezoxidálására használják, s ezzel az adagtartamot rövidíteni s az áramfogyasztást csökkenteni lehet.

Savanyú villamos kemencében növeli a szívósságot, amelynek csökkenését a nagyobb mennyiségű szilícium beadása okozza.

Rozsdamentes és más erősen ötvözött acéloknál a kalciumszilícium beadása javítja az acél folyékonyságát és ezzel az öntési tulajdonságokat.

Jedneral szerint [24] feltételezhető, hogy az ötvözet kalciumtartalma elősegíti az acél kéntelenítését is.

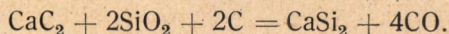
Irodalmi adatok szerint [9] túl nagy mennyiségű kalciumszilícium adagolása az acélban külső és belső repedéseket okoz, amit azonban mások kétségbe vonnak, sőt azt állítják, hogy éppen a kalciumszilícium beadása révén a repedésre való hajlamosságot csökkentették.

Az ötvözet összetétele kb. megfelel a CaSi_2 vegyületnek :

28—35% Ca, kb. 60% Si, 2—5% Al, 1,2—1,6% C.

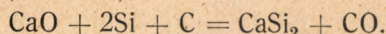
A kalciumszilícium színe fémesszürke, fajsúlya 2,5 és mind darabokban, mind poralakban szállítják. Előállításuk kétféleképpen történik.

A gyakoribb Bozel-féle eljárásnál kiinduló anyagul kalciumkarbidot, kova-savat és szenet vesznek, amelyek a következő vegyi folyamat szerint reagálnak.



Egy tonna kalciumszilícium előállításához szükséges energiamennyiség, beleszámítva a kalciumkarbid gyártásának energiafogyasztását is, 13 000—14 000 kWóra [29].

A másik eljárásnál kiinduló anyagul égetett meszet, fémszilíciumot és szenet vesznek, amelyek a következőképpen reagálnak :



A kalciumszilícium gyártására villamos ívfényes kemencét használnak, hasonlóan mint a ferroszilícium gyártásánál. A kalciumszilícium gyártásánál a redukált anyagok jelentékeny elgőzölgésével kell számolni, aminek következtében a betétből legfeljebb 75% szilícium és 50% kalcium hasznosítható.

h) A ferroszilícium szétesése

Külön meg kell emlékeznünk a 45—50%-os ferroszilícium széteséséről.

Nedves levegő behatására, és rázkódtatások következtében különösen a kereken 50%-os ferroszilícium robban, és mérges gázokat fejleszt, amelyek több halálos szerencsétlenséget okoztak. A nedvesség behatására a ferroszilícium szétesik. Kisebb Si-tartalmú ferroszilíciumnál a szétesés és gázképződés nem tapasztalható, éppen úgy nagy Si-tartalomnál sem.

Ez a jelenség századunk elején olyan nagy feltűnést keltett, hogy a nagy vasipari államok, mint Svédország, Nagybritannia, Oroszország külön bizottságokat küldtek ki tanulmányozására, s nem egy vasút- és hajóstársaság megtagadta a ferroszilícium szállítását, illetőleg különleges intézkedéseket fogantattak a ferroszilícium szállításánál.

Lebeau [2], aki a ferroszilícium kutatásával a legbehatóbban foglalkozott, különböző ferroszilíciumfajtákat megvizsgált s azt találta, hogy vízgőz behatására azok különféle gázokat fejlesztenek, mégpedig a kb. 50%-os ferroszilícium hidrogént, foszforhidrogént PH_3 és arzénhidrogént, AsH_3 . Nagyobb Si-tartalom-

nál a felszabaduló gázokból eltűnik az arzénhidrogén, csökken a foszforhidrogén s nő a tiszta hidrogén.

Svéd vizsgálatok szerint a gázok sokszor már eleve benne vannak a ferroszilíciumban, tehát széteséskor kiszabadulnak. Szállításkor a ferroszilícium morzsolódik s szabaddá válnak a mérges gázok.

Az 50%-os ferroszilícium megfelel a FeSi_2 vegyületnek s az 50%-os ferroszilícium szétesésének éppen az az oka, hogy tisztán ez a vasszilicid alkotja. A FeSi_2 nincs stabilis állapotban, ezért rövid idő múlva szétesik. Ez a szétesés nedvesség behatására meggyorsul. A nagyobb Si-tartalmú ötvözetek tömörebbek és szilárdabbak.

James Silberstein az 50%-os ferroszilícium szétesését a következőképpen magyarázza [6].

A szétesés okai a jelenlevő szennyezők, mint kalcium és alumíniumkarbid, szilicidok és foszfátok, amelyek a kristályhatárokon kiválnak. Ezek a szennyezők a nedvesség behatására gázfejlődés mellett kiválnak s a szövet szétesését okozzák. Jelentősége van még a porozitásnak, mert ezekbe a nedvesség könnyebben behatol, mint a tömör és finom szemcséjű ferroszilíciumba. Ezért ajánlja, hogy a ferroszilíciumot ne homokba, hanem kokillába öntsék, mert a gyors lehűlés folytán finomabb szemcsék keletkeznek.

N. Sz. Kurnakov és G. G. Urazov [3] szerint a ferroszilíciumötvözetek 55,2—61,5% Si-tartalom között állandó hőmérsékleten új, szilárd fázis képződése mellett kristályosodnak, amelyet *lebeauit*-nak neveznek. Ez minden 33,7%-nál nagyobb Si-tartalmú ferroszilíciumban megtalálható. Ez a *lebeauit* foszforral és alumíniummal ternér és quaternér szilárd oldatokat képez. A ternérek vízben állandók, a quaternérek azonban víz behatására mérges és robbanó foszforhidrogéngázokat fejlesztenek. A gázok öngyűlékonyak és sokszor kis rázkódtatás elegendő a robbanáshoz.

A leírt szétesés a ferroszilíciumnak csak a halmazállapotát változtatja meg, metallurgiai felhasználását azonban nem befolyásolja.

A fentiek kiegészítésére még mondhatjuk, hogy a ferroszilíciumban a vasszilicid, FeSi_2 , levelesen kristályosodik s mechanikai szilárdsága kicsi. Ezen kristályokat összekötő eutektikumban foszforhidrogént fejlesztő szennyezők vannak jelen. Nedvesség behatására az ötvözet szétesik s ezen szétesésnél mérges gázok képződnek.

IRODALOM

1. *Lipin, W. N.* : Stahl und Eisen. 1905, 617.
2. *Lebeau* : Revue de Métallurgie. 1909, 607. Stahl und Eisen. 1910, 561.
3. *Kurnakov, N. Sz., Urazov, G. G.* : Gornij zurnal, 1914. No. 9. Zeitschrift für anorganische Chemie, 1921, 89.
4. *Dürer, R.* : Geiger Handbuch der Eisen- und Stahlgesserei. 1925. I. Bd. 148.
5. *Bamberger, M. u. Einerl, O.* : Stahl und Eisen. 1925, 141.
6. *Silberstein, J.* : Iron Trade Review. 1929, 1189. Stahl und Eisen, 1929, 1702.
7. *Ullmann, Fr.* : Enzyklopädie der technischen Chemie, 1932, Bd. 9, 501.
8. *Schwarz, C.* : Stahl und Eisen. 1933, 1000.
9. *Matuschka, B. u. Cless, F.* : Stahl und Eisen. 1936, 762.
10. *Pohl, H.* : Ferrolegierungen. Gesellschaft für Elektrometallurgie. Berlin, 1937.
11. *Butenko, K.* : Stal 1931 No. 1/2, 111. Stahl und Eisen. 1940, 366.
12. *Schapolovalov, M. A.* : Teori. prakt. met. 1938, No. 7/8. 3. Stahl und Eisen. 1940, 367.
13. *Voronin, V., Spelti, K., Musykanski, S.* : Stahl 1939, No. 2. 1. Stahl und Eisen. 1940, 367.
14. *Hirschbrich, E.* : Feuerungstechnik. 1932, 11.

15. Elektromet Ferro-Alloy and Metals. New York.
16. Durrer, R.: Die Metallurgie des Eisens. Berlin, 1943, 826, 880.
17. Werwach, H.: Stahl und Eisen. 1948, 8.
18. Volkert, G. u. Schwarz, E.: Stahl und Eisen. 1950, 369.
19. Leitner, Fr. u. Plöckinger, E.: Die Edeltahlerzeugung. Wien, 1950, 159.
20. Sommer, Fr. u. Pollack, H.: Elektrostahlerzeugung. Düsseldorf. 1950, 190.
21. Zamorujev, V. M.: Proizvodstvo sztal. Moszkva, 1950. Acélgártás. Budapest, 1951.
22. Schmidt, L. u. Harms, F.: Radex Rundschau. 1952, 25.
23. Visnyovszky L.: Acéltvőző fémek ls ferroötvözetek. Budapest, 1952, 258.
24. Jedneral, F. P.: Elektrometallurgija Moszkva. Elektrokohászat. Budapest, 1952, 329.
25. Jeljutyin, V. P., Pavlov, J. A., Levin, B. E.: Proizvodstvo ferroszplavov. Moszkva, 1951. A ferroötvözetek gyártása. Budapest, 1953, 38.
26. Zsák V.: Az acélgártás időszerű kérdései. Budapest, 1953, 20.

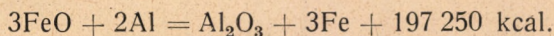
6. Alumínium

a) Az alumíniumra vonatkozó fizikai, kémiai és metallurgiai adatok

Atomsúly	26,97
Fajsúly	2,7
Olvadáspont	660 C°
Forráspont	1800 C°.

Az alumínium kiindulási érce a bauxit, amelyből timföldet (Al_2O_3 -t) gyártanak, s ebből azután megolvadt állapotban elektrolízissel kapják a szín-alumíniumot. A színalumínium színe világosszürke.

Az alumíniumot a vaskohászatban elsősorban az acél dezoxidálására használják, mivel az alumíniumnak igen nagy a vegyrokonsága az oxigénhez.



A keletkezett Al_2O_3 azonban igen finoman diszpergált állapotban van a fűdőben, s nehezen és lassan száll fel. Ezért egyes eseteket nem tekintve, alumíniummal csak a végdezoxidációt szoktuk végezni, a mangán és szilícium beadása után.

Az alumíniumnak azonban, mint ötvözőnek is mind nagyobb fontossága van. Hőálló króm-alumíniumacélokbán, nitrálásra szánt acélokbán, mágnes-acélokbán az alumínium ma fontos ötvöző. Használják még a szerszám- és szerkezeti acélokbán az austenit szemnagyságának finomítására is.

Az alumíniumot a kohók tömbökben szállítják, mégpedig 1 kg-os vagy 4 kg-os tömbökben. Ma már 99,5% tisztaságú szabványos minőségű alumíniumot nagy mennyiségben tudnak szállítani. Ha az alumíniumot ötvőzésre szánjuk, akkor kívánatos, hogy legalább ilyen tiszta alumíniumot használjunk.

Dezoxidálásra azonban nem szükséges ilyen tiszta alumínium és lehet hulladékalumíniumból olvasztott tömböket is használni. Az acélgártásnál nem lényeges, hogy az alumínium tartalmaz-e vasat, csekély mennyiségben szilíciumot, de nem tartalmazhat olyan szennyezőket, amelyek az acél minősége szempontjából nem kívánatosak, mint rezet, cinket és legfőképpen gázokat.

A folyékony alumínium nagy mennyiségű hidrogént old, aminek jó részét a megmerevedés után is megtartja, s így nem kívánatos gázok kerülhetnek az acélfűdőbe. Erre különösen hulladékalumínium átolvasztásakor kell ügyelni.

b) Magyar szabványok az alumíniumra

Kohóalumínium tuskó- vagy tömbalakban, MNOSZ 3745—49.

Jelzés	Si + Fe	Cu + Zn
	%	
Al. 99,7 K	max. 0,3	max. 0,03
Al. 99,5 K	« 0,5	« 0,05
Al. 99 K	« 1,0	« 0,10
Al. 98 K	« 2,0	« 0,10

Tömbösített alumínium részben vagy teljesen hulladékból átolvasztva, MNOSZ 3746—49.

Jelzés	Si + Fe	Cu + Zn
	%	
Al. 99,5 T	max. 0,5	max. 0,05
Al. 99 T	« 1,0	« 0,10
Al. 98 T	« 2,0	« 0,10

IRODALOM

1. *Visnyovszky L.*: Acélötvöző fémek és ferroötvözetek. Budapest, 1952, 242.
2. *Geleji S.*: Alumínium-Kézikönyv. Budapest, 1949.
3. *Houdremont, Ed.*: Einführung in die Sonderstahlkunde. Berlin, 1935, 450.
4. *Leitner, F. und Plöckinger, E.*: Die Edeltahlerzeugung, Wien, 1950, 148.
5. *Rapatz, F.*: Die Edeltähle. Berlin, 1951.

7. Nikkel

a) Fizikai, kémiai és metallurgiai adatok

Atomsúly	58,7
Fajsúly	8,9
Olvadáspont	1455 C°
Forráspont	2900 C°

A nikkel az acélgégyártás igen fontos ötvözőeleme. A szerkezeti acélokban 1—5%-ig alkalmazzuk, sokszor krómmal együtt. Hatása elsősorban abban nyilvánul, hogy finomítja a szövetet, csökkenti a szemmagyságot és ennek megfelelően növeli a szívósságot. Krómmal együtt növeli a szakítószilárdságot és a folyási határt anélkül, hogy a nyúlás csökkenne.

0,2-től 0,45% C-tartalomig az acélok nemesíthetők, aminek eredménye, hogy a folyási határ és a szakítoszilárdság viszonya igen nagy lesz, a 80%-ot is eléri s emellett az ütőmunka kitűnő értékeket ad.

Lágyabb, 0,15% C-tartalom alatti nikkelaacélok, mint betétben edzhető acélok a gépgyártás igen fontos anyagai.

A nikkelt további igen fontos felhasználási területe a rozsdá-, lúg- és hőálló acélok, amelyekben krómmal együtt fordul elő. Ezekben a nikkeltartalom 8—30% között változik.

Az austenites krómnikkel-acélok nem mágnesesek. A nikkelt bizonyos permanens mágnesek fontos ötvözője. Pl. a »Honda«-ötvözet 10—25% Ni-, 8—25% Ti- és 15—26% Cr-tartalommal az eddig elért legnagyobb koercitív-erejű vasötvözetű mágnes.

A nikkelt aránylag újabb keletű fém. Mint elemet *Cronstedt* fedezte fel 1751-ben, de mint tiszta fémét iparilag 1856-ban sikerült *Warthonnak* előállítani. Csak a múlt század vége felé, mint a páncéllemezek ötvözője, ezen században pedig az autó-, majd a repülőgépgyártásban jutott nagy jelentőséghez.

Szürkevasöntvényhez ötvözve falvastagságkiegyenlítő hatása van, vagyis a vékony falvastagságot lágyítja, a vastag falvastagságot pedig keményíti.

Irodalmi adatok szerint a világ mai normális nikkelfogyasztása évente 100—120 ezer tonna.

b) A nikkelt ásványai

A nikkeltásványok száma elég nagy, de a nikkeltércek természetes állapotukban elég szegények és csak dúsítással lehet azokat kohósítani.

A legfontosabb nikkeltásványok a következők.

Garnierit.

Nikkelt-magnézium-szilikát. $(\text{Ni}, \text{Mg})_6(\text{OH})_8[\text{Si}_4\text{O}_{10}]$ Almazöld, smaragdöld, zöldesfehér, lágy és szétmorzsolható. Fajsúlya 2,3—2,8. Keménysége 2—4. Legnagyobb előfordulása Újkaledónia,

Pentlandit.

Vas-nikkeltkovand. $(\text{Fe}, \text{Ni})_9\text{S}_8$. Fényes fényű, világos, bronzsárga, karca fekete. Fajsúlya 4,6—5. Keménysége 3,5—4. Legfontosabb nikkeltérc. Ilyen telepek vannak Kanadában, Sudburyban, Ontario tartományban.

Nikkeltin.

NiAs. Világosvörös. Fajsúlya 7,7—7,8. Keménysége 5,5—5,7.

Millerit.

NiS. Sárgaszínű. Fajsúlya 5,3. Keménysége 3,5.

Kloantit.

NiAs₂. Fehér, szürke. Fajsúlya 6,4—6,6. Keménysége 5—6.

Gersdorffit.

NiAsS. Színe fehér, szürke. Fajsúlya 5,6—6,2. Keménysége 5—6.

Annabergit.

Ni₃(AsO₄)₂ · 8H₂O. Almazöld. Fajsúlya 3. Keménysége 2—3.

A nikkeltércekben a nikkelt sokszor kobalt helyettesíti.

Fontos nikkeltérc előfordulások vannak még Petsamo környékén, az Uralban, Kola-félszigeten Norvégiában, Belga-Kongóban, Indiában stb.

c) A nikkel kohósítása

Az acélgyártásban a nikkelt ötvözésre úgyszólván kizárólag fémnikkel állapotban használják. Sajnos, a nikkel az érceiben rézzel, vassal és sokszor kobalttal együtt fordul elő s ezektől való elválasztása csak hosszadalmas vegyi és kohászati folyamatokkal lehetséges, és ez teszi a nikkelt aránylag drága ötvözővé. Mindenféle ércre — összetételének megfelelően — más és más eljárást kellett kifejleszteni.

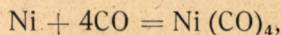
Először majdnem mindig nikkel-kénkövet állítanak elő, ebből a vasat először dobkonverterben oxidálják, a réz-nikkelkéneskőből vegyi úton (nátrium-szulfid segítségével vagy az Oxford-eljárással) a rezet a nikkeltől elválasztják, majd a nikkelszulfidot pörköléssel nikkeloxid, NiO alakba hozzák. A nikkel-oxid azután a kiindulási anyag a fémnikkel előállításához, amely többféleképpen történhetik.

Kockanikkel

A legrégebbi nikkelelőállítási módszer. A finomra őrölt nikkeloxidot liszttel péppé keverik, kockákat képeznek belőle s azután faszénporral téglában vagy lángkemencében elhelyezett csövekben redukálják. Így azonban nem kapunk túlságosan tiszta nikkelt, mert az részben szenet vesz fel s kevés nikkeloxid is marad benne. Az ilyen nikkelkocka legfeljebb 99% nikkelt tartalmaz, elég salakos is, amit az acélgyártásnál tekintetbe kell venni.

Mondnikkel

A Mond-féle eljárás elve az, hogy frissen redukált, finoman eloszlott nikkel 50—60°-on szénmonoxidgázt vezetve nikkeltetrakarbonil képződik,



amely azután kb. 200°-ra felmelegítve szétesik oly módon, hogy a nikkelkarbonilt kis nikkelgolyócskák mellett vonultatják el, amikor a nikkel a golyócskákra rárakódik, s azokat növeli. Kiindulásra nikkeloxidból hidrogénárammal redukált nikkelszivacs szolgál, amely igen porózus s a szénmonoxidgáznak nagy felületet nyújt.

A Mond-nikkel a legtisztább nikkel, 99,5% Ni, max. 0,1% C.

Katódanikkel

A nikkeloxidot szénnel gáztüzelésű kemencében nem tiszta nikkellé redukálják s azt kb. 200—300 kg-os anódákká öntik. Az elektrolízisnél a nikkel alumíniumkatódákon válik le. Ez a nikkel is nagyon tiszta, 99,5% Ni, s ritkán található benne szennyeződés. Ügyelni kell, mert rendszeren sok hidrogént tartalmaz.

Ferronikkel

Ha olyan nikkelérceink vannak, amelyek nem tartalmazznak rezet, ként s egyéb szennyezőket — ilyenek a szilikátos nikkelércek —, akkor azokat aknáskemencében közvetlenül lehet kohósítani, s több-kevesebb nikkelt tartalmazó

nyersvasat kapunk. A redukálást végezhetjük villamos kemencében is. A nikkeltartalom 70%-ig változhatik.

A Krupp-féle rögzítő eljárással is át lehet vinni a nikkelt úgyszólván 100%-ig nikkeltartalmú vasércből a rögökbe.

Példa nikkeltöltés összetételére :

8% Ni, 85% Fe, 1% C, 0,6% S.

Sokszor nyersvas és nikkeltöltés összeolvasztásával is szoktak ferrokörműveket előállítani, de ezek felhasználásánál nagyon kell vigyázni, mert nemkívánatos szennyezőket, pl. rézet tartalmazhatnak.

A ferrokörművel használata inkább a vasöntvényekben elterjedt, az acélgéztárolásnál általában nem szokták használni.

Az alábbiakban közöljük a szokásos ferrokörművek összetételét.

d) Nikkeltöltések összetétele

	Ni	Fe	Cu	Si	C	S	As	Co
	%							
Kockanikkelt.....	98,50	0,50	0,15	0,20	0,30	0,03	0,04	0,75
Kockanikkelt.....	99,00	0,30	0,20	—	—	—	—	—
Kockanikkelt.....	98,75	0,54	0,10	0,02	—	0,001	0,04	0,55
Kockanikkelt.....	98,80	0,55	—	0,11	0,17	0,01	—	—
Mondnikkelt.....	99,50	0,50	0,07	0,04	0,20	0,03	nyom.	0,50
Mondnikkelt.....	99,60	—	—	—	0,15	0,001	0,037	—
Katódanikkelt.....	98,50	0,30	0,15	—	0,10	0,03	0,03	—
Katódanikkelt.....	99,60	0,10	0,15	—	—	0,02	0,03	—
Katódanikkelt.....	99,55	—	—	—	—	0,004	0,022	0,21
Ferrokörművel.....	52,25	47,42	—	0,05	0,36	—	—	—
Ferrokörművel.....	41,50	51,60	—	4,30	1,30	0,004	0,80	—

IRODALOM

1. Klockmann—Ramdohr : Lehrbuch der Mineralogie. Stuttgart, 1954.
2. Mauritz—Vendl : Részletes ásványtan. Budapest, 1942.
3. Werkstoff-Handbuch Stahl und Eisen, Düsseldorf.
4. Ullmann, Fr. : Enzyklopädie der technischen Chemie. Berlin, 1931. Bd. VIII. 107.
5. Matuschka, B. u. Cless, F. : Stahl und Eisen. 1936, 757.
6. Houdremont, Ed. : Einführung in die Sonderstahlkunde. Berlin, 1935, 155.
7. Nickel-Berichte. Nickel-Informationsbüro. Frankfurt a. M.
8. Nickel-Handbuch : Nickel-Informationsbüro. Frankfurt a. M. 1938.
9. Durrer, R. : Die Metallurgie des Eisens. Berlin, 1943, 817.
10. Leitner, Fr. u. Plöckinger, E. : Die Edeltahlerzeugung, Wien, 1950. 157.
11. Sommer, F. u. Pollack, H. : Elektrostahlerzeugung. Düsseldorf. 1950, 191.
12. Tafel, V. : Lehrbuch der Metallhüttenkunde, II. Leipzig, 1953.
13. Zamorujev, V. M. : Proizvodstvo sztal. Moszkva, 1950. Acélgéztártás. Budapest, 1951, 45.
14. Visnyovszky L. : Acéltövtöztő fémek és ferrotövtöztetek. Budapest, 1952, 36.
15. Zsák V. : Az acélgéztártás időszertü kérdései. Budapest, 1953, 21.

8. Kobalt

a) A kobalttra vonatkozó fizikai, kémiai és metallurgiai adatok

Atomsúly	58,9
Fajsúly	8,7
Olvadáspont.....	1490 C°
Forráspont	3200 C°.

Tulajdonságai igen hasonlítanak a nikkeléihez, majdnem mindig nikkeltársaságában fordul elő, s testvérelemének is tekinthetjük.

A kobaltfémeket a svéd *Brand* kémikusnak sikerült először előállítania 1735-ben, de csak 1780-ban *Bergmann* bizonyította be, hogy valóban új fémről van szó. Technikai felhasználása is újabb keletű.

A kobaltnak az acélgégyártásban kettős jelentősége van. Csökkenti a szénacélok edzhetőségét, de a megeresztéssel szemben érzéketlenebbé teszi. Ezen alapszik a kobalttal készült szerszámok nagyobb éltartóssága. A kobalt növeli a vas hővezetőképességét és a mágneses telítettség határértékét, azért fontos ötvöző nagyteljesítményű mágnesek készítésénél. A kobalt ezenkívül a keményvágófémek készítésénél fontos.

b) A kobalt előfordulása

A legfontosabb kobaltércásványok a következők:

Smallin (CoAs_2), fémfényű. Világos ónfehér, ill. acélszürke. Fajsúlya 6,4—6,6. Keménysége 5,5.

Kobaltin. Kobaltarzén-kovand (CoAsS), vörösesbehajló-ezüstfehér. Karca szürkésfekete. Fajsúlya 6—6,4. Keménysége 5,5.

Szferokobaltit (CoCO_3). Bársonyfekete. Fajsúlya 4,1. Keménysége 4.

Carollit ($\text{CuS} \cdot \text{Co}_2\text{S}_3$). Ónfehér-acélszürke. Fajsúlya 4,85. Keménysége 5,5.

Linneit (Co_3S_4). Kobaltszulfid. Vörössesszürke, karca fekete-szürke. Fajsúlya 4,8—5,8. Keménysége 4,5—5,5.

Aszbolán. Tulajdonképpen mangánérc, több-kevesebb kobalt tartalommal. Összetételére példa: $\text{CoO} \cdot 2\text{MnO}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$.

A kobalt majdnem mindig a nikkellel együtt fordul elő, tehát lelőhelyei ugyanazok, mint a nikkél: Belga-Kongó, Kanada, Újkaledónia, Szovjetunió, Petsámó, Burma, stb.

A kobaltot csak fémes állapotban használják.

c) A kobalt kohósítása

A kobalt kohósítása érceiből hasonló a nikkeléhez, de sok tekintetben még körülményesebb. Dúsítás után szulfid alakba viszik át, majd a nikkeltől és réztől vegyi úton elválasztják s utána pörköléssel oxidalakba hozzák. A fekete kobaltoxid összetétele megfelel kb. az elméleti Co_2O_3 -nak.

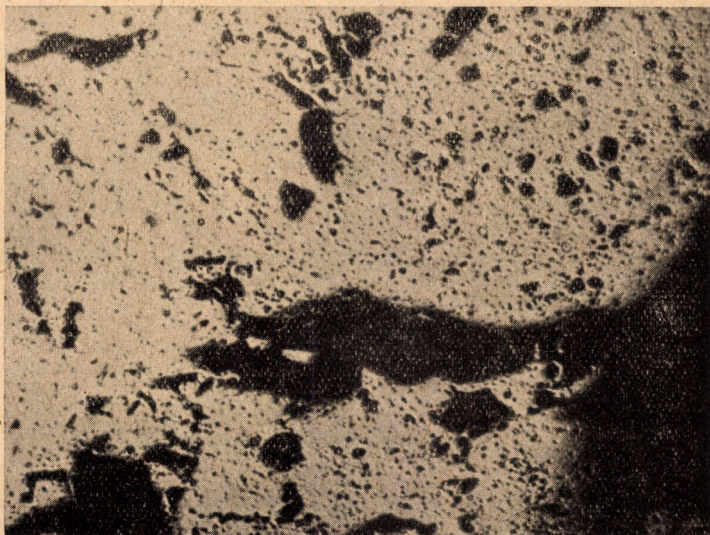
A kobaltfém ipari előállítása leginkább az oxidból — hasonlóan a nikkeléhez — C-redukcióval történik. Az ilyen kobalt eléggé szennyezett. A kereskedelembe kapható kobalt fém sokszor 98,5% kobaltot sem igen tartalmaz.

Mivel az így kapott kobalt még kobaltoxidot tartalmaz, amely az acél karbonjával CO-fejlődés mellett redukálódik, azért ajánlatos a kobaltot a fűdőbe korán beadni, hogy a fejlődött gázok még eltávozhassanak.

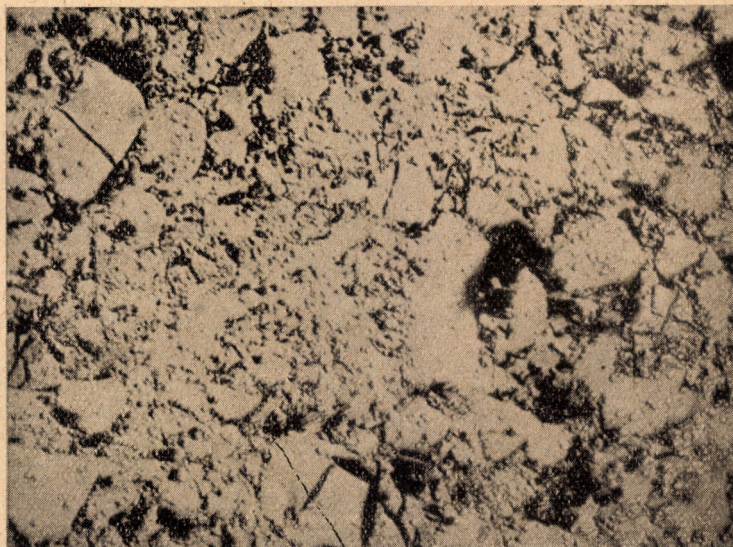
Példa kobalt-rondella összetételére :

98,3% Co, 1,39% Fe, 0,12% Si, 0,046% S, 0,11% As.

Kétféle, nevezetesen 96% és 98,6% Co-t tartalmazó kobaltfém szövetképét a 34. és 35. ábrán látjuk. Szembetűnő a különbség, a kisebb Co-tartalmú fémbe ugyanis sokkal több a zárvány.



34. ábra. Kobaltfém
Co = 96%. 100 x



35. ábra. Kobaltfém
Co = 98,6%. 100 x

Mivel a kobalt mind súlyban, mind színben nagyon hasonlít a nikkellhez, azért nemzetközi szokásnak megfelelően a kobaltot kis hengerek alakjában szállítják, míg a kockanikkelt, mint neve is mondja, apró kockákban, a monnikkelt golyóalakban, az elektrolitnikkelt pedig apró, lapos lemezekben. Így könnyen megkülönböztethetők.

IRODALOM

1. Kobalt. Einige seiner Verwendungsgebiete. Kobaltlegierungen. 1927.
2. Ullmann, Fr.: Enzyklopädie der technischen Chemie. Berlin, 1930. Bd. VI. 569.
3. Matuschka, B. u. Cless, Fr.: Stahl und Eisen. 1936, 759.
4. Houdremont, Ed.: Einführung in die Sonderstählkunde. Berlin, 1935, 380.
5. Leitner, Fr. u. Plöckinger, E.: Die Edeltahlerzeugung. Wien, 1950, 152.
6. Sommer, F. u. Pollack, H.: Elektrostahlerzeugung. Düsseldorf, 1950, 190.
7. Durrer, R.: Die Metallurgie des Eisens. Berlin, 1943, 791.
8. Visnyovszky L.: Acéltvőző fémek és ferroötvözetek. Budapest, 1952, 52.
9. Zamorujev, V. M.: Proizvodstvo sztal. Moszkva, 1950. Acélgártás. Budapest, 1951, 50.
10. Zsák Viktor: Az acélgártás időszerű kérdései. Budapest, 1953, 22.
11. Klockmann—Ramdohr: Lehrbuch der Mineralogie. Stuttgart, 1954.
12. Mauritz—Vendl: Részletes ásványtan. Budapest, 1942.

9. Krómtartalmú ötvözetek

a) A krómra vonatkozó fizikai, kémiai és metallurgiai adatok

Atomsúly	52,01
Fajsúly	7,1
Olvadáspont.....	1820 °C°
Forráspont	2480 °C°.

Amíg a szilícium és mangán elsősorban dezoxidáló elemek és csak másodsorban ötvözők, addig a krómnak kizárólag csak mint ötvöző elemnek van a vaskohászatban jelentősége, de mint ilyen, alapvető és sok tekintetben alig nélkülözhető.

A vas és a króm folyékony állapotban egymásban teljesen oldódik.

A króm hatása a Fe-Cr-C-ötvözetrendszerre sokféle. A folyékony elegyből öt fázis kristályosodik, ezek közül a fontosabbak a Cr-nak az α -vassal alkotott szilárd oldata és kétféle krómkarbid. A Cr-tartalom növekedésével a γ -vas területe szűkül, a karbidok és karbidos eutektikum hatása folytán az átalakulások körülményei annyira megváltoznak, hogy a Cr-mal ötvözött acéloknak sokoldalú tulajdonságok kölcsönözhetők. Ennélfogva mind a szerszám, mind a szerkezeti acélok igen fontos ötvözője.

Nikkellel, molibdénnel és mangánnal együtt a nemesíthető szerkezeti acélok egész sorának, más karbidképzőkkel, mint volframmal, vanádiummal, stb. nagy keménységű, kopásellenálló és éltartó szerszámacéloknak és a gyorseszterga acéloknak is ötvözője.

Ha a krómtartalom a vasban, vagy acélban 12%-nál nagyobb, akkor azt oxidáló hatásokkal szemben ellenállóvá teszi, s ennél fogva mind egymagában, mind más ötvözőkkel a rozsda-, lág- és hőálló vas- és acéltvözetek fontos alkotója.

b) A króm előfordulása

A króm termelésére úgyszólván csak egy érc, a *kromit*, krómvaskő $\text{FeO} \cdot \text{Cr}_2\text{O}_3$ áll rendelkezésünkre, amelynek elméleti krómtartalma 46,5%, illetve krómoxid (Cr_2O_3) tartalma 68%. Vasoxidul (FeO)-tartalma 32%. Keménysége 5,5, fajsúlya 4,5—4,8. Színe vaskete-barnásfekete. Karca barna. Néha mágneses. Kémiai összetétele ingadozó. Sokszor tartalmaz MgO -t, Al_2O_3 -t, néha még MnO -t, Fe_2O_3 -t és SiO_2 -t.

A króm előállítására alkalmas krómérccek átlagos összetétele :

35—36% Cr_2O_3 , 10—20% FeO , 10—30% Al_2O_3 , max. 10% SiO_2 , max. 13% CaO ,
3—20% MgO .

Nagy fontossága van az ércekben a $\text{Cr}_2\text{O}_3/\text{FeO}$ viszonynak. Ez jobb minőségű ércekben legalább 2,5, de gyengébb ércekben ez az arány 1,5-re is csökken.

A krómérccek a természetben tömör kőzetben, vagy beágyazások alakjában fordulnak elő.

Az alábbiakban közöljük a legfontosabb krómelőfordulásokat s azok összetételét *Jeljutyin* szerint [18].

	Cr_2O_3	FeO	Al_2O_3	SiO_2	MgO
	%				
Ural I.....	36,34	15,30	17,12	6,20	18,31
Ural II.....	42,65	14,52	14,41	8,12	16,26
Kazahsztán	54,76	12,37	9,64	4,52	16,28
Kazahsztán	42,08	10,15	6,76	10,82	19,27
Rhodézia.....	46,50	15,70	9,80	1,20	16,60
Új-Kaledónia	54,50	17,70	11,10	3,10	8,00
Törökország	60,10	15,70	6,30	1,10	16,40
USA Kalifornia	43,70	14,00	16,00	8,00	16,50
Kanada	46,00	22,50	8,90	7,70	4,90
India	57,00	13,60	9,80	1,20	16,60
Görögország	41,90	15,22	30,50	6,20	3,20
Svédország	40,93	14,65	18,80	7,00	11,60

c) Ferrokróm gyártása

A vaskohászatban a krómot ferrokróm alakjában használják. Ebben a króm mellett legfontosabb kísérő elem a szén, mert ez lényegesen befolyásolja a ferrokróm felhasználási lehetőségét, s éppen a ferrokróm C-tartalma után osztályozzuk őket három főcsoportba. A krómtartalom általában mind a három csoportban 60—75%. A csoportok a következők :

- Ferrokróm carburé 4—10% C.
- Ferrokróm affiné 0,5—4% C.
- Ferrokróm szüraffiné 0,06—0,5% C.

A három csoportnak megfelelően történik azok gyártása.

A közönséges ferrokróm-carburét 4—10% C-tartalommal villamos redukciós kemencében termelik. Redukáló anyagként kokszot használnak. Egy tonna kokszhoz 3—4 t krómércet adnak. Salakképzőt általában nem adagolnak, mert a kromit salakképzés szempontjából »magánjáró«.

Energiafogyasztása H. Werwach szerint [11] 8500—9500 kWó/t ferrokróm, vagy 13500—14500 kWó/t króm. Krómkihozatal 85—90%.

Megpróbálták a ferrokróm carburét nagyolvasztóban gyártani. Ez sikerült is, de csak nagy nehézségekkel. Inkább az alacsonyaknás oxigéndúsításos olvasztó látszik erre alkalmasabbnak.

A ferrokróm affiné, 0,5—4% C-tartalommal, lényegileg ugyanazon eljárás szerint készül, mint a közönséges ferrokróm, de az olvasztót krómércel vagy krómsalakkal kell bélelni, hogy a ferrokróm szenet és szilíciumot ne oldhasson abból.

Bizonyos mennyiség redukálása után a salakot eltávolítják s a fürdőre nagy krómoxidtartalmú krómércet adnak, s evvel a fürdőt mintegy frissítik. Ez a frissítés elég sokáig tart s akemence teljesítménye lényegesen csökken. Krómkihozatal kb. 85%. Energiafelhasználása W. Werwach szerint [11]: 9000—12000 kWó/t ferrokróm, vagy 14600—17600 kWó/t króm.

Ferrokróm szüraffiné, 0,06—0,5% C-tartalommal, gyártása három munkamenetben és három kemencében történik.

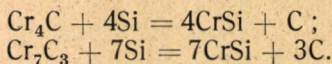
Az első munkamenetben gyengébb krómércekből és krómtartalmú salakból villamos redukálókemencében koksszal átmeneti ferrokróm carburét készítenek, amelynek átlagos összetétele :

kb. 60% Cr, 6—8% C, 5—8% Si.

A második menetben ebből a ferrokróm-carburéből kvarc és kokszdara hozzáadásával villamos redukciós kemencében szilikokrómot gyártanak, amelynek összetétele :

30—35% Cr, kb. 50% Si, max. 0,1% C.

A vegyi folyamatok a következők :



Krómszilicid képződése mellett szén válik ki, amely grafit alakjában a salakba keveredik, vagy pedig a salakban karbidokat képez.

Ebben a szilikokrómban most már a C-tartalom a szüraffinéban megengedett maximális mennyiségben van jelen, és benne van a krómoxid redukálásához szükséges szilícium is.

A harmadik menetben azután a szilikokrómot dús krómércel kevés mész hozzáadásával frissítik, minek folytán a szilikokróm Si-tartalma elsalakul, vagy azt is mondhatjuk, hogy a szilícium redukálja a krómércet. Az eljárás szakaszosan történik. Előbb a salakot távolítják el, amely elég sok krómot tartalmaz, 20—25% Cr_2O_3 , s utána a ferrokróm szüraffinét. A krómtartalmú salakot, mint előbb említettük, az átmeneti ferrokróm gyártására használják fel.

Energiafogyasztás a három menetet egybevéve, W. Werwach szerint 14000—15000 kWó/t ferrokróm vagy 21000—25000 kWó/t króm [11]. Króm-

kihozatal a krómtartalmú salakot nem számítva 56%, a salakot is beszámítva kb. 90%.

Meg kell azonban jegyezni, hogy *Werwach* adatai az energiafogyasztásra kissé túlzottak, a valóságban ma már nagyüzemi eljárásokkal gazdaságosabban dolgoznak.

Ezen az eljáráson kívül még néhány eljárás fejlődött ki kis C-tartalmú ferrokróm gyártására, ezek közül megemlítendő a ferroszilíciummal való redukálás.

Az adag krómtartalmú ércből, szemcsézett 75%-os ferroszilíciumból és mészkőből áll. A ferroszilícium az érc króm- és vasoxidját redukálja, a képződött kovásvat pedig a mész megköti.

Másik eljárás szerint C-tartalmú ferrokrómot levegővel vagy oxigénnel dúsított levegővel különleges konverterben krómérc hozzáadásával frissítenek, minek folytán 1—1,5% C-t tartalmazó ferrokrómot kapnak. A konverter bélése elektromosan olvasztott magnezit. A ferrokróm egy tonnára eső oxigénfogyasztása 135 m³, a krómkihozatal 80—90%. A krómtartalmú salakot nagy C-tartalmú ferrokróm gyártására használják fel.

Ezenkívül még néhány eljárást fejlesztettek ki, amelyek azonban üzemi kivitelre nem kerültek.

d) Ferrokróm Európában szokásos összetételei

	Cr	C	Si	P	S
	%				
Közönséges FeCr-carburé	60—75	2—8	max. 1,5	max. 0,05	max. 0,1
FeCr-affiné	65—75	1—2	max. 0,5	max. 0,025	max. 0,1
FeCr szüraffiné	65—75	0,07—0,25	max. 0,5	max. 0,025	max. 0,1

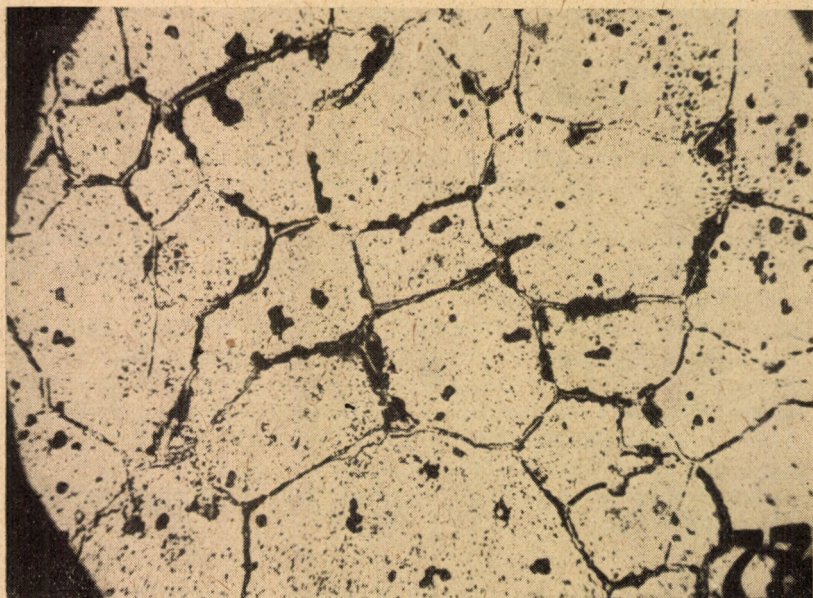
A 36. ábrán bemutatjuk ilyen ferrokróm-szüraffiné szövetképét, amelyen látjuk, hogy milyen tiszta anyaggal van dolgunk.

e) Különleges tisztaságú ferrokróm [21]

A rozsdá- és hőálló acéloknál igen nagy jelentőségű azok mennyiségénél kisebb C-tartalma, mert annál kevesebb stabilizátort kell a kristályközi korrozio megakadályozására alkalmazni.

Tekintve azonban egyrészt, hogy a legjobban bevált stabilizátorok, mint a nióbium, tantál s részben a titán is elég ritka fémek és nehezen termelhetők, másrészt a szükséglet az említett acéloknál állandóan növekszik, azért ezen acéloknál a szénnek kis százalékon való tartására egy lehetőség van, mégpedig a ferrokróm C-tartalmának a szüraffinéban eddig elért 0,06% C-tartalom alá csökkentése.

E téren újdonság az Union Carbon & Carbide amerikai konszern kötelékébe tartozó Elektromet társaság közlése, amely szerint teljesen új eljárással



36. ábra. Ferrokróm szűraffiné
Cr = 69,2%, C = 0,20%. 50 x

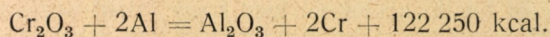
sikerült 0.008—0,015% C-tartalmú ferrokrómot gyártani. Jogosan nevezhetjük ezt az anyagot »Super szűraffiné« ferrokrómnak.

Az eljárást titokban tartják, de annyit eddig is meg lehetett tudni, hogy a ferrokrómot kis brikett alakjában a Rennerfelt—Kalling-eljáráshoz hasonlóan kb. 1200—1400 C°-on vákuumban szárazfrissítésnek vetik alá. Persze teljesen ismeretlen, hogy a ferrokrómot milyen oxigéntleadó anyaggal frissítik.

f) Tiszta krómjém

A tiszta krómot az iparban kevés területen használják, leginkább krómózásra, más fémek, főképpen acélok felületi bevonására.

A tiszta krómot hidrogénnel történő redukálás útján, vagy pedig a Goldschmidt-féle aluminotermás eljárással kapják. Ennek vegyi folyamata :



A folyamat tehát erősen hőfejlesztő, exotermás. Vegyi úton a kromitból tiszta 99%-os Cr_2O_3 -t készítenek, melyet káliumperkloráttal kevernek s utána a reakciós téglében jól megkeverve alumíniumdara hozzáadása után különleges szerkezettel meggyujtanak. A reakciók kb. 15 perc alatt végbemennek, miközben a hőmérséklet a 2000°-ot is eléri. A folyamat gyorsan és könnyen megy végbe.

Az így kapott »Termit« jelű fémkróm összetétele :

98,85% Cr, 0,45% Fe, 0,35% Si, 0,1—0,5% Al, 0,03—0,05% C, 0,03—0,10% S.

IRODALOM

1. Klockmann—Ramdohr: Lehrbuch der Mineralogie. Stuttgart, 1954, 401. o.
2. Mauritz—Vendl: Részletes ásványtan. Budapest, 1942.
3. Ullmann, F.: Enzyklopädie der technischen Chemie. Berlin, 1929, 309.
4. Neuhaus, H.: Stahl und Eisen. 1929, 692.
5. Tama, G.: Archiv f. Eisenhüttenwesen. 1930/31, 59.
6. Russ, E. F.: Elektrowärme. 1932, 208.
7. Matuschka, B.: Stahl und Eisen. 1934, 849.
8. Houdremont, Ed.: Einführung in die Sonderstahlkunde. Berlin, 1935, 182.
9. Pohl, H.: Die Ferrolegierungen. Gesellschaft für Elektrometallurgie. Berlin, 1937.
10. Durrer, R.: Die Metallurgie des Eisens. Berlin, 1943, 777.
11. Werwach, H.: Stahl und Eisen. 1948, 10.
12. Volkert, G.: Stahl und Eisen. 1948, 268.
13. Leitner, Fr. u. Plöckinger, E.: Die Edeltahlerzeugung. Wien, 1950, 150.
14. Sommer, F. u. Pollack, H.: Elektrostahlerzeugung. Düsseldorf, 1950, 188.
15. Zamorujev, V. M.: Proizvodstvo sztalj. Moszkva, 1950. Acélgártás. Budapest, 1951, 44.
16. Schmidt L. u. Harms F.: Radex Rundschau. 1952, 106.
17. Visnyovszky L.: Acéltötvöző fémek és ferroötvtözetek. Budapest, 1952, 115.
18. Jednyeral, F. P.: Elektrometallurgija. Moszkva. Elektrokohászat. Budapest, 1952, 340.
19. Jeljutyin, V. P., Pavlov, J. A., Levín, B. E.: Proizvodstvo ferroszplavov. Moszkva, 1951. Ferroötvtözetek gyártása. Budapest, 1953, 148.
20. Zsák V.: Az acélgártás időszéri kérdései. Budapest, 1953. 22.
21. Willners, H.: Jernkontorets Annaler. 1952, 445.

10. Vanádiumtartalmú ötvözetek

a) A vanádium fizikai, kémiai és metallurgiai adatai

Atomsúly	50,95
Fajsúly	5,68
Olvadáspont	1710 C°
Forráspont	kb. 3000 C°.

A tiszta fém képlékeny, kémiai behatásokkal szemben meglehetősen ellenálló. Sósavban és híg lúgokban oldhatatlan, forró kénsav, salétromsav és királyvíz azonban könnyen megtámadja.

A vanádiumot *Sefstrom* fedezte fel a svéd vasércben 1836-ban. A vanádium kémiájával *Berzelius* foglalkozott először, de a tiszta fémét *Roscoe* állította elő először 1870-ben, s az ő adatai alapján sorolták be a vanádiumot a periódusos rendszerbe.

A tiszta fémes vanádiumnak az iparban jelenleg még alig van jelentősége, de annál inkább a ferrovanádiumötvözeteknek a vaskohászatban. Alkalmazása a vaskohászatban is csak e század elejétől kezdődik. A legtisztább vanádium-készítmény legfeljebb 99,8% vanádiumot tartalmaz.

Oxigénnel a vanádium többféle oxidot képez. A természetben leginkább a bázisos természetű vanádiumtrioxid, V_2O_3 van elterjedve, amelynek olvadáspontja 1967 C°. A vanádiumos ötvözetek gyártásához, mint nyersanyagot, a savas természetű vanádiumpentoxidot — V_2O_5 — használják, amelynek olvadáspontja 658—662 C°.

A vanádiumpentoxid bázisos oxidokkal sókat alkot, amelyeket *vanadátoknak* nevezünk. Ilyen a vanádium kohászata szempontjából fontos kalciumvanadát — $CaO \cdot V_2O_5$ — és nátriumvanadát — $Na_2O \cdot V_2O_5$.

b) A vanádium nyersanyagai

A vanádium általában véve nem ritka elem. A föld kérgében kb. 0,015—0,020%-ban van jelen, de mivel ebben aránylag egyenletesen eloszolva fordul elő, azért kevés olyan ásvány van, melynek a vanádium a főalkatrésze s amely bányászatra érdemes.

A vanádiumos érceket négy csoportba oszthatjuk.

Szulfidos ércek

Idetartozik a *patronit* VS_4 , szabad ként, azonfelül még kovasavát, alumíniumoxidot, vasat, nikkelt és molibdént is tartalmaz. A nyersérc vanádium-tartalma 29—39%. Színe szürkésfekete, törete zöldesfekete. Fajsúlya 2,65—2,70. Keménysége 2,5.

Egyedüli előfordulása Peruban van s 1930-ig a világ vanádiumtermelésének kb. a 75%-át adta, azóta a délafrikai vanádiumérc feltárása következtében jelentőségéből veszített.

Szilikátos ércek

Idetartozik a *roszkoelit*. Muszkovit-féleség, amelyben az Al_2O_3 -át részben V_2O_5 helyettesíti. Megközelítő összetétele $12SiO_2 \cdot 2[AlIV]_2O_3 \cdot [MgO \cdot FeO] \cdot K_2O \cdot H_2O$. Vanádiumtartalma kb. 4—16%. Színe zöldesbarna. Keménysége 2,5. Előfordulása Kolorádó.

Urán-vanádiumos ércek

Karnotit.

Káliumuránvanadát. Összetétele: $K_2O \cdot 2UO_3 \cdot V_2O_5 \cdot 3H_2O$. Vanádiumtartalma kb. 12%, urántartalma 54%. Színe sárga, zöldessárga. Fajsúlya 4,5. Keménysége 4. Előfordulása: Kolorádó, Utah és Kalifornia, Dél-Ausztrália és Turkesztán.

Vanadátok

Idetartoznak:

Vanadinit. Vanádium ólomérc. Összetétele: $Pb_5Cl[VO_4]_3$, kevés P_2O_5 -tartalommal. Színe sárgásbarna, vörös. Vanádiumtartalma 10—12%. Fajsúlya 6,8—7,2. Keménysége 3.

Descloizit. Összetétele: $4[Pb, Zn]O \cdot V_2O_5 \cdot H_2O$.

Vanádiumtartalma 10—13%. Fajsúlya 5,9—6,2. Keménysége 3,5. Színe cseresznyepiros, barnáspiros. Előfordulása: Argentína.

Mottramit. A descloizittól abban különbözik, hogy a cinket réz helyettesíti. Összetétele: $5[Cu, Pb]O \cdot V_2O_5 \cdot 2H_2O$. Színe fekete. Keménysége 3,0. Fajsúlya 5,9. Előfordulása: Mottram St. Andrews, Cheshire.

Volborthit. Összetétele: $Cu \cdot Ca[OH] \cdot VO_4$. Színe olívvzöld, sárga. Fajsúlya 3,55. Keménysége 3,3—5. Előfordulása: Ural.

A vanádiumos érceket a vanádium kitermelése előtt általában fel kell tártani és előkészíteni.

A kimondottan vanádiumos ércek a földön meglehetősen egyenlőtlenül oszlanak el, s éppen Európa igen szegény ilyen ércekben. A felsorolt vanádiumos ércek azonban nem egyedüliek a vanádiumtermelése szempontjából, s Európában találunk sok vas- és egyéb ércet, amelyek több-kevesebb vanádiumot tartal-

maznak s amelyekből a vanádium gazdaságos termelését üzemileg is megoldották. Ezekből ma már meglehetősen sok vanádiumot termelnek.

Az urali magnetitek sokszor 0,7% vanádiumot tartalmaznak. A kercsi és Kola-félszigeti ércekben is van vanádium. A svéd magnetitek sokszor 0,1—0,2% vanádiumot tartalmaznak. A francia—belga határmenti minettekben is van vanádium, 0,07%. A salzgitteri ércekben 0,3% vanádium van.

Hazai viszonylatban a wehrliinek van jelentősége, amely 0,15—0,20% vanádiumot tartalmaz, de egyes helyeken a vanádiumtartalom az 1%-ot is eléri.

Bauxitjaink vanádiumtartalma csekély, 0,03—0,06%, de mivel évente több 100 000 t bauxitot dolgozunk fel timfölddé, ebből jelentős mennyiségű vanádium termelhető, amely a hazai szükségletet bőven fedezni tudná.

c) A ferrovanádium gyártása

Ha az érc vanádiumtartalma elég nagy, akkor szénnel vagy szilíciummal történő redukálás útján közvetlenül is lehet ferrovanádiumot termelni. A legtöbbször azonban az első szakaszban vegyi úton vanádiumpentoxidot állítanak elő, s azután a második szakaszban a később említendő eljárások egyikével készíteneek ferrovanádiumot.

Ferrovanádium gyártása vanádiumtartalmú vasércekből

Ez tulajdonképpen négy lépcsőben történik, mégpedig :

1. Vanádiumtartalmú nyersvas gyártása a nagyolvasztóban.
2. A vanádiumtartalmú nyersvasból vanádiumtartalmú salak készítése.
3. Az így kapott salak feldolgozása vanádiumpentoxiddá, V_2O_5 -é.
4. A V_2O_5 redukálása ferrovanádiummá.

1. Az ércek vanádiumtartalma a nagyolvasztóban történő kohósításnál tudvalevőleg átmegy a nyersvasba. A vanádium redukciója végett nem kell különleges rendszabályokat alkalmazni. Főkövetelmény az olvasztó egyenletes járata s a nyersvas kicsi Si-tartalma. A szilikátsalak helyett inkább kalcium-aluminát salakra kell törekedni, mert akkor a nyersvas Si-tartalma kicsi marad. Ily módon az ércek vanádiumtartalmától függően 0—1% vanádiumtartalmú nyersvasat kapunk.

2. A második menetben a vanádiumtartalmú nyersvasból oxidáció segítségével nyerjük a vanádiumot.

Az első ilyen kísérletet *Seth* kezdeményezte. [3] Eljárása szerint a nyersvasat savanyú bélésű konverterben fűjják néhány percre, amíg a szilícium, mangán és vanádium oxidálódnak és elsalakulnak. Ezért kívánatos, hogy a nyersvasban kevés Si legyen, nehogy sok salak képződjék, mivel a vanádium a sok salakban felhígulna. A vanádiumos salakot lebuktatják s a konverterben visszamaradt nyersvasat, ha P-tartalma elegendő, egy másik, bázisosan bélelt konverterben Thomas-acélra fűjtatják, vagy pedig acélra történő további feldolgozás végett beöntik a keverőbe. Ezen eljárást üzemszerűleg is teljesen kidolgozták s alkalmazzák is.

Konverter helyett fedett csatornát vagy forgódobot is alkalmaznak az oxidálásra s a frissítést vasércel végzik. A vanádiumkihozatal azonban rosszabb, mint a szélfrissítési eljárásnál s a salak is szegényebb vanádiumban.

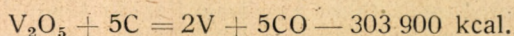
Ha az első fúvásnál kapott salak vanádiumtartalma kicsi ahhoz, hogy érdemes lenne kémiai úton V_2O_5 -é feldolgozni, akkor a salakot újra feladják a nagyolvasztóba, minek folytán a kapott nyersvas vanádiumban feldúsul s az ennek fújtatásával kapott salak vanádiumtartalma eléri a 10%-ot s V_2O_5 termelésére alkalmas.

3. A harmadik menet a vanádiumtartalmú salak feldolgozása vegyi úton vanádiumpentoxiddá.

4. A negyedik menetben a vanádiumpentoxidból a ferrovanádiumot elektrotermás vagy aluminotermás úton termelik.

V_2O_5 további feldolgozása

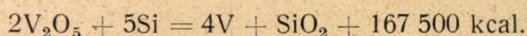
Az elektrotermikus eljárásnál redukáló anyagként szenet vagy ferroszilícium alakban szilíciumot használnak. A vegyi folyamatok szénnel történő redukáláskor a következők:



A folyamat tehát hőfogyasztó, endotermás. Az eljárást széntéglákkal kirakott fényíves kemencében végzik.

Ezt az eljárást azonban ma már nem igen alkalmazzák, mivel a vanádiumnak a szénhez való nagy vegyrokonsága következtében igen nagy, 7–8% a ferrovanádium C-tartalma, amelyet részben további V_2O_5 hozzáadásával 1%-ra tudnak csökkenteni.

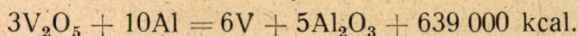
Szilíciummal történő redukáláskor a folyamat:



A folyamat hőtermelő, exotermás. Az eljárást magnezittel bélelt ívfényes kemencében végzik. A kovasav megkötésére meszet adnak. Kezdetben kb. 8%-os Si-tartalmú ötvözet képződik, amelyben a szilíciumot további V_2O_5 hozzáadásával oxidálják. Az elektródák behatása révén az ötvözet C-tartalma kb. 0,5%.

Összes áramfogyasztás 7500–9000 kWó/t ötvözet. Az így termelt ferrovanádium kb. 40% vanádiumot tartalmaz. Mindkét esetben a szükséges vasat apróra vágott ócskavas alakjában adják be.

Az aluminotermás eljárás vegyi folyamata a következő:



A folyamat tehát hőtermelő, exotermás. Ez az eljárás adja a legjobb vanádiumkihozataalt, amely a 88–90%-ot is eléri. Európában csak ezt az eljárást alkalmazzák.

Az eljárást rendszerint összekötik elektrotermikus olvasztással olyformán, hogy magnezittel bélelt téglalakú egyfázisú kemencébe beadják a jól megkevert elegy egy részét, amely V_2O_5 -ből, alumíniumgranáliákból, finomravágott ócskvasból s égetett mészből áll. Utána gyújtórúddal vagy elektromosan meggyújtják. A redukálás kb. 2000°-on megy végbe. Utána beadják az adag többi részét, s ha a reakciók befejeződtek, árammal tovább fűtenek, hogy a salak a fürdőtől jól különváljék. A fémet a salakkal együtt tálba öntik s kihűlés után összetörik, amikor is a salak a fémtől jól elválik.

Áramfogyasztás 60%-os ferrovanádiumnál kb. 1100 kWó/t ötvözet.

d) Ferrovanádium osztályozása

Nálunk majdnem kizárólag az aluminotermás eljárással termelt ferrovanádiumot használják. Ez kétféle minőségben kerül forgalomba, mégpedig kb. 60%-os és 80%-os minőségben. Ezek összetétele :

	V	Al	Si	Mn	C
	%				
60%-os	55—60	1—2	1,5	0,20	0,10
80%-os	80	1—3	2,0	0,20	0,20

A kétféle ferrovanádiumról még a következőket kell tudni.



37. ábra. Ferrovanádium
V = 88,9%, C = 0,06%. 75 x

A 60%-os ferrovanádium fajsúlya 6,6, olvadáspontja 1450° , míg a 80%-osé 6,3, olvadáspontja 1600° , tehát jelentősen nagyobb, mint a 60%-osé. Ebből adódik, hogy a 60% könnyebben oldódik a fürdőben, s mivel valamivel nehezebb, jobban merül alá s oszlik el benne, mint a 80%-os, amely kisebb fajsúlya miatt könnyen megakad a salakban s nehezebben olvad meg. Azonkívül a gyártásából kifolyólag a 80%-os mindig több záródmányt tartalmaz, amelyek nehezen válnak ki az acélfürdőből.

Az aluminotermás eljárással készült ferrovanádium — amelynek szövetképét a 37. ábrán látjuk —, mellett — különösen Európán kívül — még nagy-

mértékben használják az elektrotermikus eljárással készült ferrovanádiumot, amelynek átlagos összetétele *B. Matuschka és F. Cless szerint* [9]

35—55% V, 2% Si, 2% Al, 0,5% C, 0,15% P, 0,1% S.

Norvégiában az ottani sydverangeri vanádiumtartalmú ércekből villamos nagyolvasztóban olyan szürke- és fehéryanersvasat termelnek, amelyben 0,5—0,6% vanádium van. Ez a nyersvas nagyon jól használható kevés vanádiumnak az acélba történő bevitelére, illetőleg szürkeöntvények ötvözésére, mert a kupolóba feladható. »Vantit« nyersvas néven kerül forgalomba.

e) A vanádium alkalmazása

A vanádiumot csak e század elejétől alkalmazzák az acélgyártásban; felhasználása mind jobban terjed.

A vanádium a szénrel való nagy vegyrokonsága következtében kimonodottan karbidképző. Karbidjai igen állékonyak. Az acélban 1% vanádium 0,16% szenet köt meg.

A vanádiumnak, mint ötvözőnek két fontos hatása van, ami meg is szabja felhasználásának lehetőségét.

1. Túlhevítéssel szemben érzéketlen s egyszersmind szemcsefinomító hatású.

2. Karbidjainak nagy keménysége és állandósága, mely a szerszámok jó éltartóságát, vágóképességét és kopásellenállóságát biztosítja.

A vanádiut mind szerkezeti, mind szerszámacélokból használják ötvözésre. Szerkezeti acélokból egymagában nem használják, hanem más ötvözőkkel, mint mangánnal, krómmal és molibdénrel. Szerkezeti acélokból elsősorban szemcsefinomító hatását értékesítik. A vanádiumtartalom ezen acélokból általában nem nagy, 0,1—0,25% és csak olyan szerkezeti acélokból, amelyekből bizonyos hőállóságot is megkívánnak, mennek 0,3—0,6% vanádiumtartalomig.

Szerszámacélokból nagyobb vanádiumtartalommal találkozunk, mégpedig kisötvöztetésű szerszámacélokból 0,1—1,5%-ig, gyorsesztergaacélokból 0,5—2,5%-ig.

Újabban a vanádiumot a volfram helyettesítésére is sikeresen alkalmazzák, s így igen jól bevált gyorseszterga acélfajtát készítettek, amelyben 3,0% volfram, 2,8% molibdén és 2,5% vanádium volt (Tristahl).

Szürkeöntvényben a vanádium szemcsefinomítólag hat, növeli a kopásellenállóságot, s ezért itt is gyakran használják. Szürkeöntvény ötvözésére igen alkalmas az említett olcsóbb vanádiumtartalmú nyersvas.

A vanádium metallurgiai jelentősége szerintem még teljesen felderítve nincsen és még bizonyára lehetséges egyéb, nálunk ritkább ötvözőnek ezzel való helyettesítése. Ennek hazánkban nagy jelentősége van, mert vanádiumtartalmú nyersanyagaink a hazai szükségletet bőven fedezni tudják, s ily módon külföldről behozandó drága ötvözőket takaríthatunk meg.

IRODALOM

1. *Klockmann—Randohr*: Lehrbuch der Mineralogie. Stuttgart, 1954.
2. *Mauritz—Vendl*: Részletes ásványtan. Budapest, 1942.
3. *Seth, R.*: Jernkontorets Annaler. 1924, 561.
4. *Ullmann, F.*: Enzyklopädie der technischen Chemie. Berlin, 1929. Bd. 4, 317.
5. *Russ, E. F.*: Elektrowärme. 1932, 208.

6. Zeiler, H.: Stahl und Eisen. 1934, 614.
7. Zeiler, H.: Stahl und Eisen. 1935, 962.
8. Körber, Fr.: Stahl und Eisen. 1936, 438.
9. Matuschka, B. u. Cless, Fr.: Stahl und Eisen. 1936, 763.
10. Houdremont, Ed.: Einführung in die Sonderstahlkunde. Berlin, 1935, 356.
11. Fougner, C. H. u. Kohlmeyer, E. J.: Archiv f. Eisenhüttenwesen. 1938/39, 323.
12. Zeiler, H.: Stahl und Eisen. 1938, 749.
13. Siegel, H.: Stahl und Eisen. 1940, 1130.
14. Durrer, R.: Die Metallurgie des Eisens. Berlin, 1943, 852.
15. Zeiler, H.: Stahl und Eisen. 1942, 395.
16. Bading, W.: Stahl und Eisen. 1947, 138.
17. Volkert, G.: Stahl und Eisen. 1948, 270.
18. Leitner, Fr. u. Plöckinger, E.: Die Edeltahlerzeugung. Wien, 1950, 161.
19. Sommer, F. u. Pollack, H.: Elektrostahlerzeugung. Düsseldorf, 1950, 187.
20. Zamorujev, V. M.: Proizvodstvo sztalii. Moszkva, 1950. Acélgártás. Budapest, 1951, 47.
21. Visnyovszky L.: Acéltötvöző fémek és ferroötvözetek. Budapest, 1952, 153.
22. Jedneral, F. P.: Elektrometallurgija Moszkva. Elektrokohászat. 1952, 372.
23. Schmidt, L. u. Harms, F.: Radex Rundschau. 1952, 283.
24. Jeljutyin, V. P., Pavlov, J. A., Levin, B. E.: Proizvodstvo ferroszplavov. Moszkva, 1951, Ferroötvözetek gyártása. Budapest, 1953, 258.
25. Werwach, H.: Stahl und Eisen. 1948, 13.
26. Zsák V.: Az acélgártás időszerű kérdései. 1953, 23.

11. Volframtartalmú ötvözetek

a) A volframra vonatkozó fizikai, kémiai és metallurgiai adatok

Atomsúly	184
Fajsúly	19,25
Olvadáspont	3380 C°
Forráspont kb.	5900 C°

A volfram már elég régi ötvöző az acélgártásban. E század elejéig egyedüli ismert ötvöző volt a tégelyacélgártásnál. Az acél melegkeménységét és melegszerűségét jelentősen növeli. E szempontból ma már részben a molibdénnel és vanádiummal helyettesíthető, de a legnagyobb melegkeménységet és vágóképességet a volfram-kobalt gyorsvágófémekkel lehet elérni.

A tiszta volframfém jól megmunkálható, húzható és hengerelhető, de a szennyezők, elsősorban a szén és oxigén már kis mennyiségben is nagyon rontják megmunkálhatóságát.

A volfram többféle oxidot képez, a WO_2 és WO_3 a leggyakoribbak.

Szénnel a volfram két karbidot képez, mégpedig a W_2C és WC -t, mely utóbbi a kemény vágófémek fő alkatrésze és keménysége megközelíti a gyémántét.

b) A volfram nyersanyagai

A volfram meglehetősen ritka elem s a volframtartalmú ércek igen nagy része is csak kevés WO_3 -t tartalmaz. A legdúsabb ércekben is alig van 2—7% WO_3 . A volfram az összes szóbaejehető ásványokban, mint WO_3 van jelen. A legfontosabb volframásványok a következők:

Ferberit. Összetétele: $FeO \cdot WO_3$. Keménysége 5,5. Fajsúlya 7,5. Színe barna, vörös, fekete.

Hübnerit. Összetétele: $MnO \cdot WO_3$. Keménysége 5,0—5,5. Fajsúlya 6,7—7,3. Színe barna, vörös, fekete.

Wolframit. Összetétele : $(\text{FeO} \cdot \text{MnO}) \cdot \text{WO}_3$. Tulajdonképpen a ferberit és hübnerit ismert keveréke. Keménysége 5—5,5. Fajsúlya 7,1—7,5. Régebben Felsőbányán is előfordult.

Scheelit. Összetétele : $\text{CaO} \cdot \text{WO}_3$. Keménysége 4,5—5. Fajsúlya 5,9—6,2. Színe szürkésfehér, barna.

Legfontosabb volframércelőfordulások vannak Kínában, Kiangsi, Hunan, Kwantung és Kwansi tartományokban, továbbá Burmában, Portugáliában, Beira-Baixa tartományban. Kisebb előfordulások még Argentínában, Indonéziában, Malayában, Koreában, Japánban, Spanyolországban, Dél-Afrikában stb. is vannak.

c) A volframércék előkészítése és feltárása

A volframércéket a további feldolgozás előtt dúsítani kell. A dúsítás leginkább flotálással történik, ami ezen érceknél könnyen megy, mivel a volfram-ásványok és a kvarcmeddő között a fajsúlykülönbség nagy.

Flotálással kb. 60—65% WO_3 tartalmú koncentrátumot kapunk. Ha kén és arzén is van jelen, akkor a koncentrátumot pörkölik s utána újra flotálják, minek folytán a WO_3 tartalom még növekszik.

Őn jelenlétekor — volframtartamú ércek sokszor tartalmazzak ónt — a koncentrátumot mágneses szeparációnak vetik alá, mivel a volframásványok és ónásványok így szétválaszthatók.

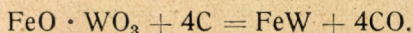
Az így kapott WO_3 koncentrátumból elektrotermikus úton szénnel történő redukcióval 75—85%-os ferrovolframot lehet gyártani. Ha azonban tiszta volframfémelt kell előállítani, akkor a WO_3 koncentrátumot vegyi úton kell feltárni, amely lehet szódás vagy savas eljárás ; ily módon kb. 98%-os WO_3 -t kapunk.

d) Ferrovolfram gyártása

Elektrotermikus eljárás

Ferrovolfram gyártásakor tekintetbe kell venni a volfram nagy olvadáspontját, amiből a ferrovolfram ötvözetek igen nagy olvadáspontja is adódik. A kb. 40% volframot tartalmazó ötvözet olvadáspontja már kb. 1600 C°-on van, nagyobb volframtartalmú ötvözeteket tehát már nem lehet folyékony állapotban termelni, csak félfolyós állapotban, az ú. n. tömbeljárás szerint, amelynél a ferrovolframot már nem lehet lecsapolni, hanem az összeolvasztott tömb a kemencében kihűl, utána a kemencét szétbontják s a tömböt szilárd állapotban széttörik.

A redukálás nem buktatható, tégelyformájú, különleges széntartalmú masszából döngölt kemencében történik. A fűtést egyfázisú, vagy háromfázisú áram végzi, 1000—2000 kW teljesítménnyel. A kemence (tégely) kocsin van s felül nyitott. A betét dúsított koncentrátumok és redukáló koksz elegye, amit adagolás előtt briketteznek. Salakképzésre meszet vagy folyópátot adnak. A redukció vegyi folyamata :



Nem egyszerre adagolják az egész elegyet, hanem részletekben olvasztanak. Ha az adag egyik része redukálódott, akkor a következő részt adagolják s ez így megy addig, míg a kemence megtöltődött.

Ha a redukció a legutolsó feladott résznél is befejeződött, akkor a salak jó részét eltávolítják, a kemencét kikapcsolják, helyéről kihúzza lehűlni hagyják.

Kihűlés után a tégely falát kitörik s a megmerevedett fémtömböt ejtőművön ökölnagyságú darabokra zúzzák. A salakos vagy porózus darabokat kiválogatják, s ezeket a következő adagban újra feladják, a többit pedig jól összekeverik; s rendszerint két ilyen adagból vesznek egy átlagpróbát.

Közben egy másik előre elkészített kemencét tolnak az előbbi helyére s ebbe megkezdik az adagolást.

Az acélgyártásnál általában az így elektrotermás úton kapott ferrovolframot használják, melynek átlagos összetétele a következő:

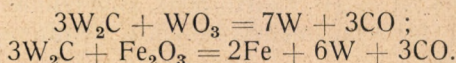
70—85% W, 1—2% C, max. 0,5% Mn, 1,0% Si, max. 0,05% P,
max. 0,1% S, max. 0,1% As.

A P- és S-tartalom általában kicsi, mivel az ércek nem tartalmazzak ezekből sokat.

Mivel a volframércek majdnem mindig ónt is tartalmazzak, ezért a ferrovolframban sokszor van ón, aminek azonban 0,1%-nál többnek nem szabad lennie.

Aramfogyasztás nagy kemencében kb. 8 tonnás tömb termelésekor 10 000—11 000 kWó/t fémvolfram. [17]

Ha kisebb C-tartalmú ferrovolframot akarunk gyártani, akkor hasonlóan a tömbeljáráshoz, az így kapott ferrovolframot WO_3 -mal és Fe_2O_3 -mal frissítőleg olvasztják a következő vegyi folyamat szerint:



Mivel azonban ilyen frissítő olvasztásnál tetemes volframvesztések keletkeznek — a salak sokszor 5—6% volframot tartalmaz — ez az eljárás nagyon megdrágítja a terméket. Kétségtelen, hogy a nagyobb karbidtartalmú ferrovolfram nehezebben oldódik és oszlik el a fürdőben, másrészt viszont a finomított ferrovolfram több salakot tart bezárva, ez pedig az acélban nehezen száll fel, azért a finomított ferrovolfram használatakor óvatosnak kell lenni. Ahol karbidok képződését ki kell kerülni, ott inkább fémvolframot vagy fémvolfram-porból készült zsugorítmányt használnak ötvözésre.

Újabban 40—50% volframtartalmú ferrovolframot is gyártanak, amelynek használata a szokásosan alkalmazott ferrovolframénál lényegesen kisebb olvadáspontja miatt külföldön már terjed. [19]

Aluminotermikus eljárás

A redukciót alumíniummal vagy alumíniumszilíciumkeverékkel végzik az ismert eljárások szerint. Az ilyen ferrovolfram 80—85% W-ot és max. 0,1% C-t tartalmaz, azonfelül azonban még alumíniumot és szilíciumot. Példa ilyen ferrovolfram összetételére:

86,2% W, 0,076% C, 1,20% Si, 0,25% Mn, 1,40% Al, 0,03% P,
0,03% S, nyom. As.

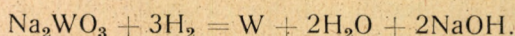
Sajnos, az ilyen ferrovolfram tisztasága is sok tekintetben kifogásolható, így pl. finom eloszlásban sok salakot tartalmaz. Azért az ilyen ferrovolframot is össze kell törni kihűlés után s alaposan ki kell válogatni.

e) Volframfém előállítás

Tiszta volframfémot hidrogénnel történő redukcióval kaphatunk, akár volframoxidból



akár pedig nátriumvolframátból



A kapott fémvolfram volframtartalma a betét tisztaságától függően 96—99,5%, C-tartalma 0,1%-nál kisebb.

Az így kapott poralakú volfram ötvözésre nem igen alkalmas, mert porlás és salakulás révén tetemes veszteségek keletkeznek, azért ötvözésre a volframport különleges eljárással zsugorítják. Az ilyen zsugorított volfram nagyon tiszta, egyenletes, gázmentes, volframtartalma legalább 98%. Ötvözésnél a veszteségek kisebbek, mint a ferrovolframmal való ötvözésnél, s a volframmal készített gyorsesztergaacélok is jobb minőségűnek bizonyultak. Ennek az a magyarázata, hogy a fémvolfframban nincsenek salakzárványok, amelyek tudvalevőleg a fürdőből nehezen szállnak fel.

f) A volfram kohászati jelentősége

A volfram a minőségi acélgyártásban igen fontos ötvöző, különösen ott, ahol a vágószerszámoktól nagy éltartóságot követelünk. 1% szén és 1,5% volframtartalmú acél fúrókra, menetvágókhoz, fémfűrészlapokhoz, fagyálókésekhez használatosak.

1,5% szén és 3,5—10% volframtartalmú acél vízben való lehűtéssel olyan keménnyé edzhető, hogy a legkeményebb anyagokat, mint kéregöntést is lehet vele rovátkolni.

Nagyobb volframtartalom kellő mennyiségű egyéb ötvözővel, mint krómmal, molibdénnel, vanádiummal adja az ú. n. gyorsesztergaacélokat.

Fontos ötvöző továbbá a volfram a fegyvercsövekben, mágneses acélokbán, melegsajtoló szerszámokban, sorjázó szerszámokban stb. Volframkarbid megfelelő kötőanyaggal zsugorítva adja az ú. n. keményfémeket, amelyekkel a legnagyobb vágóteljesítményt lehet elérni.

IRODALOM

1. Klockmann—Ramdohr: Lehrbuch der Mineralogie. Stuttgart, 1954, 492.
2. Mauritz—Vendl: Részletes ásványtan. Budapest, 1942.
3. Ullmann, F.: Enzyklopädie der technischen Chemie. 1929. Bd. 4, 319.
4. Kürten, Th.: Centralblatt der Hütten- und Walzwerke. 1928, 318.
5. Russ, E. F.: Elektrowärme. 1932, 208.
6. Matuschka, B.: Stahl und Eisen. 1934, 846.
7. Pohl, H.: Die Ferrolegierungen. Gesellschaft für Elektrometallurgie. Berlin, 1937.
8. Elektromet. Ferro-Alloy and Metals. New York.
9. Siegel, H.: Stahl und Eisen. 1940, 1125.
10. Durrer, R.: Die Metallurgie des Eisens. Berlin, 1943, 863.
11. Werwach, H.: Stahl und Eisen. 1948, 13.
12. Leitner, F. u. Plöckinger, E.: Die Edeltahlerzeugung. Wien, 1950, 162.
13. Sommer, F. u. Pollack, H.: Elektrostahlerzeugung. Düsseldorf, 1950, 185.
14. Visnyovszky L.: Acélötvöző fémek és ferroötvözetek. Budapest, 1952, 137.
15. Zamorujev, V. M.: Proizvodstvo sztalii. Moszkva, 1950. Acélgyártás. Budapest, 1951, 49.
16. Jeljutyin, V. P., Pavlov, J. A., Levin, B. E.: Proizvodstvo ferroszplavov. Moszkva, 1951. A ferroötvözetek gyártása. Budapest, 1953, 206.

17. Schmidt, L. u. Harms, F.: Radex Rundschau. 1953, 15.
 18. Zsák V.: Az acélgvártás időszerű kérdései. Budapest, 1953.
 19. Willners, Harry: Jernkontorets Annaler. 1952, 445.

12. Molibdéntartalmú ötvözetek

a) Molibdénre vonatkozó fizikai, kémiai és metallurgiai adatok

Atomsúly	96
Fajsúly	10,2
Olvadáspont	2620 C°
Forráspont kb.	4800 C°

A molibdén több oxidot képez, ezek közül a legfontosabbak a MoO_2 és MoO_3 . Affinitása az oxigénhez általában kicsi, azért könnyen redukálható, még a folyékony acél is képes redukálni s ezért a MoO_3 egyik vegyületét, a kalcium-molibdátot, $\text{CaO} \cdot \text{MoO}_3$, az acélok ötvözésére közvetlenül is lehet használni.



Szénnel a molibdén Mo_2C karbidot, vassal és szénnel kettőskarbidot képez, amely az acélfürdőben nehezen oszlik el, s ezért kell a ferromolibdén C-tartalmának kicsinek lennie.

A molibdént Scheele fedezte fel 1778-ban, de a fémmolibdént hidrogénnel először Berzelius redukálta.

A molibdént vas és acél ötvözésére, ellentétben más ötvözőkkel, aránylag későn kezdték használni. Jelentősége csak az első világháború után vált nyilvánvalóvá, amikor használata gyorsan elterjedt.

b) A molibdén ásványai

A molibdén a föld kérgében aránylag ritkán fordul elő s a molibdéntartalmú ércek is rendszeren kevés molibdént tartalmaznak.

A molibdén ipari előállítására csak két ásvány jön számításba.

Molibdenit.

MoS_2 , molibidénfényle, amely kereken 60% Mo-t és 40% S-t tartalmaz. Fajsúlya 4,7—4,8. Keménysége 1—1,5. Színe ezüstszürke.

Wulfenit.

$\text{PbO} \cdot \text{MoO}_3$, ólommolibdát, sárga ólomércnek is nevezik. Fajsúlya 6,7—6,9. Keménysége 3. Színe sárga, szürke.

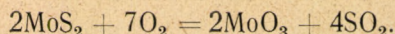
Legnagyobb molibidénércelőfordulások az USA-ban vannak Climax mellett Kolorádó államban, kb. 0,6% molibidéntartalommal. Európában a legfontosabb molibidénércelőfordulások Norvégiában, Finnországban, Portugáliában és Spanyolországban vannak. A Szovjetunió ázsiai részén találhatók nagyobb molibidénércelőfordulások. További előfordulások vannak még Mexikóban, Ausztráliában, Japánban, Peruban, Kelet-Ázsiában, Mukden környékén, stb.

c) Molibidénércék előkészítése és dúsítása

Említettük, hogy a természetben előforduló molibidéntartalmú ércek molibidéntartalma igen kicsi, általában 0,1—1,5% és csak kivételesen éri el a 10%-ot, ezért azokat dúsítani kell.

A szulfidos érceket megőrlés után különleges flotálással dúsítják, ily módon 85—90%-os MoS_2 -tartalmú koncentrátumot kapnak 95—98%-os MoS_2 kihozattalal.

Az így kapott MoS_2 koncentrátumot pörkölik, minek folytán a MoS_2 -ből a kén eltávozik és molibdéntrioxid képződik:

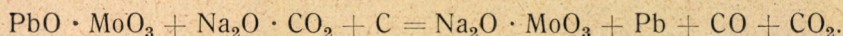


A pörkölést kb. 590—620 °C-on végzik. Nagyobb hőmérsékleten a pörkölés üteme ugyan meggyorsulna, de a MoO_3 nagyobb mérvű elpárolgásával kell számolni. Az említett kisebb hőmérsékleten is elgőzölög bizonyos mennyiségű MoO_3 , azért a pörkölökemence gázait gáztisztítón vezetik át, amelyben a MoO_3 -ot felfogják s értékesítik.

Mivel a MoO_2 kevésbé illan, mint a MoO_3 , azért a pörkölésnél szabad szénttartalmú anyagot, mint pl. faszenet adnak a keverékhez, minek folytán a MoO_3 részben redukálódik s inkább MoO_2 termelődik.

A pörkölés gépesített pörkölökemencékben történik. A pörköléssel kb. 85—90% MoO_3 — MoO_2 tartalmú koncentrátumot lehet kapni.

A wulfenit flotálása nagyobb fajsúlya következtében könnyebben megy. Az így kapott wulfenitkoncentrátumot nátronszódával és szénnel keverve átolvasztják, amikor nátriummolibdát képződik, amely a salakban marad, míg az ólom folyékonyan lecsapolható.



A nátriummolibdátot azután klórmésszel kalciummolibdát alakba viszik át.



Az előbb említett eljárásokkal kapott molibdénoxidok, illetve kalciummolibdát kiindulási anyagai a ferromolibdén, és a molibdénfém előállításának.

d) Ferromolibdén gyártása

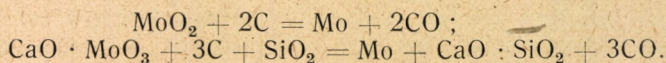
A kapott féltermékekből szénnel, vagy szilíciummal elektrotermás úton lehet a molibdént redukálni.

Minden szénnel történő redukció sajátossága, hogy a termény C-tartalma nagy lesz, amelyet csak oxidáló finomítással lehet kisebb C-tartalmúra átalakítani.

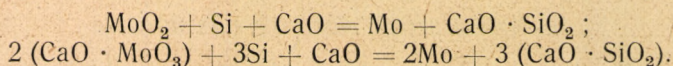
A szilíciummal történő redukáláskor pedig a termény több-kevesebb szilíciumot fog tartalmazni.

A hiányzó vasat vashulladék, illetőleg ferroszilícium alakban adagolják. A kalciummolibdát redukálásakor a salakképzésre kvarcot adagolnak.

A szénnel történő redukció vegyi folyamatai:



A szilíciummal történő redukció vegyi folyamatai:



Az elektrotermás redukcióhoz kisebb, egyfázisú, felül nyitott vagy zárt villamos kemencéket használnak kb. 300 kW teljesítménnyel, vagy pedig

nagyobb, háromfázisú kemencéket 1000—1500 kW nagyságban. A molibdén nagy olvadáspontja miatt legfeljebb 60%-os ferromolibdént lehet csapolni, ha nagyobb molibdéntartalom szükséges, hasonlóan a ferrovolfram gyártásához, a tömbeljárást kell alkalmazni.

A MoO_2 -t koksszal vagy valamilyen más széntartalmú anyaggal, pl. faszénnel és salakképzőkkel összekeverve rétegekben redukálják. Közben a képződött salakot eltávolítják s a folyamatot addig végzik, míg a kemence teljesen megtelt. Utána kihűlni hagyják, szétörik, a salakból kiválogatják, összekeverik s átlagpróbát vesznek belőle.

Az ötvözet kis C-tartalma miatt a redukáló szén mennyiségét a legszükségesebb mértékben adagolják. A kapott ferromolibdén átlagos összetétele :

60—75% Mo, 1—2% C, 0,05—0,1% P, 0,1—0,2% S, 0,04—0,1% As.

Aramfogyasztás kb. 11 300 kW/t ötvözet.

A kapott ferromolibdén összetétele meglehetősen egyenlőtlen. A szén frissítése molibdénoxiddal vagy vasoxiddal történő átolvasztás útján lehetséges lenne, de nem igen alkalmazzák, mivel tetemes MoO_3 elgőzölgés folytán a veszteségek nagyok lennének. Frissítéssel a ferromolibdén C-tartalmát kb. 0,5%-ra lehet csökkenteni.

A szilícium redukálással előállított elektrotermás ferromolibdén C-tartalma természetesen kicsi, 0,5% alatt van, de a Si-tartalom több százalék is lehet. A szilíciumot azonban molibdénoxid és mész adagolásával történő újbóli átolvasztással könnyebben lehet frissíteni, mint a szenet. Ilyen szilikotermás eljárással kapott ferromolibdén összetétele :

65—75% Mo, max. 0,2% C, max. 0,5% Si, max. 0,05% P, max. 0,1% S,
max. 0,05% As.

A savanyú olvasztásból kifolyólag az ötvözet alig tartalmaz oxidzárványokat, de szilikátzárványokat gyakran.

Ferromolibdén előállítására a másik eljárást, az alumínotermás eljárást alkalmazzák. Ez aránylag egyszerű. Molibdénoxidot vagy kalciummolibdatot vesznek alapanyagul, amelyeket golyós malomban finomra őrölnek. Redukcióra nem tiszta alumíniumot, hanem még finomra őrölt 75%-os ferroszilíciumot és finomszemcséjű magnéziumot adnak hozzá. Salakképzésre meszet és folyópátot használnak.

A finomra őrölt anyagokat jól összekeverik s berakják a redukációs tégelybe, amelyet a gyújtókamrába tolnak és begyújtják.

Egy tégelybe kb. 600 kg betét fér. Az átégés mintegy 4 percig tart kb. 2000 C°-on. Átégés után a tégelyt a kamrából kihúzzák, a salakot leöntik s kihűlés után a tartalmát kiborítják, ökölnagyságra szétörik s kiválogatják. Ilyen ferromolibdén átlagos összetétele :

60—70% Mo, max. 0,1% C, max. 1,0% Si, max. 0,05% P, max. 0,1% S,
max. 0,05% As.

e) Fémmolibdén előállítása

Szín fémmolibdént molibdénoxidnak hidrogénnel történő redukálása révén lehet kapni.



A folyamat két fokozatban megy végbe. 500 C° alatt először MoO_2 képződik, amelynek további redukciója csak 500 C° felett következik be. Ilyen fémmolibdén tiszta, szürke por. Átlagos összetétele :

96% Mo, max. 0,05% C, 0,1% Mn, max. 0,5% Si,
max. 0,05% P, max. 0,025% S, max. 0,05% As.

További feldolgozása előtt rendszeren zsugorítják. Fémmolibdént ötvözésre nem szoktak használni, hanem elsősorban a villamos iparban fűtőtestek, termoelemek készítésére, valamint az izzólámpagyártásnál alkalmazzák.

f) A ferromolibdén jellegzetessége s a vele szemben támasztott követelmények

A molibdénnek, mint ötvözőnek jellegzetessége, hogy az oxigén iránti vegyrokonsága kisebb, mint a vasé, tehát az acélfürdő frissítésekor nem oxidálódik s ennél fogva az ötvözésnél gyakorlatilag veszteségek nem mutatkoznak. Ezért fontos a molibdéntartalmú öcskavas és acélhulladék pontos különválasztása, hogy a bennük lévő molibdént teljesen meg lehessen menteni molibdéntartalmú acél gyártásához. A ferromolibdénnel történő ötvözeskor tekintettel kell lenni arra, hogy az nehéz, gyorsan a kemence fenekére süllyed, és különösen a karbidos ferromolibdén nehezen olvad és oszlik el. Ezért ajánlatos azokat az adagba korán berakni, amit annál is inkább megtehetünk, mert, mint említettük, veszteség ebből kifolyólag nincs.

g) Ötvözés molibdénvegyületekkel

Kisebb molibdéntartalom ötvözésére igen alkalmas a kalciummolibdat, amelynek átlagos összetétele :

40—45% Mo, 20—25% CaO, 10—15% SiO_2 , 2—3% Fe, 1—3% Al_2O_3 .

Tiszta molibdénoxidot is lehet ötvözésre használni. Mind a kalciummolibdatot, mind a molibdénoxidot briketteké sajtolják s úgy adják a fürdőbe, és még ha a salakban marad is ötvöző, a molibdén abból igen gyorsan redukálódik. Előnye ennek az eljárásnak, hogy az acél idegen salakzárványokat nem tartalmaz, az ötvöző nem karbonizál s molibdénvesztésig alig van. Ilyformán mind bázisos, mind savanyú kemencében lehet ötvözni. Ezért kisebb mennyiségű molibdén ötvözésére ezeket a vegyületeket mindinkább alkalmazzák.

h) A molibdén felhasználása a kohászatban

A molibdén fontos ötvöző mind a szerkezeti, mind a szerszámacéloknál. A molibdént, kivéve egyes acélöntvényfajtákat, ötvözésre egyedül nem használják, hanem csak más ötvözőkkel együtt.

A molibdén a szerkezeti acélok fontos ötvözője, mert a nemesíthetőséget elősegíti avval, hogy az átedződést megkönnyíti, s ennél fogva a megeresztés után az acél egész keresztmetszetében nagy szívóssághoz jut. Különösen a dinamikai igénybevétellel szemben válik ellenállóvá, vagyis ütőmunkája növekszik. Igen jelentős még az a tulajdonsága, hogy a megeresztési ridegség molibdénrel ötvözött acéloknál kicsi. Krómmal egyedül vagy krómmal és vanádiummal együtt ötvözve, a krómnikkel-acélokkal úgyszólván egyenértékű acélokat lehet molibdénrel készíteni.

A molibdén igen kedvezően befolyásolja a melegszilárdságot, hatása kb. kétszerese a volframénak. Ezért nagynyomású kazánarmaturákat szoktak molibdénnel ötvözött acélöntvényekből készíteni.

Gyorsesztergaacélban s egyéb szerszámacéloknak a molibdén részben a volframot helyettesíti s hatása itt is kb. kétszerese a volframénak.

Szürkeöntvényekben a molibdén a szilárdságot növeli, falvastagságkiegyenlítő hatása van, s ugyancsak növeli a melegszilárdságot.

IRODALOM

1. Klockmann—Ramdohr : Lehrbuch der Mineralogie Stuttgart, 1954, 376, 495.
2. Mauritz—Vendl : Részletes ásványtan. Budapest, 1942.
3. Kürten, T. H. : Centralblatt der Hütten- und Walzwerke. 1928, 425.
4. Ullmann, F. : Enzyklopädie der technischen Chemie. Berlin, 1929. Bd. 4, 314.
5. Russ, E. F. : Elektrowärme. 1932, 208.
6. Matuschka, B. u. Cless, Fr. : Stahl und Eisen. 1936, 760.
7. Pohl, H. : Die Ferrolegierungen. Gesellschaft für Elektrometallurgie. Berlin, 1937.
8. Siegel, H. : Stahl und Eisen. 1940, 1128.
9. Durrer, R. : Die Metallurgie des Eisens. Berlin, 1943, 808.
10. Archer, R. S., Briggs, J. Z., Loeb, C. M. : Molybdenum. Climax Molybdenum Company. London, 1947.
11. Werwach, H. : Stahl und Eisen. 1948, 13.
12. Sommer, F. u. Pollack, H. : Elektrostahlerzeugung Düsseldorf, 1950, 186.
13. Leitner, Fr. u. Plöckinger, E. : Die Edeltahlerzeugung Wien. 1950, 155.
14. Zamorujev, V. M. : Proizvodstvo sztali. Moszkva, 1950. Acélgyártás. Budapest, 1951, 48.
15. Jedneral, F. P. : Elektrometallurgija Moszkva. Elektrokohászat. Budapest, 1952, 386.
16. Visnyovszky L. : Acélötvöző fémek és ferroötvözetek. Budapest, 1952, 126.
17. Jeljutvin, V. P., Pavlov, J. A., Levin, B. E. : Proizvodstvo ferroszplavov. Moszkva, 1951. A ferroötvözetek gyártása. Budapest, 1953. 231.
18. Zsák V. : Az acélgyártás időszerű kérdései. Budapest, 1953, 23.
19. Schmidt, L. u. Harms, F. : Radex Rundschau. 1953, 9.

13. Titántartalmú ötvözetek

a) A titánra vonatkozó fizikai, kémiai és metallurgiai adatok

Atomsúly	47,9
Fajsúly	4,54
Olvaspont	1795 °C
Forráspont kb.	3000 °C

A titánnak igen nagy a vegyrokonsága az oxigénhez, evvel a TiO és TiO_2 oxidokat alkotja. Az utóbbi a kiindulási vegyület a titánötvözetek, sőt a fém-titán előállítására. A titán ásványaiban mint TiO_2 fordul elő.

Szénnel a titán karbidot, TiC , alkot. Jelentősége van még a titán nitrogénnel képzett vegyületének (TiN).

A titánt W. Gregor fedezte fel 1791-ben, de hosszú út vezetett annak színállapotban történő előállításáig.

A titán meglehetősen újkori ötvöző az acélgyártásban s csak az első világ-háború után kezdték ötvözésre használni. Meg kell azonban állapítani, hogy sok faszenes nyersvas jó tulajdonságai részben a titántartalommal magyarázhatók. Ez főképpen a faszenes nyersvasakból készült kéregöntésű hengerekre érvényes.

b) A titán nyersanyagai

A titán a föld kérgében elég gyakran fordul elő. A titán termelésére elsősorban a következő ásványok jönnek számításba :

Rutil

Összetétele TiO_2 . Fajsúlya 4,2—4,3. Keménysége 6—6,5. Színe vörös, barna, sárgásbarna. A legnagyobb rutilelőfordulások az USA-ban vannak.

Ilmenit

Titánvasérc. Összetétele : $\text{FeO} \cdot \text{TiO}_2$, kb. 53% TiO_2 -tartalommal. Fajsúlya 4,5—5,2. Keménysége 5—6. Színe vasfekete, fekete-barna.

Sok helyen hatalmas telepeket találhatunk belőle, így a Szovjetunióban, Norvégiában, Svédországban, USA-ban, Kanadában. Azonkívül tengerparti homokok is tartalmazzák. Így Indonéziában, Braziliában, Ausztrália egyes partvidékein, Nyugat-Afrikában, stb. Az urali vagy norvégiai magnetitek is tartalmazznak ilmenitet.

Titanit

Összetétele : $\text{CaO} \cdot \text{SiO}_2 \cdot \text{TiO}_2$, kb. 41,5% TiO_2 -tartalommal. Fajsúlya 3,4—3,6. Keménysége 5—5,6. Színe sárgásbarna, zöld, vörösbarna. Hatalmas titántelegek vannak a Szovjetunióban, a Kola-félszigeten.

Hazai titán előfordulások

Hazánkban két titántartalmú ércnek van jelentősége.

a) *Wehrlit*. Eger mellett Szarvaskő határában. Ez lényegében ilmenit, kb. 10—12% TiO_2 -tartalommal. A vason kívül még SiO_2 -t, CaO -t és MgO -t is tartalmaz.

A wehrlit közvetlen szomszédságában található ú. n. *gabrokőzet*, 3—4% TiO_2 -t tartalmaz.

b) A dunántúli *bauxit* átlagos TiO_2 -tartalma 2—3,5%.

A titánnak előállítására elsősorban a timföldgyártás melléktermékeként visszamaradt vörösiszap jöhet számításba, amely 4—5% TiO_2 -t tartalmaz s amelyből, helyesebben az ú. n. feketeiszapból a titán termelését célzó kísérletek folyamatban vannak. [16] [17]

c) Ferrotitán gyártása

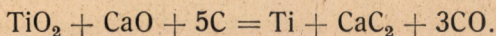
A ferrotitán lényegében vas-titánötvözet, de az előállítás módja szerint mindenkor szenet, szilíciumot és alumíniumot tartalmaz.

A ferrotitánt elő lehet állítani elektrotermás eljárással, C-redukcióval vagy aluminotermás eljárással.

A ferrotitángyártás nyersanyaga az ilmenit. Rutil alapanyag esetén megfelelő mennyiségű vas- vagy tiszta vasércadagolásról kell gondoskodni.

Elektrotermás eljárásnál a kemence fenekére — hogy elektromos ívfény képződhessék —, kevés acélforgácsot olvasztanak be s arra adagolják a titánérc-

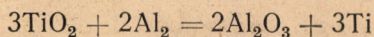
kokszeveréket. Segédanyagul meszet adnak be. A redukció vegyi folyamata :



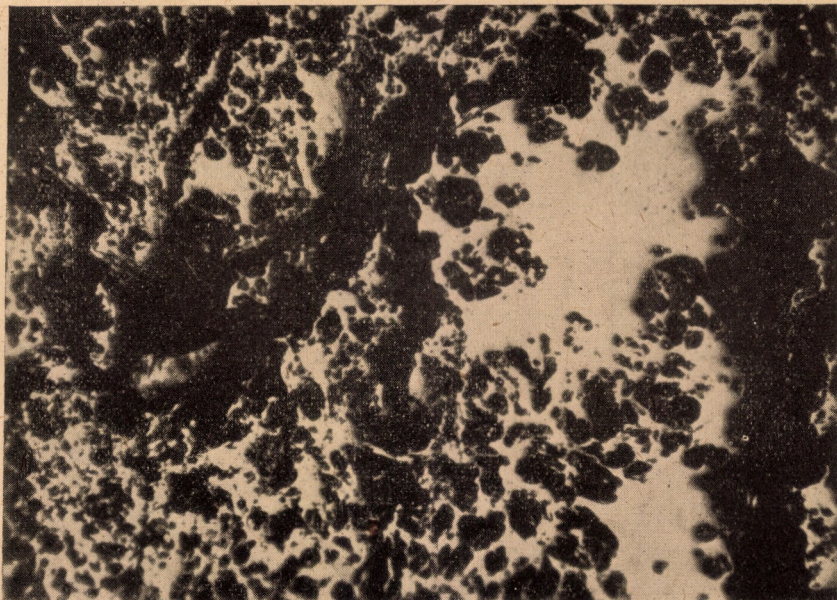
Az így kapott ferrotitán titántartalma kb. 50%, C-tartalma 5—8%, ezt a közbűlő terméket »ferrokarbontitánnak« nevezzük. Az így kapott ferrotitán C-tartalmát TiO_2 -vel lehet frissíteni, amikor is a szén 1% alá csökken.

Az elektrotermás eljárás azonban nehézkes és drága, azért a ferrotitán legnagyobb részét az aluminotermás eljárással termelik.

Az aluminotermás fémredukció lényege ismert :



Az alumíniumot alumíniumdara alakban adják be.



38. ábra. Ferrotitán
Ti = 36,41%, Si = 7,29%, Al = 7,26%, Mn = 1,05%. 75 x

Tekintve, hogy a fenti folyamattal, a veszteségeket nem számítva, alig képződik annyi hő, amennyi a TiO_2 redukciójához szükséges, azért a redukáló tégelyt, miután belerakták az elegy egy részét, betolják a kemencébe, amelyben azt kb. 400 C°-ra felmelegítik, begyűjtják, és utána tölcseren át fokozatosan beadják az egész elegyet.

Kihúzás és kibontás után a salakot, amennyiben még folyékony, leeresztik, a szilárd fémét és rajta kapott salakot kitörik és kézierővel szétválogatják.

Mivel ily módon a fém és salak szétválasztása nem tökéletes, azért újabban az eljárást felső elektródákkal felszerelt ívfényes kemencékben végzik, amikor is a redukáló folyamat befejezése után az áram bekapcsolásával a fürdőt felmelegítik, mésszel jó híg folyós salakot képeznek, ily módon a fém és salak egymástól

jól különválík, s előbb a salakot, utána a fémet lecsapolják. Ezzel az eljárással tisztább, salakmentesebb ferrotitánt lehet készíteni.

Az aluminotermás eljárással termelt ferrotitán átlagos összetétele :

20—40% Ti, max. 0,1% C, 6—13% Al, 1—3% Si,
max. 0,1% P, max. 0,1% S.

Ebbe a csoportba tartozó, kereken 36% Ti-tartalmú ferrotitán szövetképét a 38. ábrán látjuk.

d) A titán felhasználása

A titánnak, mint ötvözőnek felhasználása újabb keletű, hatása még teljesen tisztázva nincsen.

Oxigénhez való vegyrokonsága révén kiváló dezoxidáló. Nitrogénhez való vegyrokonsága következtében mint denitráló elemet alkalmazzák. Mivel különleges karbidképző, azért mint szén megkötő elem az austenites króm-nikkel ötvöztetésű, rozsdá- és hőálló acélokban megakadályozza a kristályközi korróziót. A titánkarbidnak azonfelül a kemény vágófémek gyártásánál van jelentősége. Újabb vizsgálatok szerint jó kéntelenítő [18]. Említettük jó hatását a kéregöntésnél.

A titán azonban különösen a vanádiummal karöltve az acélnak egyéb olyan tulajdonságokat is ad, amelyeket csak drágább ötvözőkkel lehet elérni. Ezért hazánkban, ahol rendelkezünk a titán termelésére használható alapanyagokkal, ezzel foglalkoznunk kell. Nálunk a titán feltétlenül egyike a jövő ötvöző fémeinek.

IRODALOM

1. Klockmann—Ramdohr : Lehrbuch der Mineralogie. Stuttgart, 1954, 409, 425, 547. o.
2. Mauritz—Vendl : Részletes ásványtan. Budapest, 1942.
3. Ullmann, F. : Enzyklopädie der technischen Chemie. 1929, Bd. 4, 316.
4. Houdremont, Ed. : Sonderstahlkunde. Berlin, 1935, 535.
5. Pohl, H. : Die Ferrolegierungen. Gesellschaft für Elektrometallurgie. Berlin, 1937.
6. Durrer, R. : Die Metallurgie des Eisens. Berlin, 1943, 842.
7. Volkert, G. : Archiv f. Eisenhüttenwesen. 1948, 1.
8. Werwach, H. : Stahl und Eisen. 1948, 14.
9. Sommer, F. u. Pollack, H. : Elektrostahlerzeugung. Düsseldorf, 1950, 192.
10. Leitner, Fr. u. Plöckinger, E. : Die Edlestahlerzeugung. Wien, 1950, 161.
11. Visnyovszky L. : Acélötvöző fémek és ferroötvözetek. Budapest, 1952, 175.
12. Zamorujev, V. M. : Proizvodstvo sztalii. Moszkva, 1950. Acélgártás. Budapest, 1951. 48.
13. Jedneral, F. P. : Elektrometallurgija. Moszkva. Elektrokohászat. Budapest, 1952. 386.
14. Jeljutyin, V. P., Pavlov, J. A., Levin, B. E. : Proizvodstvo ferroszplavov. Moszkva, 1951. A ferroötvözetek gártása. Budapest, 1953, 286.
15. Gmelins Handbuch »Titán«. Berlin, 1951, 90.
16. Lányi B. : Alumínium. 1950, 40.
17. Gillemot L. Fémítán előállítása bauxitból. A Magyar Tudományos Akadémián 1954 június 18-án tartott előadása.
18. Roach, J. D & Stewart, R. S. Iron Age 1953, Vol.171, No.23, 150 és No.24, 126.

14. Bórtartalmú ötvözetek

a) A bórra vonatkozó fizikai, kémiai és metallurgiai adatok

Atomsúly	10,82
Fajsúly	2,3
Olvadáspont kb.	2300 C°.

A bórtartalmú sókat, elsősorban a bóraxot, az arabok már a középkorban *tinkál* néven ismerték. A középázsiai sóstavakból termelték, részben mint gyógyszer, részben a forrasztásnál, mint folyósítót alkalmazták.

A bórt az utóbbi időben kezdik a vaskohászatban felhasználni. Különösen az acélok edzésénél van jelentősége, mert azok edzhetőségét lényegesen befolyásolja s ebben a tekintetben a krómot, molibdént, nikkelt, stb. bizonyos mértékig helyettesíteni tudja s ehhez igen kis mennyiségek, csupán ezredszázalékok keltenek. Hangsúlyozni kell azonban, amit *Verő* [10] is megállapított, hogy azokat teljesen helyettesíteni nem tudja. A legkedvezőbb bórtartalom 0,002—0,003% körül van, 0,007% felett már vöröstörést okoz és rontja a melegeképlékenységet.

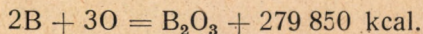
Legjobb hatása közepes C-tartalmú acéloknál, 0,2—0,6% C-tartalomnál van. Nagyobb C-tartalmú acélokból alig van hatása.

Az első amorf bórt 1808-ban *Henry Davy* állította elő a bórsav elektrolízise útján, majd később *Gay-Lussac* a B_2O_3 -nak káliummal végzett redukciójával. Tiszta kristályos bórt *E. Weintraub* állított elő 1909-ben.

b) A bór kohászati szempontból fontos vegyületei

A bór a vasban borid alakjában van jelen, amelynek nagy szemcsefinomító hatása van. A bór azon elemek közé tartozik, amelyek nagyon összeszűkítik a γ -vas területét. A vasborid a vaskarbiddal Fe_2B — Fe_3C eutektikumot képez. A bórnak nagy affinitása van a fémekhez, majdnem minden fémmel képez boridokat, azonban ólom-, ón- és bizmutboridokat nem ismerünk.

A bór maga erős dezoxidáló s az oxigénnel többféle oxidot képez, amelyek közül legfontosabb a B_2O_3 .



Ezért a bórral történő ötvözés előtt az acélt jól kell dezoxidálni. A bór a szénnel B_4C karbidot képez, amelynek keménysége közel áll a gyémánthoz; a nitrogénnel bórnitridet, BN, a kénnel szulfidokat alkot, amelyek közül legfontosabb a B_4S és B_2S_3 . [8]

c) A bór nyersanyagai

A bórsav gyakori az ásványvizekben. Toszkána környékén vulkáni működéssel kapcsolatos gőzkiáramlás bórsavat tartalmaz. A gőzöket tavakban fel fogják s lepárlás útján termelik belőle a bórsavat.

A bór legfontosabb elsődleges ásványa a turmalin, amely változó összetételű bórszilikátok elegye. Ilyenek pl. a $CaB_6Si_2O_8$ típusú bórszilikátok és a $CaB_2Si_2O_8 \cdot Ca(OH)_2$ vagy más hasonló típusú szilikátok. Ezek kemény, fekete, vagy színes, sokszor áttetsző oszlopos kristályos képződmények.

A bórfeldolgozó ipar szempontjából nagyobb jelentőségűek a másodlagos bórsavas ásványok, amelyek közül a legfontosabbak :

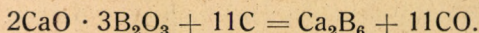
A természetes bórsav	$B_2O_3 \cdot H_2O$
A bórax (<i>tinkál</i>)	$Na_2O \cdot 2B_2O_3 \cdot 10H_2O$
Kolemanit	$2CaO, 3B_2O_3 \cdot 5H_2O$
Boracit	$2(3MgO \cdot 4B_2O_3) MgCl_2$
Pandermit	$5CaO \cdot 6B_2O_3 \cdot 9H_2O$

Nagy bórlefordulások vannak Olaszországban Toszkanában, az USA-ban, Törökországban, Kaliforniában természetes boraxot találnak. Dél-Amerikában a Kordillerákban, a Szovjetunióban a Kaukázusban és Észak-Kazahsztánban vannak bórlefordulások, amelyek a szovjet ipar szükségletét teljesen fedezik.

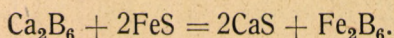
d) A ferrobór előállítása

A ferrobórt C-redukcióval, szilikotermás, illetőleg aluminotermás eljárással készítik.

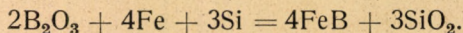
A kolemanit redukciójának vegyi folyamata J. Eskard szerint :



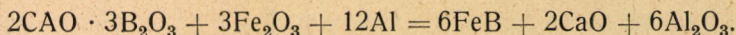
A képződött kalciumborid vasszulfiddal átalakítható vasboriddá



A szilikotermás eljárás tiszta szilíciummal Jeljutyin szerint [8] nem lehetséges, de vas jelenlétében — így ferroszilíciummal — igen, az alábbi folyamat szerint :



Aluminotermás eljárással a kolemanitből a ferrobörgyártás vegyi folyamata a következő :



A ferrobór olvadáspontja kicsi s a bór az acélfürdőben könnyen oldódik. Ha a csapolócsatornába adják, akkor 85—90% bórkihozattal lehet számolni.

Ötvözési célra tiszta ferrobóron kívül mangán-, titán-, cirkon-, króm-, nikkel-, alumínium-bór segédötvözeteket is gyártanak.

A következőkben ismertetjük néhány bórötvözet szokásos összetételét. (Lásd a 6. táblázatot a 199. oldalon)

IRODALOM

1. Klockmann—Ramdohr : Lehrbuch der Mineralogie. Stuttgart, 1954, 466.
2. Mauritz—Vendl : Részletes ásványtan. Budapest, 1942.
3. Ullmann, F. : Enzyklopädie der technischen Chemie. 1929. Bd. IV. 308.
4. Houdremont, Ed. : Sonderstahlkunde. Berlin, 1935, 547.
5. Zamorujev, V. M. : Proizvodstvo sztalii. Moszkva, 1950. Acélgártás. Budapest, 1951, 48.
6. Visnyovszky L. : Acélötvöző fémek és ferroötvözetek. Budapest, 1952, 231.
7. Leitner, Fr u. Plöckinger, E. : Die Edeltahlerzeugung. Wien, 1950, 149.
8. Jeljutyin, V. P., Pavlov, J. A., Levin, B. E. : Proizvodstvo ferroszplavov. Moszkva, 1951. A ferroötvözetek gyártása. Budapest, 1953, 328.

	B	Si	Al	C	Mn	Ni	Ca	V	Ti	Zr
	%									
Ferrobór 10%-os	10,0	max. 1,5	max. 0,5	max. 1,5	—	—	—	—	—	—
Ferrobór 17,5%-os	17,5	max. 1,5	max. 0,5	max. 0,5	—	—	—	—	—	—
Mangánbór	17,5	max. 1,5	—	max. 3,0	75	—	—	—	—	—
Nikkelbór	15—18	max. 1,5	max. 1,0	max. 0,5	—	75—80	—	—	—	—
Borosil	3—4	40—45	—	—	—	—	—	—	—	—
Carbotam	1—2	2—4	—	4,5—7,5	—	—	—	—	15—21	—
Silcaz	0,55—0,75	35—40	6—8	—	—	—	—	9—11	9—11	3—5
Grainal No. 1	0,20	—	10	—	—	—	—	25	15	—
U. az. No. 6	0,20	—	12	—	—	—	—	13	20	—
U. az. No. 79	0,50	—	13	—	8	—	—	—	20	4
Bórkarbid	45—50	—	—	45—50	—	—	—	—	—	—
Kalciumborid	38—42	—	—	15—20	—	—	27—32	—	—	—

9. Willners, Harry: Jernkontorets Annaler. 1952, 445.
 10. Verő J.: Magyar Tudományos Akadémia Műszaki Tudományok Osztályának Közleményei. X. köt. (1953.) 271/295.

15. Cirkontartalmú ötvözetek

a) A cirkonra vonatkozó fizikai, kémiai és metallurgiai adatok

Atomsúly	91,2
Fajsúly	6,5
Olvadáspont	1857 C°
Forráspont	2900 C° felett.

A cirkon a ritka fémek közé tartozik. Mint ásványt már az ókorban ismerték és drágakőnek használták. Az elemet 1789-ben fedezték fel, de csak 1914-ben sikerült tisztán előállítani cirkontetrakloridnak fémnátriummal acélbombában történő redukciójával.

A cirkon a legtöbb fémmel stabilis vegyületeket képez, ez a magyarázata annak, hogy szennyezőtől mentes fémot előállítani alig lehet. A vassal két eutektikumot képez, az egyik 16%, a másik 88% cirkonnal.

A szénnel változó összetételű karbidokat képez, amelyek a ZrC-től a Zr₃C-ig terjednek. A ZrC igen kemény, keménysége 8—9, az ú. n. keménységű fémek készítésére használják.

A cirkon a nitrogénnel a ZrN nitridet alkotja, amelynek keménysége 8, ezért csiszolóanyagként alkalmazzák.

Az oxigénnel többféle oxidot képez, amelyek közül legfontosabb a ZrO₂. Ennek olvadáspontja 2715 C° s ezért tűzállótégelyek készítésére használják. Kémiai behatásokkal szemben rendkívül ellenálló, hőtágulása és hővezető-képessége kicsi. Tűzállósága miatt újabban a cirkonoxidot az acélöntvényekben formabevonóanyagként is használják.

b) A cirkon ásványai és előállítása

A cirkontartalmú ásványok száma meglehetősen nagy, mivel majdnem minden magmás eredetű kőzetben megtalálható század- vagy ezredszázalékban, de ipari előállítására csak a cirkonit, brazilit (baddaleit) és az eudialit jön számításba.

Cirkonit

Cirkonszilikát, ZrO₂ · SiO₂. A legelterjedtebb cirkonásvány. Fajsúlya 3,9—4,8. Keménysége 7,5. Értékes drágakő. Színtelen vagy zöld, piros és kék-színű.

Brazilit (Baddaleit)

Cirkonoxid, ZrO₂. A cirkonit széteséséből keletkezett. Fajsúlya 5,5—6,0. Keménysége 6,5. Színe sárga, barna vagy fekete.

Eudialit

Komplex nátrium, kálium- és vasszilikát és cirkonát. Tapasztalati képlete Na₁₃(Ca, Fe)₂ · Cl(Zr, Si)₂₀O₅₂. Fajsúlya 2,8—2,9. Keménysége 5—5,5. Színe barnáspiros.

Legnagyobb cirkonelfordulások Brazíliában és a Szovjetunióban vannak. Kisebb előfordulások találhatók még Floridában, Madagaszkár partjain és Ceylonban.

A cirkon előállításának kiinduló anyaga a cirkonoxid, ZrO_2 . A cirkonoxidot az ércekből dúsítással és vegyi kezeléssel kapják. Az így kapott gyakorlatilag tiszta cirkonoxid már felhasználható tűzálló anyagként vagy ferrocirkon készítésére.

Ferrocirkon gyártásához rendszerint cirkonkoncentrátumot használnak, amelynek átlagos összetétele :

35—50% ZrO_2 , 30—50% SiO_2 , 3—5% Al_2O_3 , 5—7% CaO , 4—6% Fe_2O_3 .

Ebből aluminotermás eljárással kapják a cirkont. A nyersanyag nagy kovásvartartalmából kifolyólag az alumínium a szilíciumot is redukálja, s ennél fogva az ötvözet elég sok szilíciumot is tartalmaz. A szükséges vasmennyiséget vasreve alakjában keverik a koncentrátumhoz. Az aluminotermás eljárással termelt ferrocirkon átlagos összetétele :

35—40% Zr, 10—15% Si, 3—5% Al, kb. 4 % Ti, 0,2—0,3% C.

c) A cirkon alkalmazása

A ferrocirkont az acélgyártásban elsősorban dezoxidálásra alkalmazzák; mint kombinált ötvöző szilíciumtartalmánál fogva könnyen oldódik az acélfürdőben. A cirkon dezoxidáló képessége a titán és az alumínium között van, de közelebb az alumíniuméhoz.

A cirkon az acél dezoxidálása mellett megköti a nitrogént stabilis nitrid, ZrN , alakban. Egyesek szerint csökkenti a kén káros hatását is az acélban, s elősegíti annak egyenletesebb eloszlását. Cirkonnal ötvözött acél még 0,32% S-tartalom esetén is sikeresen hengerelhető.

A cirkont elvétele az acél ötvözésére is használják. Javítja a szívósságot, a szilárdságot, a kopásellenállóságot és korrózióellenállóságot. Cirkonnal való ötvözés általában 0,35% Zr-tartalomig történik.

A ferrocirkonszilícium fajsúlya kisebb, mint a folyékony acélé s azért leginkább a csapolásnál az acélsugárba adják.

IRODALOM

1. Klockmann—Ramdohr : Lehrbuch der Mineralogie. Stuttgart, 1954, 423, 544.
2. Mauritz—Vendl : Részletes ásványtan. Budapest, 1942.
3. Ullmann, F. : Enzyklopädie der technischen Chemie. Berlin, 1929. IV. 321.
4. Houdremont, Ed. : Sonderstahlkunde. Berlin, 1935. 550.
5. Leitner, F. u. Plöckinger, E. : Die Edeltahlerzeugung. Wien, 1950. 163.
6. Sommer, F. u. Pollack, H. : Elektrostahlerzeugung. Düsseldorf, 1950. 192.
7. Visnyovszky L. : Acélötvöző fémek és ferroötvözetek. Budapest, 1952. 224.
8. Jeljutyin, V. P., Pavlov, J. A., Levin, B. E. : Proizvodstvo ferroszplavov. Moszkva 1951. A ferroötvözetek gyártása. Budapest, 1953. 307.

16. Cérium-tartalmú ötvözetek

a) A cérium fizikai, kémiai és metallurgiai adatai

Atomsúly	140,13
Fajsúly	6,75
Olvadáspont	185 °C
Forráspont kb.	1400 °C

A cérium a ritka földfémekhez tartozik. A ritka földfémek vegyileg rokonviselkedésű, 139—175 atomsúlyú elemek, amelyek közül legfontosabb a cérium. A ritka földfémek együttesen fordulnak elő. Legfontosabb érce a

Monacit. Cériumfoszfát, CePO_4 , amely többek között 10% tóriumot is tartalmaz. Keménysége 5—5,5. Fajsúlya 4,8—5,5. Színe piros, vörösbarna, sárgásbarna. Előfordulása az Ural, USA, Brazília, Elő-India.

A cériumot a ritka földfémek kloridjaiból elektrolízissel állítják elő, s mivel azokat egymástól elválasztani nem lehet, azért az más ritka földfémeket is tartalmaz, amelyek közül a legfontosabb a *lanthán*, amely nitrogénmegkötő képességéről ismeretes.

A ritka földfémek ötvözetét németül »kevert fémnek« (*Mischmetall*) nevezik, ami semmit sem mond; helyesebb, ha a ritka földfémek adalék- vagy segédötvözte elnevezést használjuk, ami ugyan hosszadalmas, de annak gyakorlati elterjedésével nem igen kell számolnunk.

b) Kohászati felhasználása

A cérium jó dezoxidáló és kéntelenítő.

A ritka földfémek adalék, vagy segédötvözetének kohászatiilag egyik fontos tulajdonsága, hogy már igen kis mennyiségben is javítja az acél melegmegmunkálhatóságát. Így pl. ausztenites acélnál, amelyhez a keménység fokozására 0,20% nitrogén adnak s ebből kifolyólag káros vörösidegség mutatkozik, 0,09% ilyen ötvözet hozzáötvözése révén a melegmegmunkálhatóság jelentékenyen megjavult és a hengerlési kihozatal 15%-kal növekedett.

Az acél ötvözésére használt ilyen ötvözet összetétele :

45—50% Ce, 22—26% La, 15—17% Nd, 8—16% Pr, Y, Sm,
0—5% Fe, 0,1—0,3% Si.

Ez az ötvözet nem olcsó s nem is áll korlátlan mennyiségben rendelkezésre. Alkalmazását tehát egyelőre különleges esetekre kell korlátozni. Az eddigi eredmények azt mutatják, hogy az acélgyártóknak különös figyelmet kell a ritka földfémekre fordítaniok.

Megemlítésre érdemes még, hogy cériummal állítottak elő először gömb-grafitos szürkevasat.

IRODALOM

1. *Klockmann—Ramdohr* : Lehrbuch der Mineralogie. Stuttgart, 1954. 499.
2. *Ullmann, F.* : Enzyklopädie der technischen Chemie. Berlin, 1929. III. 164.
3. *Houdremont, Ed.* : Sonderstahlkunde. Berlin, 1935. 550.
4. *Durrer, R.* : Die Metallurgie des Eisens. Berlin, 1943. 774.
5. *Visnyovszky L.* : Acélötvöző fémek és ferroötvözetek. Budapest, 1952. 244.
6. *Leitner, F. u. Plöckinger E.* : Die Edeltahlerzeugung. Wien, 1950. 150.
7. *Willners, Harry* : Jernkontorets Annaler. 1952. 445.

17. Ferrofoszfor

a) A foszforra vonatkozó fizikai, kémiai és metallurgiai adatok

Atomsúly	31
Fajsúly	1,82
Olvadáspont	44,1 °C°
Forrpont	280 °C°

A foszfor nem fém s a vaskohászatban általában káros szennyezőnek számít; s az acélból való eltávolítása több acélgyártási eljárás kifejlődését eredményezte.

A foszfor az acélban annak ridegségét, hidegtörésre való hajlamosságát okozza, s azért az acélban általában a foszfortartalmat legfeljebb 0,1%-ig tűrik. Az ú. n. automataacélban azonban a foszfor javítja az acél forgácsolhatóságát, mert apró forgácsot ad. Ilyen acélban a P-tartalom 0,15% is szokott lenni. Különleges acélban természetesen a foszfor maximális értéke sokkal kisebb.

Szürkeöntvényben ez a ridegtörési tulajdonság kb. 1% P-tartalomig nem érvényesül, sőt a szürkeöntvényeknek 0,3—0,5% P-tartalomnál legnagyobb a szilárdságuk.

A foszfor a vasötvözetek, sőt a fémötvözetek olvadáspontját csökkenti, azokat híg folyóssá teszi s azért vékonyfalú acél- és vasöntvényekben sokszor kívánatos bizonyos mennyiségű P-tartalom.

Acélöntvényeknél elvétele kívánatos a nagyobb P-tartalom, ha azoktól bizonyos ridegséget kívánunk. Így pl. régebben az acélöntésű lövedékeket nagyobb P-tartalommal állították elő, hogy szétrobbanásukkor nagyobb számú repeszdarabot kapjanak.

A foszfor ezenkívül fontos eleme a Thomas-acélgyártás nyersvasbetétjének, mert ez adja a folyamat véghezvitelére szükséges hőmennyiséget. Erről a II. A. fejezetben részletesen volt szó.

A foszfor adagolására mind a savanyú acélkemencébe, mind a kúpolóba vagy a lángkemencébe legalkalmasabb a Thomas-nyersvas vagy a luxemburgi minőségű szürkenyersvas, amelyek P-tartalma 1,5—2,0% között van.

Ha azonban ilyen nagy P-tartalmú nyersvas nem áll rendelkezésre vagy valami okból ezek nem adagolhatók, akkor a foszfor adagolására P-tartalmú vasötvözetet használnak.

b) A foszfor nyersanyagai és a foszforötvözetek előállítása

P-tartalmú nyersvas előállítására P-tartalmú vasércet használnak. Ezek legjellegzetesebb típusa a »minette«-érc, amelyről az I. részben már megemlékeztünk. Tekintélyes mennyiségben vannak nagy P-tartalmú vasérc a Szovjetunióban, a Kola-félszigeten. A foszfor a közönséges fúvós olvasztóban könnyen redukálódik és gyakorlatilag az érc összes P-tartalma a nyersvasba megy át.

Az ötvözésre használt ferrofoszfor készítésére nagy P-tartalmú ásványokat használnak. A természetben a foszfor apatit és foszforit ásványokban fordul elő.

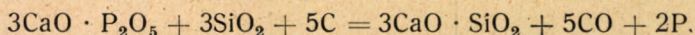
Apatit. Kétféle változata van: a fluorapatit $\text{Ca}_5\text{F} \cdot (\text{PO}_4)_3$ vagy a klórapatit $\text{Ca}_5\text{Cl} \cdot (\text{PO}_4)_3$. Keménysége 5. Fajsúlya 3,1—3,2.

Foszforit. Mészfoszfát $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2 = 3\text{CaO} \cdot \text{P}_2\text{O}_5$. Fajsúlya 3,2. Keménysége 5.

Nagy foszforelőfordulások vannak a Szovjetunióban a Kola-félszigeten, továbbá Észak-Afrikában, Algírban, Tuniszbán és Marokkóban. Az U. S. A.-ban Floridában, Idaho és Tennes környékén, India és a Csendes-óceán madárszigetein a guanofoszfatkészletek is sok millió tonnát tesznek ki.

A foszfort érceiből nagyolvasztóban vagy villamos redukálókemencében C-redukcióval savanyú salakkal állítják elő.

A redukció vegyi folyamata foszforit redukálásakor



Mivel a foszfor könnyen gőzölög, azért a redukálást zárt kemencében végzik, a gázokat felfogják s azokból a P_2O_5 -t villamos portalanítóban lecsapják. A szükséges vasat vasérc vagy vasforgács alakjában adják be.

1 tonna 20%-os ferrofoszfor előállításához a következők szükségesek:

Foszforit (70% P_2O_5 -tartalommal)	1800 kg
Kvarc	900 «
Vasérc	400 «
Koksz	660 «
Elektróda	60 «
Villamosenergia	6600 kWó

A ferrofoszfor szokványos összetétele:

20—25% P, 70—80% Fe, 1—5% Mn, 1—3% Si, 1,5% C.

A ferrofoszfor levegőn hosszabb idő múltán szétesik s mérges gázokat fejleszt, tehát óvatosan kell tárolni.

Ferrofoszfor helyett mangánérc adagolásával mangánfoszfort is készítenek, amelynek átlagos összetétele:

25% P, 7% Fe, 65% Mn, 1% Si, 2% C.

IRODALOM

1. *Mauritz—Vendl*: Részletes ásványtan. Budapest, 1942.
2. *Ullmann, F.*: Enzyklopädie der technischen Chemie. Berlin, 1931. VIII. 359.
3. *Houdremont, Ed.*: Sonderstahlkunde. Berlin, 1935. 525.
4. *Russ, E. F.*: Elektrowärme. 1932. 208.
5. *Durrer, R.*: Die Metallurgie des Eisens. Berlin, 1943. 822.
6. *Visnyovszky L.*: Acélötvöző fémek és ferroötvözetek. Budapest, 1952. 255.
7. *Leitner, F. u. Plöckinger, E.*: Die Edeltahlerzeugung. Wien, 1950.
8. *Jeljutyin, V. P., Pavlov, J. A., Levin, B. E.*: Proizvodstvo ferrosplavov. Moszkva, 1951. A ferroötvözetek gyártása. Budapest, 1953. 338.

18. Egyéb ötvöző fémek

A tárgyalt ötvözőfémeken és ferroötvözeteken kívül még elvétele néhány ritka fém is ajánlanak, sőt egyikét-másikat már ki is próbálták a vas-kohászatban.

a) Berillium

A berillium a legritkább könnyűfém.

Atomsúlya	9,02
Fajsúlya	1,86
Olvadáspontja	1285 C°
Forráspontja	2970 C°.

Legfontosabb ércelőfordulása a *berill*, $\text{Be}_3\text{Al}_2(\text{SiO}_3)_6$.

A berilliumnak igen nagy a vegyrokonsága az oxigénhez és a kénhez. Az összes elemek között a leghatásosabb dezoxidáló és kéntelenítő elem.

A legfontosabb berillium (smaragd) előfordulások vannak az Uralban, Észak-Amerikában, Brazíliában, Norvégiában, Spanyolországban.

Előállítása redukálással nem lehetséges. Ipari előállítása elektrolízissel történik fluorid- vagy kloridoldatból.

b) Nióbium és tantál

A két elem rendszeren egymás mellett fordul elő.

A nióbium atomsúlya ..	93,5
Fajsúlya	12,70
Olvadáspontja	1950 C°
A tantál atomsúlya ...	180,9
Fajsúlya	16,6
Olvadáspontja	2800 C°.

Legfontosabb ásványaik

kolumbit (nióbit)	FeNb_2O_6
tantalit	FeTa_2O_6 .

A két ásvány csak abban különbözik egymástól, hogy az egyikben a nióbium (kolumbit), a másikban a tantál (tantalit) van túlsúlyban.

Fontosabb előfordulási helyeik a Kóla-félsziget, Ausztrália, USA, Madagaszkár, Svédország, Spanyolország, stb.

A ferronióbiumot és a ferrotantált aluminotermás eljárással készítik s aszerint, hogy melyik fém van túlsúlyban, nevezzük ferronióbiumnak vagy ferrotantalnak.

Mind a nióbium, mind a tantál szénnel, alumíniummal vagy hidrogénnel könnyen redukálható.

A ferronióbium 50—60% nióbiumot és 10—20% tantált tartalmaz, a ferrotantál pedig fordítva, 50—60% tantált és 10—20% nióbiumot, de gyártanak olyan ötvözetet is, amelyben mindkét fém azonos mennyiségben van jelen.

A ferrotantál ugyanolyan súlyos ötvözet, mint a ferrovolfram. Fizikai tulajdonságai is nagyban hasonlítanak a ferrovolframéhoz.

Mind a nióbium, mind a tantál az utóbbi időben került a kohászat érdekkörébe. Mindkettőt a rozsdamentes acélokban a kristályközi korrózió megakadályozására lehet használni.

c) Urán

A ritka fémek közé tartozik.

Atomsúlya	238,7
Fajsúlya	18,7
Olvadáspontja	1689 C°.

Az urán fokozza az acél edzhetőségét és növeli a megeresztéssel szembeni ellenállást. Az uránacél gyakorlati felhasználásáról még kevés adat áll rendelkezésünkre. Ajánlották gyorsesztergaacélok ötvözésére, amelyben a volframot helyettesítené.

Legnagyobb uránércelőfordulás a Belga-Kongóban van. Az uránszurokércből termelik. A ferourán összetétele :

25—30% U, 2% Si, 1% C.

A ferouránt szénnel való redukcióval állítják elő. A tiszta fémet uránkloridból nátriumos redukcióval vagy uránfloridból elektrolízissel állítják elő.

Nagy ritkasága miatt a kohászatban eddig nem használták.

Az utóbb említett ferroötvözetek ritkaságuk és nagy áruk miatt a vas-kohászatban nagyobb elterjedésre alig számíthatnak.

IRODALOM

1. Klockmann—Ramdohr: Lehrbuch der Mineralogie. Stuttgart, 1954. 423, 434.
2. Mauritz—Vendl: Részletes ásványtan. Budapest, 1942.
3. Remy, H.: Lehrbuch der anorganischen Chemie. Leipzig, 1931.
4. Ullmann, F.: Enzyklopädie der technischen Chemie. Berlin, 1929. Bd. 4. 317.
5. Houdremont, Ed.: Sonderstahlkunde. Berlin, 1935. 550.
6. Durrer, R.: Die Metallurgie des Eisens. Berlin, 1943. 841, 850.
7. Leitner, F., Plöckinger, E.: Die Edeltahlerzeugung. Wien, 1950.
8. Visnyovszky L.: Acélötvöző fémek és ferroötvözetek. Budapest, 1952. 171, 172, 10, 246
9. Jeljutyin, V. P., Pavlov, J. A. Levin, B. E.: Proizvodstvo ferroszplavov. Moszkva. 1951. A ferroötvözetek gyártása. Budapest, 1953. 320.

III. A VASKOHÁSZATBAN HASZNÁLATOS SALAKKÉPZŐ ANYAGOK

Minden kohászati folyamatnál elengedhetetlen, hogy a salak megfelelő összetételű legyen egyrészt, hogy a kívánt kohászati folyamatok végbemehessenek, másrészt, hogy a salak kellő folyékonyságú legyen, s így a kemencéből könnyen lehessen eltávolítani. Hogy az egyes kohászati folyamatoknál ezen feltételeket milyen összetételű salakkal tudjuk megteremteni, arról ennek a könyvsorozatnak a nyersvasgyártást és az acélgyártást tárgyaló kötetében részletesen lesz szó.

Elsősorban fontos, hogy a salakban a bázisos és savanyú alkotók bizonyos arányban álljanak egymással. Ha a kívánt arány nincsen meg, akkor a hiányzó alkotókat pótolni kell.

A nyersvasgyártásnál a CaO/SiO_2 viszonya átlagban 1—1,4 legyen, míg az acélgyártásnál ennél sokkal bázisosabb salak szükséges; itt a CaO/SiO_2 viszonya átlagban 1,8—3 között van.

A vaskohászatban, mégpedig mind a nyersvasgyártás, mind az acélgyártás, mind pedig a vasöntödei olvasztás területén ma az a helyzet, hogy túlnyomórészt bázisos anyagokat kell pótolni, vagy mint eléggé elterjedten, de hibásan mondani szokták »hozagolni«, hogy a salak a rárótt feladatokat teljesíteni tudja.* A vaskohászatban a legelterjedtebb bázisos salakképző a mészkő, az ebből égetett mész, elvétele a dolomit, folypát, a bauxit és a frissítő érc.

1. Mészkő

A mészkő a Föld kérgében, mint azt a bevezetésben láttuk, elég nagy mennyiségben, megfelelő minőségben van jelen, és termelése is aránylag olcsón történhetik.

A mészkő alapanyaga a méspát, kalcit, CaCO_3 , amely 56% CaO -t és 44% CO_2 -t tartalmaz. A kalcit keménysége 3, fajsúlya 2,6—2,8.

Szennyezés folytán változik a fajsúlya, agyag vagy kvarc csökkenti, dolomit, aragonit (a CaCO_3 rombusz módoszata) növeli. A mészkő tisztaságáról gyorsan és elég megbízhatóan tájékozódhatunk úgy, hogy azt hígított sósavval leöntjük, amikor is a kalciumkarbonát CO_2 fejlődése közben oldódik, míg az oldhatatlan szennyeződés visszamarad.

* A nem jól hangzó »hozag« szó helyett ajánlották és sokan használják is a »pótlékanyag« kifejezést. E könyv szerzője evvel nem ért egyet, mert szerinte nem pótló, hanem elengedhetetlenül szükséges anyagokról van szó, amelyek segítsége nélkül a szóbanforgó feladatokat elvégezni nem tudjuk. Ezért ajánlotta a »salakképző« elnevezést, ami a pótlékanyaggal szemben ugyan nem sokkal látszik jobbnak, de ebben a könyvben mégis mindkettőt használjuk, hogy a »hozag« szót segítségük kiküszöbölje. (Szerk.)

Kohászati szempontból megköveteljük, hogy a mészkeő legalább 52% CaO-t tartalmazzon. Nem kívánatos szennyezők elsősorban a kovasav (SiO_2), mert ennek elsalakosítása bizonyos mennyiségű CaO-t köt meg, azaz a mészkeő szabad CaO-tartalmát csökkenti. Nem kívánatos szennyező a pirit, FeS_2 , a kén miatt, valamint az agyag, Al_2O_3 , mert ez a salak mennyiségét fölöslegesen növeli. A mészkeő szerves anyagokkal, mint bitumennel, grafittal, szénnel is szennyezett lehet, de ezek annak kohászati felhasználását nem befolyásolják. A vastartalom nem káros, ha az nem pirit alakjában van jelen. A mészkeő káros szennyezője a gipsz (CaSO_4). A mészkeő S-tartalma ne legyen több 0,10%-nál.

A mészkeő túlnyomó része tengeri származású, van azonban a szárazföld belsejében képződött mészkeő is (forrásvízi vagy édesvízi mészkeő, mésztufa vagy travertino, továbbá a hegyi kréta). A mészkeő rendszerint jól rétegezett, néha tömeges, néha erezett.

A mészkeő kohászati szempontból fontos fajtái:

a) *Kristályos mészkeő a márvány* (Marmarein = csillog, fénylik). A kalcit-szemcsék szabadszemmel is jól láthatók. A fény bizonyos mélységig behatol a márványba s a kalcitkristályok hasadási lapjain visszaverődik. Ezért a csiszolt márványfelület valósággal sugárzik attól a fénytől, mely róla és belőle visszaverődik.

Különböző anyagok szennyezhetik, ami színváltozást okoz. Szürkés, kékes, feketés színárnyalat grafit, szén, bitumentől ered, a vörös szín vasoxid-, a barna szín pedig vashidroxidszennyezés eredménye.

Kohászati célokra a márvány felhasználható, ha különben a fenti követelményeknek megfelel.

b) *Tömött mészkeő*. Legtöbbször jól csiszolható s ezért ezt is gyakran márványnak nevezik. Fontosabb magyarországi előfordulásai: Piszke (Esztergom megye) vörösszínű, Siklós (Baranya megye) nyers kávészínű, Bükkösd (Baranya megye) barnásszínű mészkeő.

c) *Durva mészkeő*. Többé-kevésbé porózus, kövületes (őssallatok, kagylók, stb. maradványait tartalmazza). Színe fehér vagy sárgásfehér. Ezek a mészkeők néha homokosak, ezekre kohászati szempontból ügyelni kell.

Kohászati célra hazánkban mészkeő korlátlan mennyiségben és kiváló tisztaságban található. Nagy mészkeőelőfordulások vannak a Bükkben, a Mátrában, a Bakonyban, Pilis-hegységben.

Az alábbiakban közöljük néhány, a hazai vaskohászatban használt mészkeő havi átlagban talált összetételét.

	CaO	MgO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CO ₂
	%					
Felnémét	54,94	1,23	0,14	0,11	0,17	43,35
Szalonta	54,84	0,77	0,57	0,41	0,26	42,96
Szilvásvár	55,04	0,78	0,31	0,22	0,20	42,95
Tornanádaska	55,24	0,64	0,19	0,16	0,31	42,91
Tornaszentandrás	55,04	0,86	0,41	0,36	0,69	42,58
Bélapátfalva	53,78	0,22	0,74	0,36	1,31	—

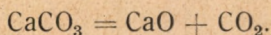
A világ kohászata 1948-as adatok alapján évente kb. 100 millió tonna mészkövet használ el.

IRODALOM

1. *Mauritz—Vendl*: Részletes ásványtan. Budapest, 1942.

2. Égetett mész

Ha kalciumkarbonátot, CaCO_3 -t, kb. 900 C°-on hevítünk, akkor az szétbomlik CO_2 gázfejlődés mellett a következő vegyi folyamat szerint:



1 kg kalciumkarbonát szétbontásához 425,2 kcal szükséges. Mivel a kalciumkarbonát 56% CaO -t és 44% CO_2 -t tartalmaz, azért 1 kg CaO képzéséhez 760 kcalra van szükség.

Ezek a számok természetesen csak tiszta kalciumkarbonátra érvényesek. A természetben előforduló mészkövek azonban több-kevesebb szennyezőt és másfajta karbonátokat is tartalmaznak, s ezek disszociációs hője megváltoztatja a szükséges hőmennyiséget.

A mészkövet tehát legalább 900 C°-ra kell felhevíteni, vagy mint mondani szokták, égetni. Az »égetés« szó nem fejezi ki helyesen a végbemenő folyamatokat, mert hiszen esetünkben semmiféle oxidációs, égési folyamat nincsen. De mivel a közhasználatban már nagyon régen begyökerezett ez a szó, ezért mi is ezt fogjuk a továbbiakban használni.

a) A mész égetésére használatos kemencefajták

A mész égetésére az idők folyamán többféle kemencetípus fejlődött ki.

Erdei mészégetés gödrökben, vermekben

Ez a legrégebbi mészégetési eljárás. Megfelelő gödröket, vermeket készítenek, ebbe rakják be a mészkődarabokat. A fűtés hulladékfával történik. Az eljárás több ezer éves, de erdős vidéken elvétve még ma is végzik, ahol a sok hulladékfát másképpen értékesíteni nem tudják.

Kétségtelenül ez adja a legjobb égetett meszet. A fa hamuja nem érintkezik a mésszel, tehát nem szennyezi azt, s ami a legfontosabb, az így égetett mész kénben a legszegényebb. Vaskohászati célra ma már nem használják. Nem mintha nem felelne meg, sőt nagy tisztasága miatt igen kívánatos is lenne, de a vaskohászatban szükséges mennyiségeket ma már a nagy fahiány miatt így termelni nem is lehetne.

A körkemence

Szerkezetét ismertnek feltételezzük. Központos kémény körül kör, vagy inkább elliptikus alakban kamrák vannak elhelyezve. A munka menete a következő.

Egy berakott kamrát fűtenek. A füstgázok a következő, éppen berakott kamrán vonulnak át, annak tartalmát előmelegítik s abból kéményszelepen át jutnak a kéménybe. A tüzelő elégéséhez szükséges levegőt pedig az előbb kiégett kamrán húzzák át, minek folytán a levegő előmelegszik, ugyanakkor a kamra tartalma lehűl. A többi kamrát ürítik, illetve megrakják.

Ha a kamra teljesen átégett, akkor a tüzelést az előbb előmelegített kamrában kezdik meg, a levegőt pedig az előbb fűtött kamrán húzzák át. A füstgázokat pedig a közben újonnan megrakott kamrán vezetik át, ürítésre pedig az előbb lehűtött kamra kerül. A munkamenet így megy tovább, mint látható, a körkemence üzeme szakaszos.

Körkemencék fűtésére szilárd tüzelőanyagokat, gázokat és folyékony tüzelőt használnak. Nagyolvasztó közelében felállított mészégetőkemencéknél a fűtésre torokgázokat használnak.

Helyes üzemű körkemencék hatásfoka elég jó, 40—50%. Szilárd tüzelőanyag használatakor 6000 kcal fűtőértékű szén alapulvételével a szénfogyasztás 180—270 kg/t égetett mész. Hazai barnaszenekkel fűtött mészégető körkemencék tüzelőanyagfogyasztása 400—600 kg/t égetett mész. Korszerű körkemencék 24 órai teljesítménye 100—200 t égetett mész.

Nagy hátránya a körkemencéknek, hogy mind a kamrák töltését, mind kiürítését gépesíteni alig lehet s ennél fogva a töltés és kirakás sok munkaerőt vesz igénybe. Az égetett mész minősége igen jó.

Gáztüzelésű körkemencéknél valamivel kevesebb a munkaerőszükséglet, mert hiányzik a szilárd tüzelővel való bajlódás. A mész kevesebb kén, 0,13—0,15%-ot tartalmaz, a széntüzelésű kemencék 0,40% S-tartalmával szemben.

Az aknás kemence

Tűzállóanyaggal kifalazott lemezköppennyel burkolt kemence, bizonyos tekintetben hasonlít a vasnagyolvasztóhoz és nagyjából azonos az adagolási rendszere is. Az újabb és nagyobb kemencék méretei alig kisebbek, mint egy kisebb méretű nagyolvasztó méretei.

Az 50—100 mm nagyságú mészkövet 10—20 mm nagyságú kokszhulladékkal keverik s így adják fel a torkon.

Az adagolás módja nagyjában egyezik a nagyolvasztóéval. Ha a terep lehetővé teszi, akkor a torkot híd köti össze az anyagtérrel s az anyagokat ezen tolják a torokra, vagy pedig az ismert buktatóvödrös adagolást (skipp-adagolás) alkalmazzák. Függőleges felvonót már nem igen használnak. A kész égetett meszet azután az akna alján levő nyílásokon távolítják el. Újabban mechanikai kihordót alkalmaznak.

A kokszt hamuban lehetőleg szegény, legfőképpen pedig kénben szegény legyen, mert a S-tartalmat a mész felveszi.

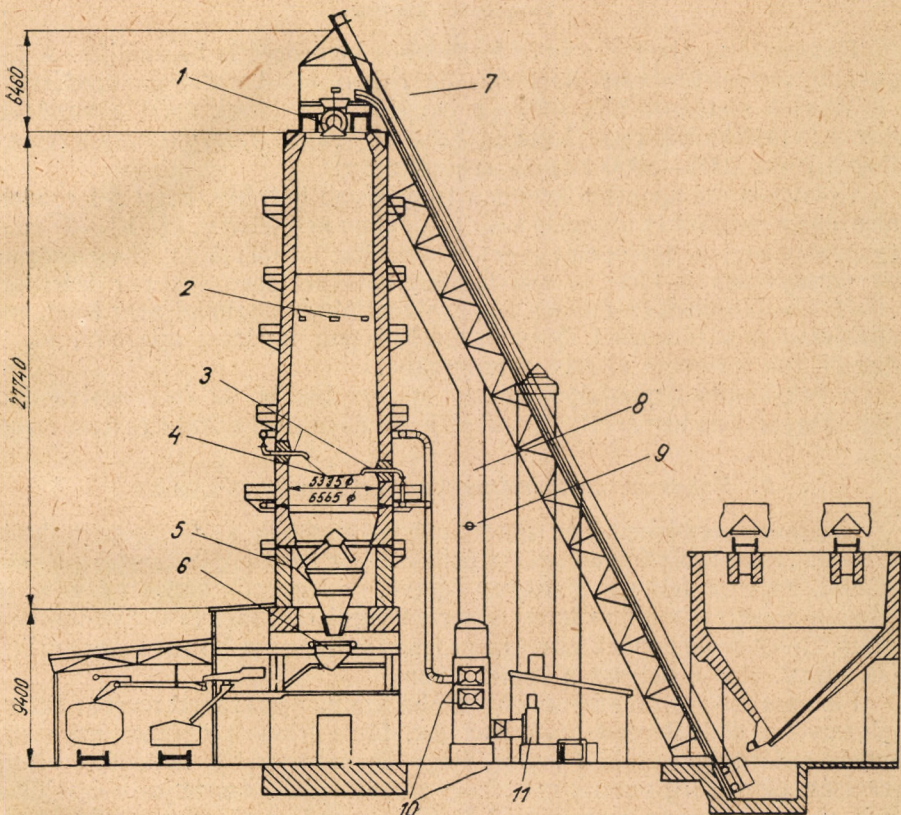
Koksszal fűtött aknaskemence teljesítménye 24 órában 50—100 t égetett mész.

Aknaskemencében a szilárd tüzelőanyagfogyasztás — ha jó minőségű a kokszt —, kb. 20%-a az égetett mésznek, de vannak ennél jobb adatok is. A hatásfok általában véve 55—70% ; nagy kemencéknél, amelyeknek 24 óránkénti termelése 155—170 t égetett mész, a hatásfok a 80%-ot is elérte.

Szilárd tüzelővel fűtött aknaskemencék mellett azonban mind jobban elterjednek a gáztüzelésű kemencék. A fűtésre generátorgázt, földgázt, kamragázt, kevertgázt vagy nagyolvasztó torokgázokat használnak. A kohászati fel-

használás szempontjából elsősorban a torokgázfűtésű aknás mészégetőkemencék érdekesek.

A gázt az akna alsó részének kb. $\frac{1}{3}$ magasságában külön égőkön vezetik be és égetik el. A fűtőgázt rendszeren vascsöves rekuperátorban előmelegítik, amelynek fűtése a torokgázok fizikai melegével történik. Az égési levegőt az akna alsó részén a már kiégett mészen vezetik át, minek folytán előmelegszik. A képződött füstgázok pedig felfelé haladva előmelegítik a mészkövet.



39. ábra. Torokgázfűtésű aknás mészégető kemence
1. füstgázvezetés, 2 megfigyelő nyílások, 3 gázégők, 4 gázbeömlés, 5 levegő beáramlás, 6 mozgó tölcser, 7 adagoló, 8 füstgázvezeték, 9 szabályozó csappantyú, 10 rekuperátor a fűtőgázok előmelegítésére, 11 légtelenítő

A torokgázzal fűtött aknás mészégetőkemencénél mind az adagolás, mind a kihordás teljesen gépesített, s egy kemence kiszolgálásához általában 1—2 emberre van szükség.

A tüzelőanyagfogyasztást illetően a következőket közölhetjük:

A gázfogyasztás 600—760 Nm³/t mészkő vagy 1100—1400 Nm³/t égetett mész kb. 900 kcal/Nm³ fűtőértékű gáz alapulvételével.

A hőfogyasztás ennek megfelelően 550—680 kcal/kg mészkő vagy 1000—1250 kcal/kg égetett mész.

A tüzelési hatások 55—70%.

Összes energiafogyasztás a mechanikai berendezésekre kb. 7,5—8 kWó/t égetett mész.

A 39. ábra korszerű, nagy teljesítményű torokgázzal fűtött mészégető-kemencét ábrázol. A kemence teljesítménye 24 órában 145 t égetett mész, hőfogyasztása 1020—1200 kcal/kg égetett mész. Fontos, hogy az így égetett mész S-tartalma 0,070—0,100% között van.

Forgódobos kemence

Mészégetésre elvétele még a forgódobos kemencét is használják. A fűtés leginkább szénportüzeléssel történik, de ritkán találkozunk gáztüzeléssel is.

Mivel a füstgázok elég melegen hagyják el a dobót, azért a forgódobos kemence hatásfoka elég rossz, legfeljebb 25—35%. Energiafogyasztása is tetemes. Hőfogyasztása 2000—3000 kcal/kg égetett mész.

Kohászati szempontból azonban legnagyobb hátrány, hogy a forgódobos kemencébe a mészkövet aránylag kis darabokban kell feladni, kb. 10—40 mm-es nagyságban, hogy az égetés elég gyorsan történjék. Ebből adódik, hogy az égetett mész darabossága is kicsi, a dob forgása következtében sok por keletkezik. Az ilyen kis darabosságú meszet a nagyolvasztóban használni nem lehet, mert akadályozza a gázáramlást, SM-kemencében sem tanácsos adagolni, mert a füstgázok sok meszport visznek a kamrákba.

A forgódobos kemencében égetett meszet inkább az építőiparban használják. Forgódobos kemencék 24 órai teljesítménye eléri a 200-t égetett meszet.

b) Kohászati követelmények az égetett mésszel szemben

Kohászati szempontból az égetett mésszel szemben a követelmények részben mások, mint az építőiparban. Az építkezéshez felhasználandó mésztől megkövetelik, hogy az teljesen át legyen égetve, ne legyenek benne nyers részek. A teljesen átégetett mész azonban könnyen porrá esik szét és nedvességet szív magába. Építkezésnél ennek nincs nagy jelentősége, mert hiszen a meszet úgylis oltják vízzel. Más a helyzet a kohászatban.

Finomra szétesett meszet az olvasztóba feladni nem szabad, mert az eltömné az olvasztót s akadályozná a gázáramlást. De a feladott darabos mésznek is bizonyos szilárdságúnak kell lennie, hogy az anyagoszlop nyomását kibírja. A szétesést úgy akadályozzuk meg, hogy a mészkövet nem teljesen égetjük át, vagyis abban bizonyos mennyiségű CaCO_3 marad, ami mintegy összetartja a meszet s így módon annak bizonyos szilárdságot is kölcsönöz.

Nagyolvasztóban való felhasználásra szánt égetett mésznek a következő tulajdonságúnak kell lennie:

Szilárdság	lehetőleg nagy
Kiégetés mértéke, CaO-tartalom	95—75%
Izzítási veszteség, CO_2	6—25%
Súlytényező/mészkő:	
légetett mész ...	1,3—1,6
Kéntartalom	0,15%.

Az acélműi égetett mésztől elsősorban azt követeljük, hogy vegyileg tiszta legyen és különösen SiO_2 , Al_2O_3 legyen benne kevés, mert ezek szabad CaO-t

kötnek meg és növelik a salak mennyiségét. Összetétele a következő legyen :

max. 3%, de lehetőleg 1% alatt ...	SiO_2
max. 1,5%	Al_2O_3
max. 3%	MgO
max. 0,15%	S.

A hazai mészkövekből égetett mész általában megfelel ennek a követelménynek.

A mész legyen jól átégetve, de ne legyen agyonégetve, mert akkor a mészdarabok felületén üvegszerű kéreg képződik s ez rontja a mész akcióképességét. Ez akkor következik be, ha az égetés 1050°C -nál nagyobb hőfokon történik.

Az acélműi égetett mésznek még a következő tulajdonsága legyen :

Kiégetés mértéke, CaO-	
tartalom	90—95%
Izzítási veszteség	1,5—4%
Súlytényező/mészkő:	
égetett mész ...	1,7—1,8%.

Rosszul égetett mész kedvezőtlenül befolyásolja az acél tulajdonságait s a konverterben növeli a kidobást.

Említettük, hogy a kén tartalom lehetőleg kicsi legyen benne, mert úgyis sok kén kerül más oldalról az acélfüldőbe. Mivel mészköveink általában kénben szegények, a kén az égetésnél a tüzelőből kerül a mészbe. Éppen a torokgázokkal égetett mész előnye annak kénmentessége, mivel a torokgázok ként nem tartalmazznak. A torokgázokkal égetett mész S-tartalma mindig kisebb 0,15%-nál. Ezért az ilyen mész kohászati lag mindig értékesebb, mint a szilárd tüzelővel égetett mész.

Előnye még a torokgázzal égetett mésznek az is, hogy a koksszal égetettnél mindig nagyobb a kokszzhamuból adódó kavasavtartalom, amely pedig tudvalevőleg a szabad CaO egyrészét leköti.

IRODALOM

1. *Mauritz—Vendl*: Részletes ásványtan. Budapest, 1942.
2. *Baumgartner, E.*: Stahl und Eisen. 1934. 509.
3. *Guthmann, K.*: Stahl und Eisen. 1938. 1305.
4. Anhaltzahlen für die Wärmewirtschaft. Düsseldorf, 1947.
5. *Guthmann, K.*: Radex-Rundschau. 1952. 141.

3. Dolomit

A dolomit, mint ásvány a $(\text{CaO}, \text{MgO}) \text{CO}_2$ kettős sók elegye. Ezen összetételnek 54,35% CaCO_3 és 45,65% MgCO vagy 25,40% CaO és 21,74% MgO felel meg.

Mint kőzet azonban változó összetételben fordul elő, rendszeren több kalciumkarbonátot és kevesebb magnéziumkarbonátot tartalmaz, és így fokozatosan jutunk a dolomitos mészkőhöz.

Keményisége 3,5—4, fajsúlya 2,85—2,95. Ezen értékei tehát valamivel nagyobbak, mint a mészkőé.

Első tekintetre hasonlít a mészkőhöz. Törése gyengén kagylós, rideg, színé néha áttetsző, többnyire azonban zavaros, sárgás, sárgásbarna, gyakran repe-dezett.

A dolomit mind durva, mind finom kristályos szerkezettel fordul elő. A fehér szemcsés dolomitot sokszor dolomit-márványnak is nevezik.

A dolomit szennyezői nagyjából ugyanazok, mint a mészkőé, kohászati szempontból lényeges, hogy ként semmiféle alakban ne tartalmazzon.

A dolomitnak a vaskohászatban kétféle felhasználása van.

a) A nagyolvasztóban a mészkő egyrészét sokszor dolomittal helyettesítik. Erre a célra nagyobb mésztartalmú, ú. n. dolomitos mészkövet használnak.

A nagyolvasztóban különösen ferromangán gyártásakor alkalmaznak tiszta dolomitot azért, hogy a salak nagy MgO-tartalma a Mn tökéletesebb redukcióját biztosítsa. Egyik hazai kohómű nagyolvasztójában használt lilla-füredi dolomit összetétele a következő :

31,86% CaO, 21,26% MgO, 0,31% SiO₂, 0,31% Al₂O₃, 0,33% Fe₂O₃.

b) Ennél sokkal fontosabb a dolomit mint tűzálló anyag felhasználása az acélgyártásban. Ezt itt csak megemlítjük.

A dolomitot égetik, vízmentes kátránnyal keverik és bázisos szélfrissítő konverterek oldalfalának és fenekének bélelésére használják. Vagy pedig vízmentes kátránnyal keverve bázisos belésű Martin- és elektrokemencék fenekének s esetleg oldalfalainak kidöngölésére s azok állandó javítására használják. Az utóbbi célra sokszor csak szárazon, kátrány hozzákeverése nélkül is használják. Sokszor a magnézit döngölőmasszához is kevernek égetett dolomitot, mert ennek folytán az könnyebben zsugorodik össze.

A kemence javítására használt dolomitban 3—4% kovásvannál ne legyen több, de a jó összesülés céljából 3% alumíniumoxidot és vasoxidot tartalmazhat.

A dolomit a Föld kérgében kimeríthetetlen mennyiségben van jelen. Hazánkban nagyon elterjedt, különösen a tömött szerkezetű. A budai hegyekben a Vértesben, Bakonyban és a Bükkhegységben nagy tömegekben fordul elő.

IRODALOM

1. *Mauritz—Vendl*: Részletes ásványtan. Budapest 1942.

4. Folypát

Vegyí összetétel CaF₂. Keménysége 4, fajsúlya 3,01—3,25, olvadáspontja 1932°.

A tiszta ásvány üvegfényű, gyakran nedves üvegéhez hasonló fényű, jól kiképzett kristályokban fordul elő.

Az egészen színtelen ásvány azonban ritka. Sokkal gyakoribbak a színezett kristályok, melyek lila, zöld, sárga, kék, piros, stb. színekben fordulnak elő. A színeződés oka még nincsen teljesen felderítve.

Igen valószínű magyarázat az, hogy azt a kristályokban levő organikus szénhidrogének okozzák, mert a színes darabok izzítás következtében elszíntelenednek.

A tiszta folypátkristály CaF₂-tartalma 98,8—99,2%. A nyers ásvány CaF₂-tartalma azonban csak 70—85% között van, bár vannak olyan folypátok, melyek 96% CaF₂-t is tartalmaznak.

A vaskohászatban a folypátot elsősorban bázisos acélkemencében, a salak folyósítására használják. Ezenkívül sokszor kúpolókemencében is adagolják a mészke egy részének helyettesítésére. Elvértve nagyolvasztóba is adagolják.

A vaskohászatban való felhasználásánál fontos követelmény, hogy CaF_2 -tartalma legalább 90% legyen, amit sokszor csak előzetes mosással tudnak elérni.

Kohászati célra a folypát csak akkor alkalmas, ha nem tartalmaz olyan szennyezőket, melyek a vas vagy acél minőségére káros hatással vannak. Ne legyen benne réz, mely rézkovand, kalkopirit (CuFeS_2) alakban, vagy ólom, mely ólomfényle, galenit (PbS) alakban szokott előfordulni a folypátban. Kovasavtartalma sem lehet nagyobb 5%-nál, mert különben a salak bázisosságát rontja. A francia előírás pl. a kohászati célra felhasználandó folypatra a következőket írja elő:

min. 80—85% CaF_2 , max. 5% SiO_2 .

A folypát gyakori kísérője a barit vagy súlypát, BaSO_4 . Kéntartalma miatt általában nem kívánatos anyag a kohászatban, bár a nagyolvasztóban S-tartalma nem megy át a vasba, hanem mint BaS a salakba kerül. A barit különben a salak olvadáspontját növeli.

A világ folypáttermelése 1948. évi adatok szerint kb. 600 000 tonna, mely a következőképpen oszlik meg. 1. U. S. A. évi termelése 200 000 t. Leggazdagabb lelőhelyei Illinois és Kentucky államban vannak. 2. Németország évi termelése 150 000 t. Lelőhelyei a rajnai Pfalz, Fekete erdő és Thuringia. 3. A Szovjetunió évi termelése kb. 100 000 t. 4. és 5. helyen van Anglia és Franciaország évi 50 000—50 000 t termeléssel. A többi egyéb kisebb országok termeléséből adódik.

A folypát egyéb (üveg, optikai, kémiai) ipari felhasználásával itt nem foglalkozunk.

IRODALOM

1. Mauritz—Vendl: Részletes ásványtan. Budapest, 1942.

5. A bauxit mint salakképző

A bauxit az alumíniumgyártás kiinduló alapanyaga. Mintegy 50—60% Al_2O_3 -t tartalmaz, vasoxidot barnavasérc alakjában, továbbá titánoxidot, kovasavat és vizet.

Az acélkemencében a salak folyósítására a bauxitot is használják folypát helyett olyan országokban, ahol nincsen folypát, így hazánkban is. Ilyen célra lehetőleg titánban szegény s olyan bauxit alkalmas, amelynek kovasavtartalma nem nagyobb 5%-nál.

A bauxit aránylag sok vizet, néha 20%-ot is tartalmaz. Ezért az acélkemencében való felhasználás előtt mindig kell szárítani, sőt kiizzítani, hogy vizét elvesztse. Ismeretes, hogy az acélkemencében mindenféle vizes betétnek igen káros hatása van.

A bauxitról, mint a nagyolvasztó betétanyagáról könyvünk I. részében részletesen szó volt.

6. Frissítő érc

Az acélgyártás egyik legfontosabb pótlékanyaga a frissítő érc, melyre akkor van szükség, ha a láng oxidáló hatása nem elegendő a betétben lévő szennyezők oxidálására. Martin-kemencéknél ez akkor fordul elő, ha a betétben a

nyersvashányad a 30—35%-ot meghaladja. Villamos kemencénél, mivel abban nincsenek oxidáló gázáramlások, ez már 10—15% nyersvashányadnál bekövetkezik.

A frissítő ércnek elsősorban nagy oxigéntartalmúnak kell lennie. Ezt csak nagy Fe_2O_3 -tartalom biztosítja. A tiszta Fe_2O_3 70% vasat és 30% oxigént tartalmaz. A frissítő ércnek ezt lehetőleg meg kell közelítenie. Vannak olyan frissítő ércek, amelyeknek vastartalma 60—70%. A Fe_2O_3 -tartalom mellett még a benne levő FeO -nak van jelentősége, ebben azonban az oxigénmennyiség csak 22%, s a vastartalom 78%.

A frissítő érc értékét nagyon rontja SiO_2 -, P_2O_5 - és Al_2O_3 -tartalma, mert ezeket külön kell mésszel elsalakosítani. Így pedig növekszik a kemencében a salak mennyisége, ami viszont megnehezíti a hőátadást a láng és a fürdő között és lassítja a kohászati folyamatok véghezvitelét. A frissítő érc P-tartalma ne legyen nagyobb 0,05%-nál, a kovásvartartalom pedig 5%-nál.

Frissítő ércként legjobban megfelelnek a magnetitok és némely igen dús hematitércek. Az érc lehetőleg darabos legyen, hogy a salakban alámerülve, az acélfürdővel gyorsan érintkezésbe kerüljön. A frissítés szempontjából a finomszemcsézetű érc nem lenne különösebben hátrányos, ha a Martin-kemence adagolásánál a kemencében uralkodó erős gázáramlás sokat magával nem rántana belőle a kamrába. A finomszemcsézetű ércet ezért előbb darabosítani kell. Elektrokemencébe, ahol nincsen gázáramlás, nyugodtan adagolhatunk mind a fenékre, mind a salakra finomszemcsézetű ércet.

Jó frissítő mágnesvasérc összetétele :

69,2% Fe_2O_3 , 26% FeO , 2,8% SiO_2 , 0,6% Al_2O_3 , 0,5% CaO , 0,5% MgO ,
0,24% P_2O_5 .

Ezen érc 100 kg-jában rendelkezésre álló oxigén mennyisége :

69,2 kg Fe_2O_3 -ban		20,76 kg
26 kg FeO -ban		5,73 «
Összesen		26,49 kg.

Frissítésre alkalmas még a kovács- és hengerreve. Vasoxigénvegyületekben elég gazdagok, tehát frissítésre nagyon megfelelnek. Használatukkor azonban két körülményre kell tekintettel lenni. A kovácsreve, különösen pedig a hengerreve a hengerek vízűtése következtében mindig sok nedvességet tartalmaz, márpedig nem kívánatos, hogy nedvesség a kemencébe kerüljön.

A reve a kemencék fűtésére használt barnaszén nagy S-tartalma következtében a fűtő- és füstgázokból tetemes mennyiségű ként vesz fel s ez azután átmegy az acélfürdőbe.

A revét tehát előbb jól ki kell szárítani, de ajánlatosabb inkább a nagyolvasztóba feladni.

IRODALOM

1. Mauritz—Vendl : Részletes ásványtan. Budapest, 1943.
2. Klockmann—Ramdohr : Lehrbuch der Mineralogie. Stuttgart, 1954.
3. Pavlov, M. A. : Metallurgija csuguna. Moszkva, 1948. Metallurgie des Roheisens, Berlin, 1952.

