

63.177

3

A MARTIN-ACÉLGYÁRTÁS

írta

Cotel Ernő

a József Nádor Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem nyilvános tanára,
az Országos Felsőoktatási Tanács és a Természettudományi Tanács tagja,
v. vas- és acélgyári igazgató.

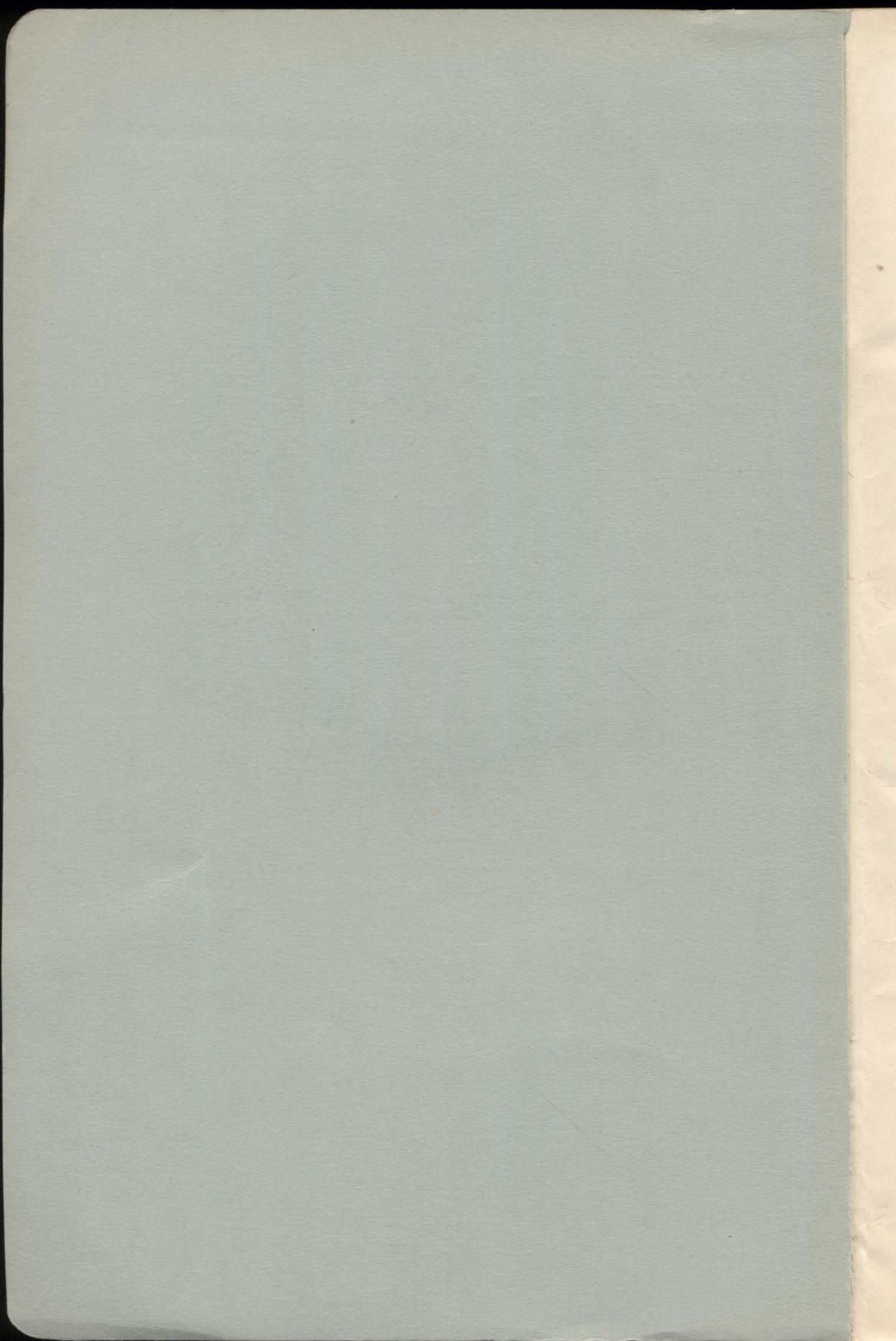
55 ábrával és 12 táblázattal.

Kiadja

a József Nádor Műegyetem Bánya-, Kohó- és Erdőmérnöki Karának
Könyvkiadó Alapja.

S O P R O N

1937



A MARTIN-ACÉLGYÁRTÁS

írta

Cotel Ernő

a József Nádor Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem nyilván. r. tanára,
az Orsz. Felsőoktatási Tanács és a Természettudományi Tanács tagja,
v. vas- és acélgyári igazgató.

55 ábrával és 12 táblázattal.

Kiadja

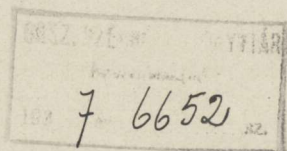
a József Nádor Műegyetem Bánya-, Kohó- és Erdőmérnöki Karának
Könyvkiadó Alapja.

S O P R O N

1937



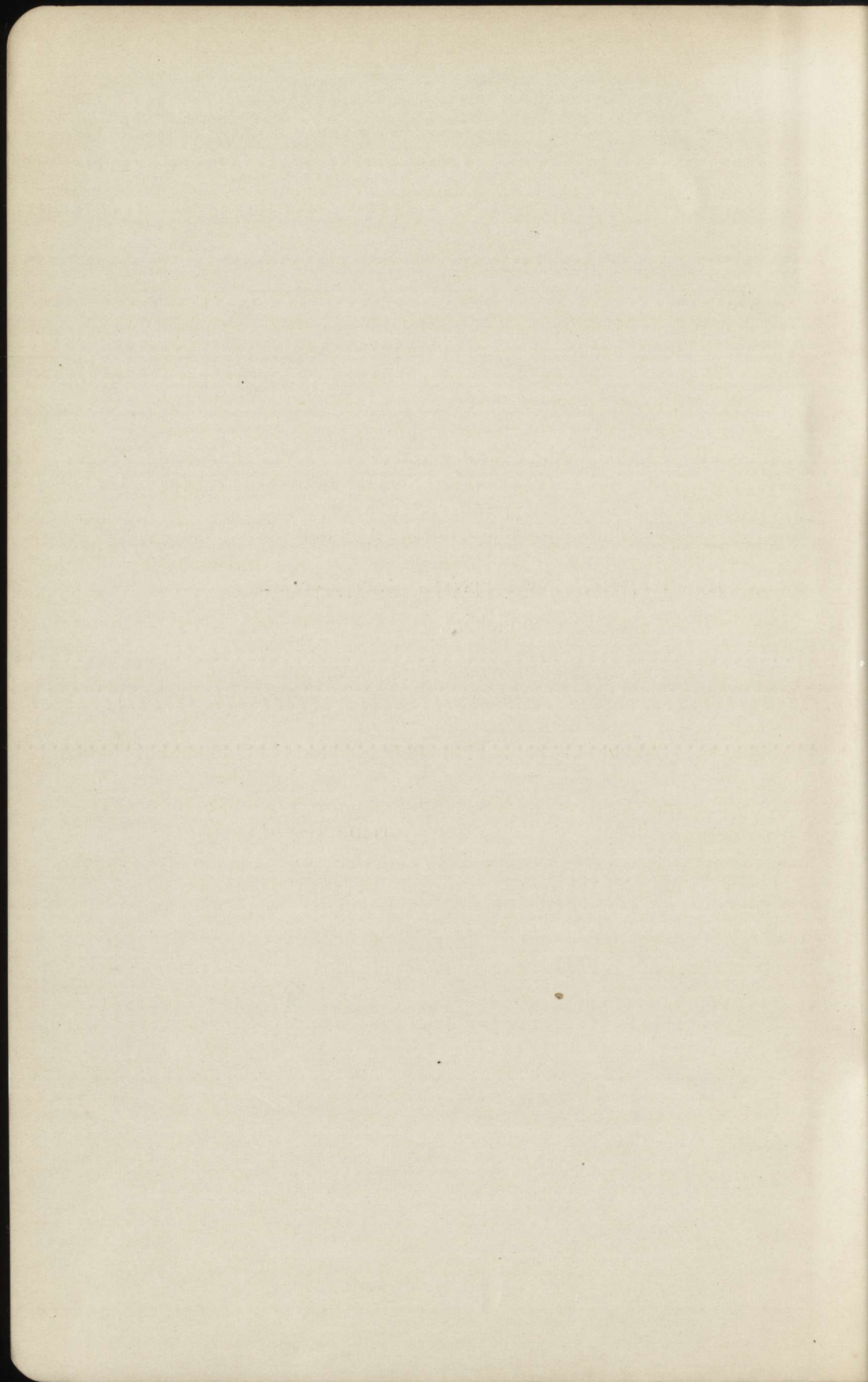
63177



NYOMTATTÁK: RÖTTIG-ROMWALTER NYOMDA BÉRLŐI SOPRONBAN

A vaskohászat világhírű magyar tanárának,
id. krassai Kerpely Antalnak
emlékére,
születésének századik évfordulóján.





Előszó.

A Martin-acélgyártással foglalkozó, Németországban megjelent könyvem — Der Siemens-Martin-Ofen, O. Spamer-Verlag. Leipzig, 1927 — kiadása óta eltelt tíz esztendő alatt az acélgyártás terén lényeges haladás mutatkozik. A József-Nádor-Műegyetem bánya-, kohó- és erdőmérnöki karának könyvkiadó alapja lehetővé tette, hogy ezt a haladást hallgatóim számára magyar könyv alakjában is hozzáférhetővé tehessem. Német kiadóm is igen előzékeny módon adta meg számomra a magyar kiadás jogát.

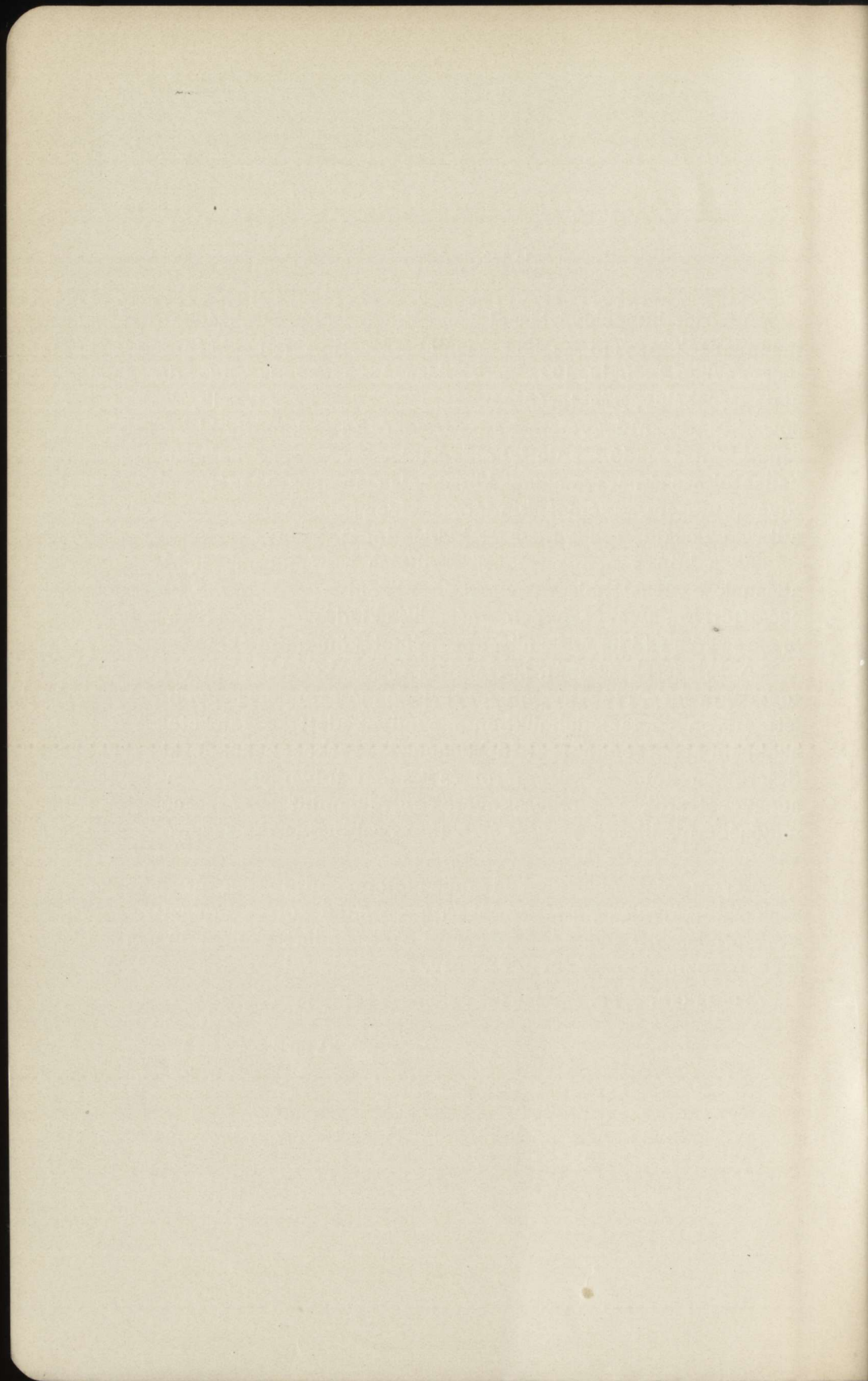
Ez a könyv nem egyszerű fordítása a németországi kiadásnak — legalábbis nagy részében nem az —, hanem kiegészített magyar szövegű második kiadása „Der Siemens-Martin-Ofen“ című német könyvemnek.

A fejezetek számát, sorrendjét és szerkezetét nem változtattam meg. Néhány fejezet terjedelme azonban nagyobb lett. Ilyen — terjedelmükben megnövekedett — fejezetek azok, amelyekben a Martin-kemencék szerkezetének fejlődéséről, a kemence üzeméről és kémiai folyamatairól, az adagvezetésről, a nyersvaskeverőkről, valamint a kész acél minőségéről, illetőleg az acél legfontosabb tulajdonságairól van szó.

Diószeghy Dániel műegyetemi adjunktus úr a szükséges rajzok elkészítésével és a nyomdai korrektura szíves vállalásával nagy segítségemre volt, amiért ezen a helyen is őszinte köszönet illeti meg.

Sopron, 1936, november hó.

A szerző.



Tartalomjegyzék.

	Oldal
1. Bevezetés. Az acél fogalma. A Martin-acélgyártás és a Martin-kemence gondolatának keletkezése	1
2. A Martin-kemence szerkezetének fejlődése	5
3. A Martin-kemence tüzelőanyagai	22
4. A Martin-kemence üzeme. A kémiai folyamat. A Martin-acélgyártás újabb változatai	33
A) A bázikus eljárás	34
B) A savas eljárás	46
C) Az adagvezetés elvei és a befejező művelet	48
D) A nyersvaskeverő kemencék alkalmazásának jelentősége a bázikus Martin-acél gyártásában	60
E) A Martin-acélgyártás különféle változatai	63
F) A Martin-acélgyártás salakja	70
5. A Martin-kemence méretezése	73
A) A munkatér területe és a fürdómélység	74
B) A munkatér falai	78
C) A kamrák	80
D) A kemencének a kamrákat és a munkatérrel egymással összekötő részei	84
E) A kemence csatornáit és a kémény	86
F) A Martin-kemencék méreteinek és teljesítményének közepes és legnagyobb értékszámai	87
6. A Martin-kemence építőanyaga és építése	89
A) Az építőanyagok	89
B) A Martin-kemence építése	95
A kemence felső részének építése	96
A kamrák építése	101
Az összekötő részek építése	107
A kemence páncélozása	108
A váltószelepek	110
A kemence karbantartása és javítása	114
7. A Martin-acélművek teleptervei	117
A) A telep	117
B) A telep berendezése	124

VIII

	Oldal
8. A Martin-acél termelési költségei	130
9. A Martin-acélgyártás hógazdasága	133
A) A hőmérleg	133
B) A füstgáz melegének értékesítése	139
10. A Martin-acél	143
A) A Martin-acél jelentősége és világstatisztikájának vázlata	143
B) A Martin-acél tulajdonságai	145
Az acél szövete	146
A Martin-acél vegyi összetételének ingadozásai	152
Az acéltuskó anyagának folytonossági hiányai	157
Az acél kovácsolhatósága, forraszthatósága és edzhetősége	164
A Martin-acél szilárdsága, keménysége és koptató ellenállása	174

1. Bevezetés. Az acél fogalma. A Martin-acélgyártás és a Martin-kemence gondolatának keletkezése.

Acélnak kell tekintenünk minden olyan vasfajtát, amelynek képlékenysége a gyakorlati kovácsolhatóság határai közé esik. Sem a karbontartalom, sem a keménység, sem az edzhetőség nem lehetne az acél fogalmi meghatározásának olyan biztos alapja, mint a kovácsolhatóság. A karbontartalom mellett ugyanis egyéb elemek is jelentős befolyást gyakorolnak a különböző vasfajták fizikai tulajdonságaira, a keménység viszont egyáltalában nem állandó jellegű tulajdonság, hanem csak olyan állapot, amelyet a megmunkálás és a hőkezelés módjai erősen befolyásolnak, módosítanak. Az edzhetőség legkevésbé lehetne alkalmas alap az acél fogalmi meghatározására, egyrészt, mert a gyakorlatilag kihasználható edzhetőség föltételei és határai megglehetősen bizonytalanok, másrészt, mert vannak olyan acélfajták is, amelyeket a hirtelen lehűtés egyáltalában nem keményít meg.

Ötvözésük foka szerint az acélok két-, három-, négyalkotós (binär, ternär, quaternär) és komplex acélok lehetnek aszerint, amint — a Ferrummal együtt — két, három, négy, vagy több elem ötvözetét alkotják. Minthogy kétalkotós (binär) acélnak csakis a karbonacélt szokás tekinteni, a többalkotós acélokat általában különleges acéloknak mondják.

A Martin-acélgyártás gondolatát — az acélgyártás történeti fejlődése során — a haladó idők kéréllhetetlen logikája vetette felszínre. Amíg a nyersvasgyártás megindulása a nagyobb feszültségű szél alkalmazásának szinte véletlen következménye volt,¹⁾ a szélfrissítő acélgyártást pedig egy

¹⁾ C o t e l E., A nyersvasgyártás alapelvei. 1933. 2—7. old.

nem is vasipari szakembernek, korát a fokozatos fejlődésben messze megelőző, tehát nem a fokozatos fejlődésből eredő nagyszerű ötlete hozta életre, addig a Martin-acélgyártás gondolatának gyakorlati megoldását a múlt század hatvanas éveinek kohászai — az idő kényszerének hatása alatt — tudatosan keresve keresték. Az akkori idők vaskohászait két fontos jelenség kényszerítette új, korszerűbb acélgyártó mód bevezetésére. Az egyik jelenség a Bessemer-acél minőségének mindjobban érezhető fogyatékosága a gyorsan fokozódó műszaki igényekkel szemben, a másik pedig a mind nagyobb tömegekben felgyülemlett ócskavas, illetőleg acélhulladék feldolgozásának sürgős szükségessége. A Bessemer-acél minőségbeli fogyatékoságát mi sem bizonyítja jobban, mint az a tény, hogy ennél az acélgyártó módnál, a fürdő szünet nélküli nyugtalansága folytán, teljesen hiányzik az úgynevezett nemesítő szakasz, amelynek — a nyugalmi állapoton túl — a kellő túlhevítettség is elengedhetetlen feltétele. Hogy a szélfrissítés módszerével gyártott acél sohasem érte el a Martin-acél minőségének színvonalát, kitűnik abból is, hogy ilyen acélból jó acélöntvényt — tömegesen és rendszeresen — nem tudtak gyártani. De a másik jelenség, a sok ócskavashegy is sürgetve követelte egy korszerűbb, új acélgyártás megindítását. A szélfrissítő mód ugyanis vagy egyáltalában nem, vagy csak egészen kis mennyiségekben tette lehetővé ócskavas, acélhulladék feldolgozását. A szélfrissítésnek tüzelőanyag nélkül, tehát hőtartalék nélkül fenn tartott ügyszólván késélre állított hőforgalmi egyensúlyát nem lehetett hideg vastömeg bedobásával veszélyeztetni.

Az a két szakember, aki az idők szavát legjobban megértette, a francia Martin Pierre és a német Siemens Wilhelm volt. Bennük megvolt az a nagyszerű képesség is, hogy az új idők követelte acélgyártás gyakorlati módját meg is teremtsék. Ennek a két kiváló férfiúnak teljesen egyenlő az érdeme a Martin-acélgyártás gondolatának megvalósításában. Martin kezdeményezése és szívós kitartása, Siemens változó tűzjárású (regeneratív) fűtőrendszere és gyakorlati tanácsai teljesen egyenlő mértékben váltak a világraszóló siker részeseivé. A közös munka kölcsönös elismerését mi sem

bizonyítja jobban, mint az a tény, hogy Martin és Siemens a közös találmány hasznában leendő anyagi részesedés szabályozása érdekében 1868-ban egyességet kötöttek.¹⁾ Tökéletesen megokolt tehát az a németországi szokás, hogy ezt az acélgyártó módot ott Siemens-Martin-acélgyártásnak, kemencéjét pedig Siemens-Martin-kemencének nevezik. Nálunk Magyarországon kezdetől fogva csak Martin névvel jelzik úgy az eljárást, mint a kemencét magát. Éppen ezért marad meg ennek a könyvnek magyar kiadása is az eddigi magyar megjelölések mellett.

A Martin-kemence gondolata 1865-ben nyert szabadalmat, de a két feltaláló már egy évvel előbb — 1864. április 8.-án teljes sikerrel csapolta le a szabadsalomra bejelentett és Franciaországban megépített első Martin-kemence első acéladagját. Az új Martin-kemence úgy alak, mint művelet tekintetében lényegesen eltért minden eladdig használt nagyipari tömegtermelő acélgyártó kemencétől, illetőleg eljárástól, amilyenek a frisstűz, a kavarási és a szélfrissítés voltak. A váltakozó tűzjárású fűtési mód, a tűzfejek, a lapos teknőalakú munkatér az újításnak inkább külső vonatkozásai. A metallurgiai művelet tekintetében mutatózó újítás ezeknél sokkal fontosabb. A betétet nem mozgatja, nem bolygatja többé semmiféle külső hatás; berakásától kezdve a befejező műveleten át a lecsapolásig nyugodt fürdővel dolgozik ez az eljárás, amely ilyenformán önműködően oldja meg a részben nemesítő hatásúnak mondható befejező szakasz beiktatását. A művelet kémiai lefolyása is új utakon megy végbe: a betét kísérőelemeinek oxidálásához szükséges oxigént most már nem mechanikus úton (kavarással, vagy fújtatással) juttatjuk a vassfürdő kísérőelemeihez. Ezt a munkát a Martin-kemencében a fűtőgázok oxidáló hatásának elindító szakasza után a megfelelő összeállítású salakfürdő kémiai hatása végzi. Igaz, hogy a Martin-acélgyártás oxidációs műveletének így vázolt lefolyása jóval kisebb sebességgel megy végbe, mint a kavarási, vagy a szélfrissítés oxidációs művelete úgy, hogy a Martin-acélgyártás kemenceegységeinek termelőképessége viszonylag kicsi. A Martin-acélgyártásnak a régiebb

¹⁾ Dr. O. Johansen, Geschichte des Eisens, 1924. 166. old.

eljárásoktól eladdig soha el nem ért kiváló minőségi teljesítménye, azokénál sokkal kisebb vasvesztesége és a következő fejezetekben megismerendő sok egyéb előnye mégis olyan nagy fölényt biztosított a Martin-acél számára, hogy annak gyártása aránylag nagyon rövid idő alatt mindenütt a világon vezetőszerphez jutott a vasipari gyártás egész területén.

2. A Martin-kemence szerkezetének fejlődése.

Martinnak a franciaországi Sireuilben fölépített első kemencéjét az 1. ábra mutatja be. Látjuk az ábrán, hogy az első Martin-kemence tűzfejének szerkezete ugyanaz, amelyet az úgynevezett izzító kemencéknél szoktunk alkalmazni. Történelmi tény, hogy a váltakozó tűzjárású kemencéknek ez a legegyszerűbb és legkezdetlegesebb tűzfejszerkezete is biztosítani tudta azt a nagy hőmérsékletet, amelyet a legújabb idők korszerű acélgyártása megkíván. A feltalálóknak első kemencéjük üzeme során nem is a kellő hőmérséklet biztosításával volt bajuk, hanem sokkal inkább azzal, hogy kemencéjük legnagyobb hőmérsékleteknek kitett falai részben salakosodni, részben olvadni kezdtek. Martin és Siemens munkáját azonban ezen a részen is szerencse kísérte, mert éppen Sireuilben találták meg azt a kitűnő, kovasavban legdúsabb kvarchomokot, amelynek anyagából kemencéjüket az átépítéskor már kielégítően tartós falazattal tudták ellátni.

A Martin-kemence legfontosabb és legjellemzőbb részének, a tűzfej szerkezetének történeti fejlődése szempontjából érdekes és tanulságos annak a megállapítása, hogy — amint az az első kemence kezdetleges fejszerkezetének sikeres tűzhatásából kétségtelenül megállapítható — a Martin-kemencék kellő üzemi hőfoka a gáznak és a levegőnek előzetes keveredése nélkül is biztosítható. A szakemberek ugyanis évtizedeken át azt hitték, hogy ilyen acélgyártó kemencékben csak akkor érhető el a szükséges hőmérséklet, ha a fűtőgáz és a felmelegített levegő a meggyulladás előtt bensően keverednek. Kétségtelen azonban, hogy ez a fel fogás téves, minthogy gyúlási hőmérsékletre fölmelegített gáz- és levegőáramok — valójában — bensően nem is kever-

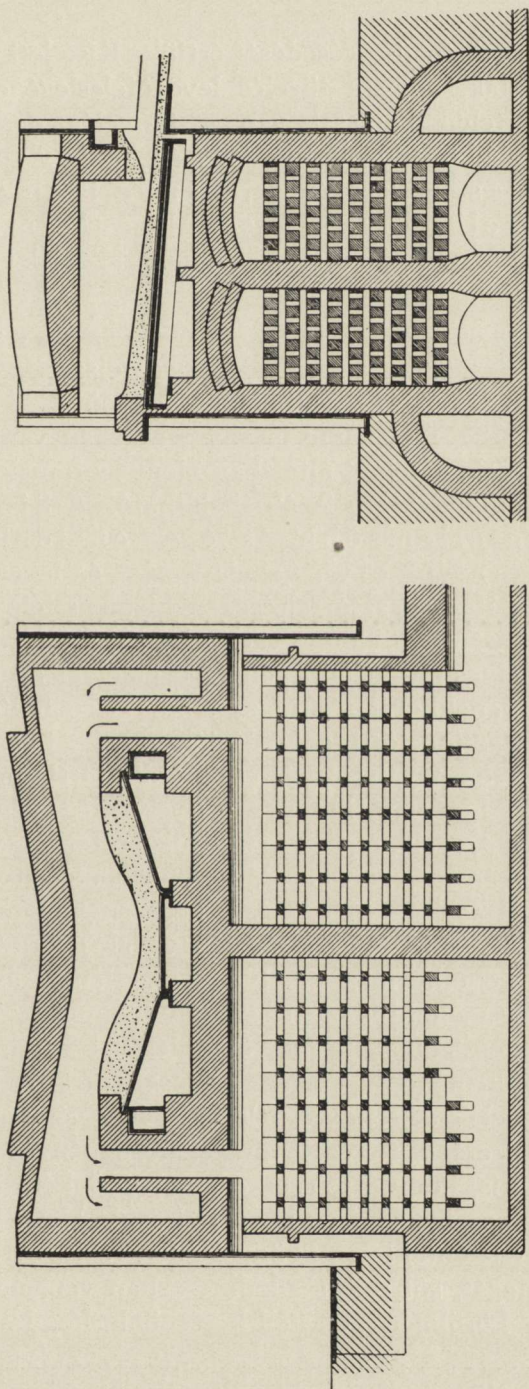
hetők egymással. Ilyen közegek legkisebb részei ugyanis azonnal a találkozás pillanatában meggyulladnak, amiből kétségtelenül az következik, hogy ilyen áramok „előzetes benső keveredésének” még a feltétele sincsen meg.¹⁾ Bár a gáz- és a levegőáram találkozásának módja, elevensége és szöge az elégés sebességére és a lángképződés módjára igen jelentős befolyást gyakorol, kétségtelen, hogy a tényleges előzetes benső keveredés se nem szükséges, se nem lehetséges.

Az 1. ábra azt is szemlélteti, hogy az első Martin-kemence kamrapárjai közvetlenül a munkatér alatt állottak, tehát nem lehetett hozzájuk, illetőleg közéjük férközni. Később azután úgy helyezték el a kamrapárokat, hogy ezeknek hosszvonalai merőlegesen állottak a munkatérnek, illetőleg a kemence felső részének hosszvonalára. A szélesebb levegőkamrák kívül, a keskenyebb gázkamrák pedig belül nyertek elhelyezést. További lépés gyanánt a keresztirányba állított kamrákat olymódon húzták hátra, hogy azok teljesen föl szabadultak a kemence felső részének nyomása, terhe alól.²⁾

A Martin-kemencék szerkesztésének további fejlődése főleg a kemencék legfontosabb és legjellemzőbb részének, a tűzfejnek időnkénti módosulásában, tökéletesedésében jut határozott kifejezésre. Ez egészen természetes is, minthogy főleg a tűzfejek célszerű alakjától, helyes méreteitől és azok tartós kivitelétől függ a Martin-kemencék üzemének menete és gazdaságossága. A tűzfejeknek ugyanis az a feladatuk, hogy egyrészt a gáz és a levegő mennyiségének, arányának, sebességének, másrészt a láng irányának legcélszerűbb beállítását tartósan és gazdaságosan biztosítsák. Ez a feladat élénken rávilágít a tűzfejek rendkívüli fontosságán kívül azoknak kényes, érzékeny voltára is. Üzemi tapasztalat és kísérletek azt bizonyítják, hogy a gáz elégésének lefolyása nemcsak a kemence teljesítményére, hanem annak frissítő (oxidáló) hatására is jelentős befolyást gyakorol. Frissítő hatás alatt itt — szűkebb értelemben — a betét vasanyagának a fűtő-

¹⁾ C. D i c h m a n n, Der basische Herdofenprozess, 2. kiad. 110 old.

²⁾ L. B e c k, Geschichte des Eisens, 5. köt. 695. old.



1. ábra.

Az első Martin-kemence rajza. (L. Beck, Geschichte des Eisens,
V. köt. 696. old.)

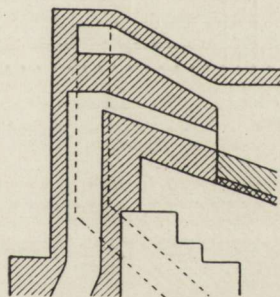
gázok hatására történő revésedését értjük. Kísérleti eredmények bizonyítják, hogy a tüzelés levegőfeleslegének csökkentése előnytelen hatással van a termelés nagyságára. Mindebből az is következik, hogy a gáz, a levegő és a láng áramlásának módja, iránya igen fontos szerepet kell, hogy játsszék a Martin-kemence termelésének alakulása tekintetében.¹⁾

A Martin-kemencék fejszerkezetének az az első fejlődési fokozata, amely a sireuili kemence fejszerkezetét felváltotta, évtizedeken át divatban maradt, sőt — megfelelő korszerűsítéssel — mai napig is alkalmazásban van. Ennek a fejszerkezetnek, amelyet általában Siemens-fejnek szoktak nevezni, vázlatos alakja a 2. ábrán látható. A Siemens-fejnek legjellemzőbb és egyben legkényesebb része a „nyelv“, vagyis a gáz- és levegőcsatornákat egymástól elválasztó falrész. A Siemens-féle fejrendszernek az a határozott előnye van, hogy szerkezeténél, alakjánál fogva helyes irányt ad a lángnak, amelyet a fürdő felé irányít és ugyanakkor eltéríti azt a kemence boltozatától, megóvván ezt az időelőtti leolvadástól. Ennek a fejszerkezetnek több előnye nincs is; ezt is csak addig tartja meg, amíg a tűzfej jó karban van, illetőleg a nyelv még elég hosszú. Ha ugyanis ez a nyelv, a gáz- és a levegőcsatornák választófala, már jócskán leolvadt, hosszából meglehetősen veszített, akkor a lángjárás irányítása már tökéletlen, helytelen lesz, aminek a boltozat, illetőleg a boltozatvállak gyors, időelőtti leolvadása a következménye. Ilyen hibás lángjárás mellett persze az adag menete is meglassul úgy, hogy a tűzfej nyelvének fokozatos leolvadásával, rövidülésével mindig együtt jár a Martin-kemence üzemgazdaságosságának romlása is. Gyöngéje ennek a fejrendszernek az is, hogy építése — bonyolult szerkezeténél fogva — drága, körülményes és lassú, úgyszintén az is, hogy a fejszerkezetnek időnként javításra szoruló részeihez igen nehéz hozzáférközni. Ha a Siemens-fej, eme nem jelentéktelen gyöngéi ellenére is, évtizedeken át tartotta magát, sőt ma is alkalmazásban van, úgy ennek okát abban a körülményben kell keresnünk, hogy a Martin-

¹⁾ F. Wesemann, Zusammenhänge zwischen der Kopfbauart, Leistung und Frischwirkung von S.-M.-Öfen, St. u. E. 1935. 1008—9. old.

kemencék fejszerkezetén egyrészt hosszú időn át nem történt elvi változás, illetőleg fejlődés, másrészt, mert a fejlődöttebb, újabb fejszerkezetek sokkal érzékenyebbek, minél fogva jobb, megbízhatóbb, drágább munkásszemélyzet alkalmazását teszik szükségessé.

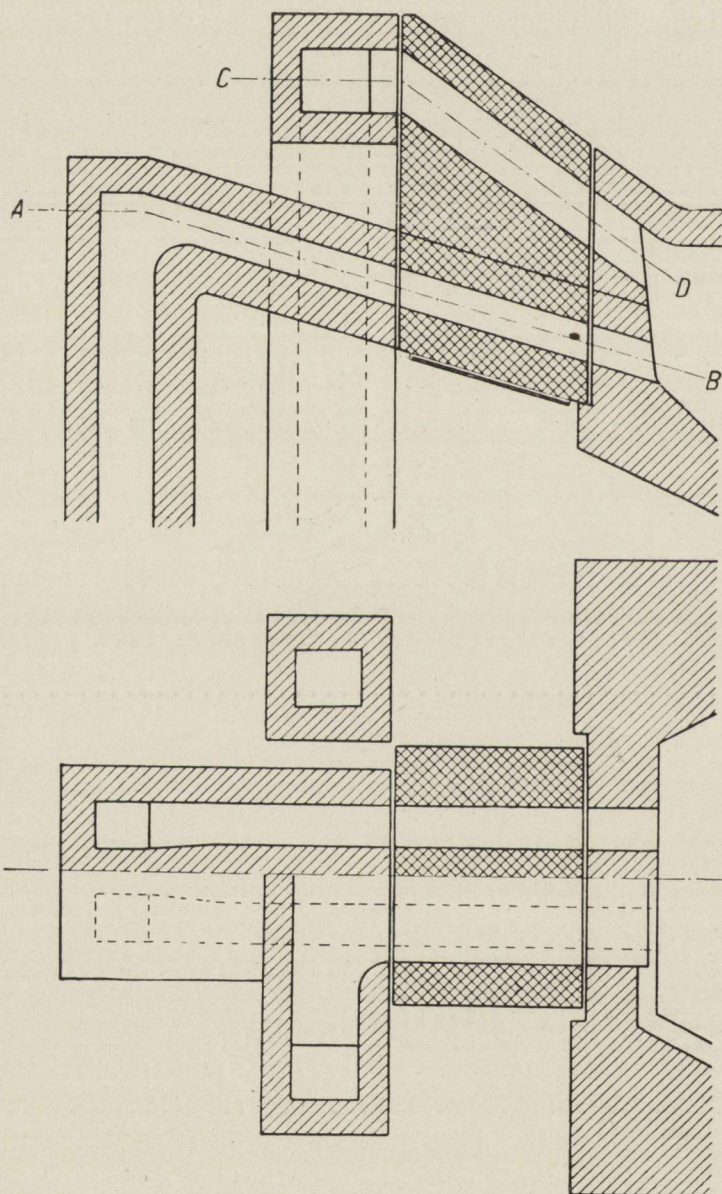
A Martin-kemencék fentebb leírt Siemens-feje az idők során több változáson ment át. Az így átalakult fejek azonban valójában nem voltak új szerkezetek, hanem csak ugyanannak a Siemens-fejnek különféle változatai. Ezeknek egyik legjobban bevált alakját a 3. ábrán látjuk. Az új elrendezésnek az az előnye van, hogy — amint az ábra világosan mutatja — a gázcsatornák hátrább kerültek úgy, hogy ezek is, de meg az ugyancsak szabadon álló levegőcsatornák is, önműködően részesülhetnek az őket körülölelő levegő hűtőhatásában. A gáz- és levegőcsatornák ilyen elrendezésével



2. ábra.

A Martin-kemencék Siemens-rendszerű fejszerkezete.

— amint látjuk — együttjár a fejrészek könnyű hozzáférhetőségének nagy előnye is. Az ilyen rendszerű Martin-fejeknek Friedrich azzal biztosított igen tekintélyes tartósságot, hogy a nyelvet magában foglaló, tehát legromlékonyabb fejrészt kicserélhetővé tette. Az ábrán a kettősen vonalozott, acéllemezbe fogott részlet jelzi azt a fejrészt, amelyet néhányórás szünet közben a leolvadt, illetőleg leromlott rész helyébe illeszthetünk. Bár a Friedrich-féle fejrendszer és a Siemens-fejnek több egyéb hasonló változata a Martin-tűzfejek tartósságát erősen megjavította, ezek a változatok éppen annyira nem tekinthetők a fejszerkezet elvi fejlődésének, mint azok a megoldások, amelyek a Siemens-rendszer eredeti megoldásától csak — például — a vízűtés

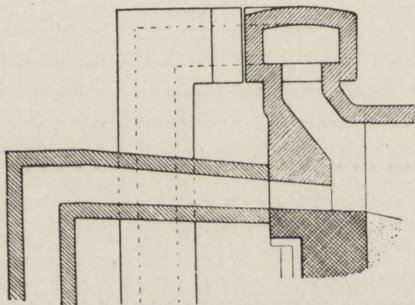


3. ábra.

A Friedrich-féle tűzfej szerkezete. (St. u. E. 1910. évf. 67. old.)

kisebb-nagyobb mértékű alkalmazásában ütnék el. A Martin-kemencék kiterjedtebb vízűtése főleg az amerikai Egyesült Államok Martin-acélműveinek nagyobb egységein divatos.

Bernhardt volt az első, aki a Martin-kemencék tűzfejszerkezetének fejlesztése tén elvi alapra helyezkedett. A Bernhardt-fejet a 4. ábra mutatja be. Ennek a szerkezetnek elvi fejlődése abban mutatkozik, hogy itt a közel vízszintesen mozgó gáz áramát a levegő már csaknem függőlegesen éri, vagyis a két mozgó közeg találkozásának szöge itt már majdnem eléri a 90^0 -ot. Ez az elrendezés azzal az előnyös következménnyel jár, hogy a tűzfej nyelv-fala már majdnem egészen eltűnik,



4. ábra.

A Bernhardt-féle tűzfej. (St. u. E. 1913. évf. 311. old.)

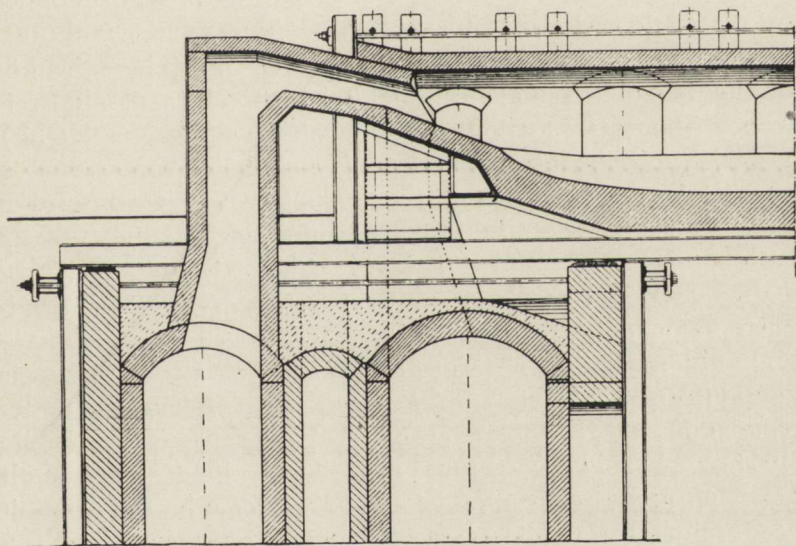
csak a csökevénye marad meg, és az is olyan rövid, zömök alakot nyer, amelynek alig van többé számbavehető érzékenysége a tűz hatásával szemben. Bár a Bernhardt-fejnek kétségtelenül komoly előnyei vannak, ez a fejszerkezet mégsem tudott szert tenni olyan elterjedésre, amelyet megérdemelne. Szerző 1926-ban Königsbütte-ben egész sor 35—40 tonnás, Bernhardt-fejes kemencét látott kifogástalan, igen jó eredményeket szolgáltatató üzemben.

Az eddig említett nyelvfalas tűzfejek gáz- és levegőcsatornáinak elrendezése mindig olyan, hogy — a munkatérbe való torkollás helyén — a levegő beáramlása a gáznyílások fölé kerül. A csatornák elrendezésének ez a módja különböző hátrányokkal jár. Az elválasztó falat, a nyelvet,

a nagyhőmérsékletű fűtő-, illetőleg füstgázok viszonylag rövid idő alatt fokozatosan leolvasztják, aminek következtében a lángvezetés mindjobban megromlik. A helytelen lángvezetésnek viszont a boltozatnak gyors elhasználódása, ennek pedig a termelőképesség és az üzemgazdaságosság lényeges romlása lesz a következménye. Az ilyen csatornaelrendezésnek az is gyenge oldala, hogy a levegő beömlő nyílásai mindig magasan fekszenek úgy, hogy a láng, illetőleg a füstgáz csak futólagos érintkezést tart a fürdő felületével, amelytől — éppen a levegőnyílások magas helyzete következtében — hamar elválni kényszerül. Ha újra hangsúlyozzuk az ilyen tűzfejek építésének körülményes és költséges voltát, valamint a fejrészek nehézkes hozzáférhetőségét, úgy még csak arra az ugyancsak nem előnyös körülményre kell rámutatnunk, hogy az eddig ismertetett fejszerkezetek a Martin-kemence belső ellenállását is jelentős mértékben növelik. A belső ellenállás ugyanis mindig annál nagyobb lesz, minél több és élesebb fordulaton kell a gáznak és a levegőnek, illetőleg az égéstermékeknek áthaladniuk.

A Martin-kemencék tűzfejének egyszerűvé tétele s vele a fentebb sorolt hátrányok kiküszöbölése Maerz-nek köszönhető. Maerz szabadalmazott fejszerkezetét új elvi alapon építi meg. Ezt az új tűzfejet az 5. és a 6. ábrában mutatjuk be. A Maerz-rendszerű Martin-kemence feje egy szokásos elrendezésű gázcsatornából és két függőleges helyzetű levegőcsatornából áll, amely utóbbi csatornák — a gázbeömlés helyétől bizonyos távolságban — magába a kemence munkaterébe torkoltnak. A függőleges csatornák nagy hőmérsékletű levegőoszlopai meglehetősen sebességgel emelkednek fel a kemence boltozatáig, amelynek helyzete most már arra kényszeríti a levegőnyalábokat, hogy a gázáramot szorosan körül fogják úgy, hogy a gázáramnak a levegő oszlopát szinte át kelljen fűrnia. A gáz és a levegő beömléseinek ez az elrendezése a lángot önműködően szorosan a fürdőre irányítja és azt egészen a lehúzó oldalig rajta is tartja. Mindez azzal a nagy előnnyel jár, hogy az ilyen rendszerű kemencének kedvezőbb lesz a tüzelőfogyasztása,

nagyobb a termelése, nagyobb lesz fürdőjének hőmérséklete és reakcióképessége, végül nagyobb lesz a kemence boltozatának tartóssága, minthogy a Maerz-rendszerű fejek mélyenjáró lángja kíméli a boltozatot. A lángvezetés fokozatos romlására a Maerz-rendszerű fejek használata esetében nincsen ok, minthogy ezekből a tűzfejekből a fokozatosan leégő, leolvadó (nyelvjellegű) falrészek teljesen kimaradtak. A Maerz-rendszer gáz- és levegőcsatornái egészen a beömlés helyéig teljesen függetlenek egymástól, jól hozzáférhetők úgy szemmeltartás, mint a levegő hűtőhatása szempontjából. A kemence



5. ábra.

A Maerz-rendszerű Martin-kemence.

belső ellenállása erősen csökken, mert a levegő útja rövid és egyenes, a gáz útjában pedig nincs éles fordulat. Minthogy a Maerz-rendszerű kemence munkaterének elején, a beömlőnyílások között — a nagy hőmérséklet következtében — olykor roncsolódás mutatkozik, az üzem alatt végezhető javítások megkönnyítése érdekében a kemence mellső falán — a munkatér két végén — egy-egy kisebb ajtót alkalmazunk úgy, amint az az ábrán is látható.

Maerz szerkezetének igen nagy előnye az is, hogy a

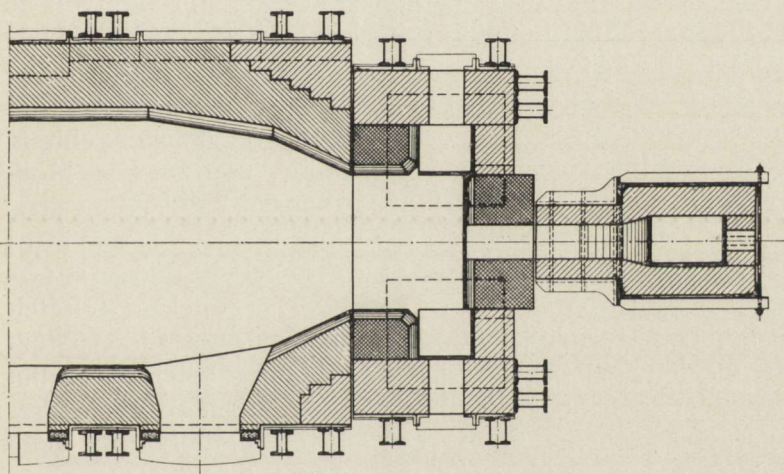
rendkívül egyszerű szerkezetű tűzfejek építése és lebontása gyorsan és olcsón végezhető s a kemence felfűtése is igen gyors, minthogy a Maerz-fejű Martin-kemencékben nincsenek többé bonyolult alakú, egybefüggő zárt faltömbök, amelyeknek szárítása és felfűtése a régebbi rendszereknél olyan sok gondot szokott okozni. A rövid idő alatt történő bontás, építés és felfűtés lehetősége jó üzletmenet idején szinte felbecsülhetetlen előny, minthogy a kemence termelése így csak rövid ideig marad tétlenségre kényszerülve.

Mint minden új alkotás, a Maerz-rendszerű kemence is bizonyos nehézségekkel küzdött alkalmazásának első éveiben. A leggyakrabban mutatkozó nehézség a gázbeömlés torkolatának csekély tartóssága volt. Maerz ezt a nehézséget úgy hárította el, hogy újabb kemencéit a gázbeömlés körül megfelelően vastagabb falakkal látta el (a 6. ábrán is ilyen vastagított falú kemence vízszintes metszetét látjuk). A gázbeömlés tartóssága még jobbnak bizonyult, ha — a keresztfal vastagságának növelése helyett — vízhűtő tokot építettek be a keresztfalba. A vízhűtő tok beépítése olyan módon történik, hogy a tok kívülről hozzáférhető és üzem közben cserélhető is legyen. Az így felszerelt Maerz-rendszerű kemencék tartóssága teljesen kifogástalannak bizonyul. Maerz különben az utóbbi években más tekintetben is megjavította kemencéje szerkezetét. A javításnak az a lényege, hogy az égés helyének előterét megszükitette és pedig úgy, hogy a levegőcsatornák beömlőnyílásai elé pillért emelt (l. a 6. ábrát). Ezzel a módosítással a gáz és a levegő áramait még erősebb találkozássra — „bensőbb keveredésre” — bírta, aminek viszont rövidebb adagtartam, főleg pedig a beolvadás idejének megrövidülése a következménye. Az egészen a boltozatig felnyúló pillérek Maerz kemencéjében rendszerint magnésidon-, vagy radextéglából épülnek. A németországi Georgsmarienhüttén 1934-ben két ilyen újrendszerű, egyenként 60 tonnás Maerz-féle Martin-kemence épült és üzemük azóta a legkitűnőbb eredményeket szolgáltatja. A georgsmarienhüttei 60 tonnás Martin-kemencék üzemeredményei ugyanis a következők:

Adagtartam csapolástól csapolásig . . .	5½—6 óra
Napi termelés kemencénként . . .	260—270 t
Óránkénti termelés kemencénként . . .	11—11½ t

Folyékony nyersvas a betétben	30%
Szénfogyasztás (7000 he/kg szénből)	17—18%
Tűzállóanyagfogyasztás	1%

H. Moll, a németországi rasselsteini acélművek vezetője, további fontos lépést tesz a tűzfej szerkezetének fejlesztése terén. Valószínű, hogy Moll a Maerz-rendszer elvéből indult ki és ennek az elvnek továbbfejlesztése révén jutott el kiválóan bizonyított megoldásához. Feltevésünk mellett szól az a tény, hogy a Moll-kemence — lényegében — csak



6. ábra.

A Maerz-rendszerű Martin-kemence.

annyiban tér el Maerz megoldásától, hogy amíg Maerz két különálló függőleges levegőcsatornát alkalmaz, addig a Moll-rendszerű Martin-kemencében ezt a két csatornát egyetlen — keskenyebb, de hosszabb — rés helyettesíti. Feltevésünket csak megerősíti az a körülmény, hogy Maerz a torgai acélművekben már 1912-ben a Moll-rendszerű kemencéhez egészen hasonló kemenceszerkezettel kísérletezett. Érdekes, hogy Maerznek ez a régibb szerkezete ma is tovább él, és — egészen lényegtelen eltéréssel — mint Hoersch-féle Martin-kemence áll Németországban több helyen alkalmazásban.¹⁾ A Moll-kemence függőleges és vízszintes metsze-

¹⁾ B. von Sothen, Betriebsergebnisse deutscher S.-M.-Öfen, St. u. E. 1936. évf. 326—327. old.

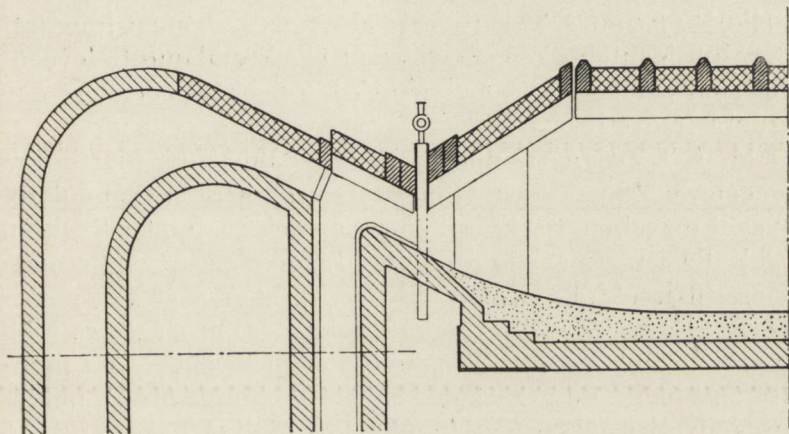
tét a 7. és 8. ábra mutatja be, amelynek szembeszökő része a kemenceboltozatnak a tűzfejhez hirtelen lejtéssel csatlakozó vége.¹⁾

Moll tűzfejében a gáz és a levegő részecskéi még nagyobb eleveenerővel érik egymást, minthogy itt a gáznyaláb szinte erőszakosan hatol át a levegőnek egybefüggő zárt oszlopán. Moll a gáz elégését kis térre szorítja, amit úgy ér el, hogy a lángnak — Bunsen-égőszerű fejrendszere révén — a „szúroláng“ jellegét adja. A szúroláng nagy hőmérséklettel és megfelelően nagy olvasztóhatással dolgozik. Innen ered a Moll-fejű Martin-kemencéknek az a rendkívüli jó tulajdonsága, hogy bennük a teljesen szilárd állománnyú betétek, sőt még a tiszta ócskavasbetétek is, igen gyorsan olvadnak be. A Moll-rendszerű kemencék üzeme azonban jóval érzékenyebb is, mint az eddig ismertetett rendszereké, minthogy a Moll-kemence tüzelése közben mindig gondosan kell ügyelni arra, hogy a gáz és a levegő sebessége valamivel állandóan nagyobb legyen, mint az égés további terjedésének sebessége. Ha ennek a feltételnek betartásáról nem gondoskodunk, a Moll-rendszerű tűzfejben a láng éppen úgy visszacsap, mint a laboratóriumi Bunsen-égőkben nem ritkán szokott. A lángnak ilyen visszaugrása esetében a munkatér nem fog rendelkezni a kellő hőmennyiséggel, a tűzfej falazata viszont túlságosan szenvedni fog, minthogy a visszaugró láng egyrészt kisebb hőmérsékletű, másrészt nem is a megfelelő helyen keletkezik.

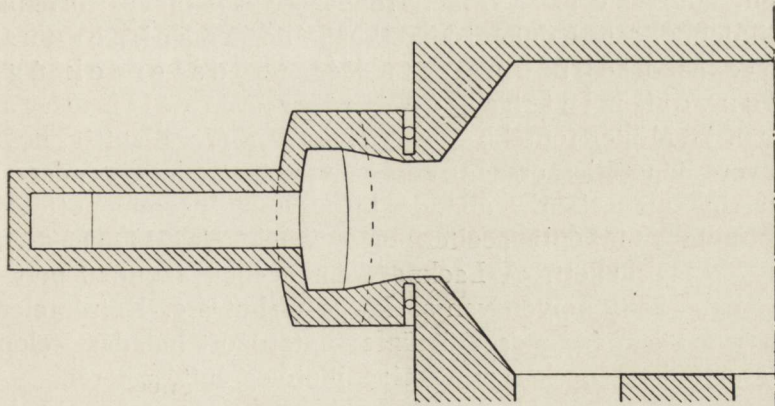
A Moll-fejű Martin-kemencéknek ez a fokozott érzékenysége nem örömdetes tulajdonság ugyan, hibának azonban éppenséggel nem mondható. A műszaki iparoknak tudományos alapon történő továbbfejlesztése a vasi partól is bizonyára jogosan kívánhatja meg azt, hogy tökéletesedő üzemeiben javuló képzettségű munkásszemélyzetet alkalmazzon. Hogy a jobban képzett, jobban begyakorlott, acélgyártáshoz mindenképpen alkalmasabb munkásszemélyzet milyen kitűnő üzemeredmények eléréséhez juttathatja a gyárat, azt legjobban a Moll-kemencéket először alkalmazó rasselsteini Martin-acélmű példája mutatja. Ezen a telepen ugyanis, ahol a Martin-acélművet maga az új rendszer fel-

¹⁾ „Der Mollkopf für S.-M.-Öfen“, St. u. E. 1924. évf. 193. old.

találója, Moll, vezette, az általa betanított munkásszemélyzet olyan eredményeket mutatott fel, amilyeneket más telep Moll-kemencéi évek multán is alig tudtak elérni. Moll kemencéje mindenfelé nagy sikert ért el és éppen ezért állandóan terjedőben van.



7. ábra.



8. ábra.

A Moll-rendszerű tűzfej. (St. u. E. 1924. évf. 194. old.)

Mollnak igen nagy érdeme, hogy nem elégedett meg új tűzfejrendszer kidolgozásával, hanem arra igyekezett, hogy a Martin-kemence minden egyes részének helyesebb, fejlődöttebb és tudományos szempontból megokoltabb alakot adjon. Így

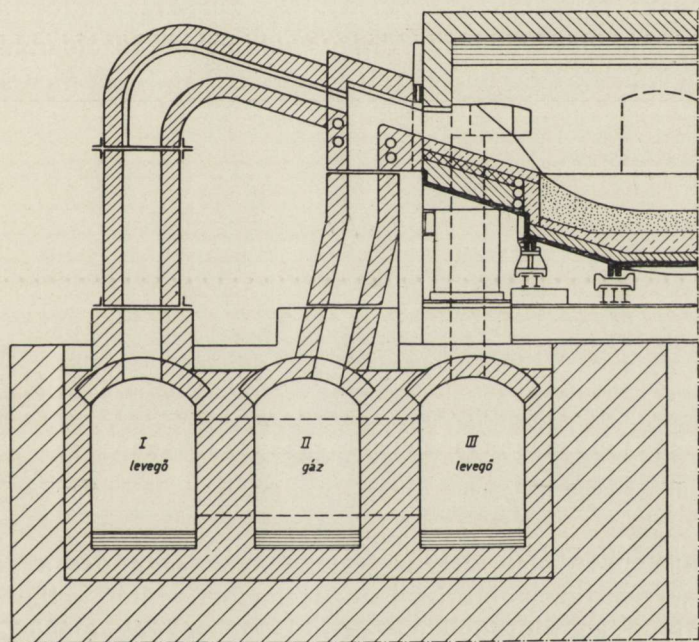
Moll állapította meg elsőnek azt a tényt is, hogy a gáz és a levegő beömlésének helye egymással kölcsönösen fölcserélhető, föltéve, hogy magának a fejszerkezet működtetésének elve változatlan maradt. Moll éppen ezért kétféleképpen szerkesztette kemencéit: az egyiknél a levegőcsatorna széles rése torkoll bele a lángvezetést irányító gázcsatornába, a másiknál viszont a levegő veszi át az égésfolyamat irányítását. Moll legújabb kemencéihez új elvekre alapított levegőkamrákat is alkalmaz, amelyeknek közelebbi ismertetése egy későbbi fejezetre marad.

M. I. Lackner újabban szabadalmazott Martin-kemencéje a Maerz- és a Moll-rendszerű tűzfejek gondolatát egyesíti magában. Lackner kemencéjének tűzfejét a 9. ábrán látjuk. Ez a tűzfejszerkezet abban különbözik az eddig megismert tűzfejektől, hogy a gázáram itt kétszer találkozik a levegővel, aminek tökéletesebb elégés és jobb tüzelő-hatásfok a következménye.¹⁾ A primer levegő a munkatérén kívül éri a gázáramot éppen úgy, mint Moll tűzfejében, amivel szemben a szekunder levegő a gáznak máris égő nyalábjával a munkatér belsejében találkozik éppen úgy, mint ahogyan az a Maerz-rendszerű tűzfejben történik. Mindebből szinte önként következik, hogy Lackner tűzfeje az előbb említett két rendszernek úgy előnyeit, mint hátrányait is egyesíti magában. G. Müller fentebb érintett munkája megállapítja, hogy Lovere-ben (Olaszország) egy 35 tonnás Lackner-rendszerű Martinkemencében — állandó, kifogástalan üzemmenettel — 6 tonna óránkénti acéltermelést értek el, 21%-os szénfogyasztás mellett. A Lackner-kemencének azonban már a kemence négy helyén van szüksége vízhűtésre. Kétségtelen, hogy a Lackner-rendszerű tűzfej határozott haladást jelent a Martin-kemencék szerkesztése, illetőleg építése terén.

Az olaszországi nagy tüzelőanyagárak az olasz acélműveket arra ösztönözték, hogy egyéb módokon is keressék a Martin-kemencék tüzelőfogyasztásának csökkentését. Így a Terni-acélművek a tűzfej szerkezetének további, különleges átalakításával vélték ezt a célt megközelíthetni. Ebből a célból Terni acélművében olyan fejszerkezetet dolgoz-

¹⁾ Dr. G. Müller, S.-M.-Öfen, Bauart Lackner, St. u. E. 1929. évf. 79. old.

tak ki, amelyik lehetővé teszi, hogy a kemence a beolvadás tartama alatt nagy hőmérsékletű rövid lánggal, a főzés és a befejező művelet szakasza alatt viszont hosszú, világító lánggal dolgozhasson. A Terni-fejben két felszálló levegőcsatorna a gázcsatornával úgy egyesül közös elégési térben, hogy a levegőcsatorna beömlő része hirtelen és erős bővüléssel nyílik bele a „keverőtérbe“. A Terni-kemence a be-



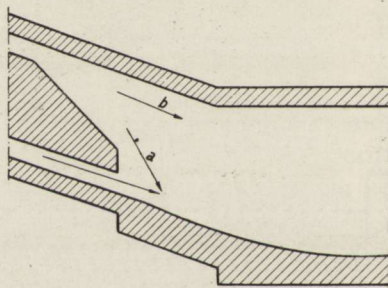
9. ábra.

Lackner Martin-kemencéje.

rakás és beolvasztás tartama alatt ventilátorral hajtott fúvó-levegővel dolgozik, utána pedig csak a kéményre bízzák a levegő szállítását. A 10. ábrán az **a**-jelű nyíl jelzi az előbbi, a **b**-jelű pedig az utóbbi üzemszakasz levegőjárásának irányát. A Terni-kemence fejét a füstgáz elvonulásának oldalán, tehát a mindenkor *ú. n.* „lehúzó“ oldalon, befújtatott hideg és tisztított füstgázzal hűtik.

A Terni-gyár fejszerkezetét nem tekinthetjük a Martin-tűzfej elvi továbbfejlesztésének, minthogy ennek a fejnek szerkezeti alakja majdnem egészen olyan, mint a hosszabb ideig üzemben állott, tehát megrövidült Siemens-rendszerű tűzfejeké. A fejhűtés határozottan körülményessé teszi a kemence üzemét és bizonyára drágábbá is teszi azt.¹⁾

Maerz, Moll és Lackner fejszerkezete a Martin-kemencék tűzfejének legújabb fejlődési fokát jelenti. Amint a következő szakaszban látni fogjuk, a tűzfejeknek még sok egyéb változata is ismeretes, ezek azonban nem elvi fejlődést jelentenek, hanem csupán különleges tüzelőanyagok használatának lehetővé tételét. Ez a cél határozta meg szer-



10. ábra.

A Terni-kemence tűzfejének elvi vázlata. (St. u. E. 1935. évf. 882. old.)

kezetük különleges alakulását is. Az elvi fejlődés a generátorgázzal tüzelt Martin-kemencék tűzfejeinél kell, hogy mutakozzék, minthogy a Martin-kemencéknek mégis csak a generátorgáz a legáltalánosabban használt tüzelőanyaga. Minden más tüzelőanyagnak, amellyel Martin-kemencét fűtünk, rendszerint csak helyi jelentősége van.

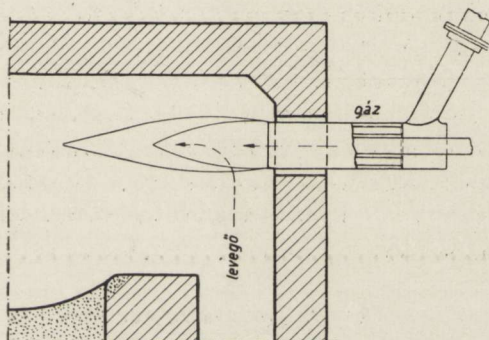
Minthogy a Moll-rendszerű tűzfejet a Bunsen-égő alapján álló, illetőleg ahhoz közeledő elvi megoldásnak kell tekintenünk, meg kell említenünk, hogy a Martin-kemencék tüzelése terén már igazi Bunsen-égők fűtőrendszerével is történtek sikeres üzemi kísérletek. Így G. Donner emlékezik meg ilyen üzemi kísérletről,²⁾ amelynek az volt a

¹⁾ O. Göbel, Ergebnisse mit S.-M.-Öfen, Bauart Terni, St. u. E. 1935. évf. 882. old.

²⁾ G. Donner, Versuche mit Pressgasbeheizung von S.-M.-Öfen, St. u. E. 1923. évf. 558. old.

célja, hogy nagy lánghőmérséklet mellett olyan lángot kapjanak, amely határozottan a fürdőre irányul, a kemence falát pedig kíméli. A kísérlet, amelyben levegőelőmelegítés mellett 2000 (kettőezer) mm-es vízoszlopnyomású, nagyobb fűtőértékű hideg gázzal dolgoztak, teljes sikerrel járt és kifogástalan Martin-üzemet biztosított. Donner kísérleti Martin-kemencéjének vázlatát a 11. ábrán mutatjuk be.

A Martin-kemencék tűzfejszerkezetének fejlődését így áttekintve, megállapíthatjuk, hogy amíg az 500 éves nagy-



11. ábra.

Bunsenégő-rendszerű Martin-tűzfej vázlata. (St. u. E. 1923. évf. 558. old.)

olvasztó alakja, szelvénye e hosszú idő alatt alig ment át számottevő változáson, addig a mindössze 70 éves Martin-kemence alakja, szerkezete rendkívül nagy fejlődést mutat. Ez a jelenség abban leli magyarázatát, hogy a nagyolvasztó óriási építményéhez — amelyben állandóan hatalmas anyagoszlop mozog — a kohászok alig mertek újító szándékkal hozzányúlni, az olcsóbb és kisebbméretű Martin-kemencénél ellenben erre könnyebben rászánhatták magukat.¹⁾

¹⁾ Cotel E., Le développement probable du profil des hauts fourneaux, Revue de Métallurgie, 1936. évf. 253—7. old. Szerző előadása a VII. nemzetk. bány. és koh. kongresszuson Párisban 1935. okt. 24.-én.

3. A Martin-kemence tüzelőanyagai.

A Martin-kemence tüzelőanyagai — a történelmi fejlődés sorrendjében említve — gázalakúak, folyékonyak és szilárdak lehetnek. A Martin-kemencék első idejében csak generátorgázzal fűtötték a kemencéket. Később a földgázt, majd a kohógázt és a kokszgázt, illetőleg ezek keverékét is alkalmazták erre a célra. A folyékony tüzelőanyagok közül a földolajat, a kátrányolajat és magát a folyékony kátrányt kell megemlítenünk. Tartós kísérletek történtek — Martin-kemencék fűtése terén — szénportüzeléssel is.

A) A generátorgáz.

A legtöbb Martin-kemencét generátorgázzal fűtik. Ezt a generátorgázt leginkább ásványi szénből (kőszén, barnaszén, lignit és tőzeg), néha pedig kokszból vagy fából fejlesztik. Ezeket a tüzelőanyagokat — a Martin-kemencék fűtésével kapcsolatban — mindig maradék nélkül, vagyis teljesen, amint mondják: „hamuig“ kell elgázosítanunk, azért, hogy a generátorgáz vegyi összetételének, illetőleg fűtőértékének lehető legnagyobb állandóságát biztosítsuk. Ha ugyanis az imént említett szilárd tüzelőanyagokat csak kigázosítjuk, vagyis azoknak csak illó gáztartalmát óhajtjuk felhasználni, akkor arra a kellemetlen tapasztalatra fogunk jutni, hogy a gázok összetétele és fűtőértéke állandóan erősen ingadozik, ami a Martin-kemencék tervszerűen szabályozandó tüzelése szempontjából fölöttébb veszedelmes jelenség. Szerző a „Magyar Mérnök- és Építész-Egylet“ közlönye 1924. évi kötetének 37. oldalán közli egy ilyen huzamosabb üzemi kísérlet eredményeit, amelyek mind a fűtőgáz állandóan ingadozó összetételének voltak természetes következményei. Minthogy az alacsony hőfokú lepárlás természete maga

is olyan, hogy itt az időegységenként keletkező gáz mennyiségét és minőségét egészen jelentéktelen mellékkörülmények is erősen befolyásolják, könnyen megérthető, hogy az alacsony hőfokú lepárlás gáztermékeivel történő Martin-tüzelés nem tudott tért hódítani.

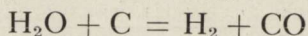
A generátorgáznak, mint tüzelőanyagnak, általános ismervei vannak ugyan, a Martin-kemencék fűtése szempontjából mégis néhány különleges feltételt kell szabnunk a generátorgáz minősége tekintetében. A legfőbb feltétel — a már említett egyenletes, illetőleg állandó összetételen kívül — a megfelelően nagy és nem ingadozó fűtőérték. Ha a generátorgáz fűtőértéke viszonylag csekély, akkor a láng és a fürdő hőfoka között is viszonylag csekély lesz a különbség, aminek viszont az lesz a következménye, hogy a fürdő időegységenként nem vesz föl elegendő melegmennyiséget és az adagtartam hosszabbra fog nyúlni. Általános szabályt a gáz fűtőértéke tekintetében természetesen nem állíthatunk, mégis mindenképen ajánlatos, hogy a Martin-üzem céljaira szánt generátorgáz normálköbméterenkénti fűtőértéke az 1250 he-t meghaladja.

További feltétele a Martin-generátorgáz minőségének az, hogy a gáz lehetőleg kénmentes, illetőleg kénszegény legyen. A kén a gázban H_2S -alakban fordul elő és az elgázosított szén szabad kéntartalmából ered. A. Jung idevágóan megállapítja, hogy a használt generátorgáz kéntartalmának növekedésével együttjár az acél kéntartalmának növekedése is, ha nem is ugyanolyan arányban, minthogy a gázból átvett kéntartalom egy része véglegesen a salakban marad. Az acél minősége szempontjából nem veszélyes, ha a gáz köbméterenként nem tartalmaz 3 g-nál több kén. Jobb acélminőségek, illetőleg minimális kéntartalom kívánalma esetén a gáz kéntartalma ne haladja meg az 1 g-ot köbméterenként. Ha mégis több kén kerül a gázból a fürdőbe, úgy azt csak a fürdő Mn-tartalmának megfelelő növelésével köthetjük le, tehetjük ártalmatlanná.¹⁾ I. Brönn úgy csökkenti az acélfürdőbe átmenő kén veszélyét, hogy az elgázosítandó szénhez 2–3%-nyi égetett meszet kever. Ennek a mésznek Ca-tartalma véglegesen le-

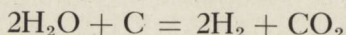
¹⁾ A VDE acélműbizottságának 83. sz. jelentése.

köti a generátorszén elégethető kéntartalmát, amely így nem is juthat többé a Martin-kemence munkaterébe.¹⁾

A Martin-generátorgáz jóságának harmadik feltétele az, hogy a gáznak ne legyen nagy a nedvességtartalma, és a hidrogéntartalma se haladjon meg bizonyos határt. Ez a kettős feltétel szorosan összefügg egymással, minthogy a gázfejlesztőbe befújtatott vízgőz egyrésze felbomlik:



esetleg alacsonyabb hőfokok esetében:



egyenlet szerint, míg a vízgőz másik része felbontatlanul kerül a generátorgázba. A vízgőzben és hidrogénben dús gáz — Osann megállapítása szerint — az acél minőségére is káros befolyást gyakorol és az ilyen gázzal fűtött kemencékben a kovasavtartalmú téglák felületéről fokozatosan vékony rétegek válnak le, az acélfürdő anyaga pedig vöröstörésre hajlik. A gáz hidrogén- és vízgőztartalmának felső határa nem állapítható meg pontosan; Osann tapasztalati alapon azt ajánlja, hogy minden elgázosítandó 1 kg C-ra legfeljebb 0,25 kg vízgőzt fűjtassunk be a gázfejlesztőbe.

A Ziegler szerint a gáz vízgőztartalmának növekedésével a hőátadás is kedvezőtlenebbé válik. Az ebből a célból megejtett hőfokmérések azt mutatták, hogy a láng-hőmérséklet annál kisebb lett, minél inkább megnövekedett a gáz nedvességtartalma.²⁾

A Martin-kemencék tüzelőfogyasztásának nagysága a betét nagyságával és az adag időtartamával áll összefüggésben. Minél kisebb az utóbbi és minél nagyobb az előbbi, annál kedvezőbben fog alakulni a kérdéses kemence tüzelőfogyasztása. Jóminőségű kőszén esetében a szénfogyasztás és az adagtartam — jó járás mellett — általában az 1. sz. táblázat szerint alakul, ha a kőszén fűtőértéke legalább 6000 he-t tesz ki kg-onként.

Ha a számtáblázat értékeit grafikon alakjában tüntetjük fel úgy, amint azt a 12. ábrában látjuk, úgy a betétnagyság, az adagtartam és a szénfogyasztás összefüggésének sokkal

¹⁾ I. Bronn, Verringerung des im Generatorgas enthaltenen Schwefels, St. u. E. 1926. évf. 78. old.

²⁾ VDE acélműbizottságának 96. sz. jelentése.

szemléltetőbb és tanulságosabb képét nyerjük. Látjuk, hogy milyen meredek vonal mentén, milyen hirtelenül emelkedik a szénfogyasztás, ha 20—30 t-nál kisebb betétű kemencével dolgozunk és milyen kevésbé csökken a szénfogyasztás akkor, ha kemencénk betétje elérte, illetőleg túllépte a 40—50 tonnás nagyságot. Az adagtartam vonalának iránya már sokkal egyenletesebb, illetőleg sokkal inkább arányos a betét nagyságának fokozatos növekedésével és csökkenésével. Az adagtartam és a szénfogyasztás vonalának a 35 tonnás betét ordinátáján való találkozása e két érték legkedvezőbb viszonyát szemlélteti és egyben kétsége-

1. sz. táblázat.

Martin-kemencék adagtartama és szénfogyasztása.

A betét nagysága t	Adagtartam óra	Szénfogyasztás 100 kg acélra kg
10	4	40
20	4'5	32
30	5	27
35	5'25	26
40	5'5	25
50	6	23
80	9	21
100	11'5	19

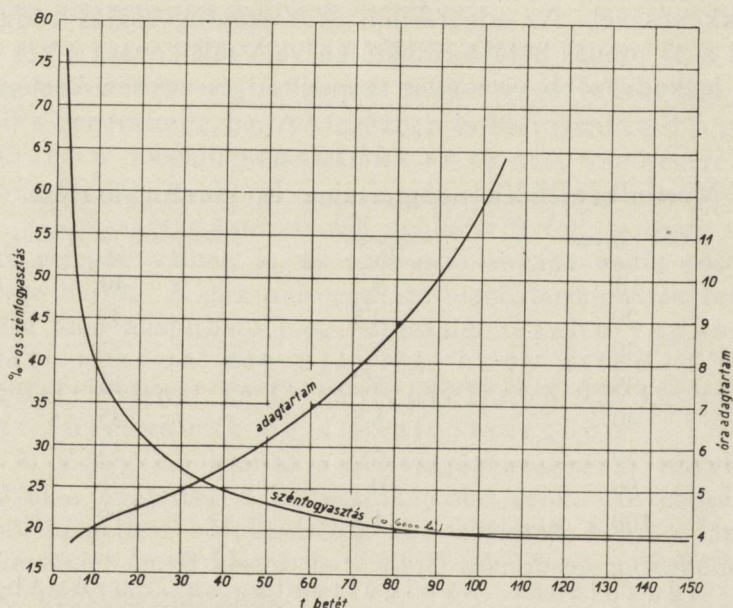
len igazolását szolgáltatja az Európában olyan nagy kedveltségnek örvendő 30—40 tonnás Martin-kemencék tartós létjogosultságának.

B) Kokszolókemencék gázaival való tüzelés.

A kokszolókemencék nagy fűtőértékű gázai a vasipari tüzelések terén mind nagyobb jelentőségre tesznek szert. Mindenképen megokolt dolog tehát, hogy a kokszolókemencék gázfeleslegeit a Martin-kemencék üzemében is hasznosítsuk. Ez annál inkább helyénvaló, minthogy a fűtőgáz nagy fűtőértékének éppen a Martin-kemence üzemében van különös jelentősége. Néhány nagyobb vasipari telepen annyira megkedvelték a kokszkemencék gázaival való tüzelés rend-

szerét, hogy gázfejlesztőket tulajdonképpen csak tartalék gyanánt tartanak üzemben arra az esetre, ha a kokszolókemencék üzeme szünetelne. Ezeken a telepeken a kokszolókemencéket kohógázzal fűtik, hogy a nagyobb fűtőértékű kokszgázok teljes egészükben a nagyobb hőmérséklettel dolgozó kemencék (pl. Martin-kemencék) számára maradhassanak meg.

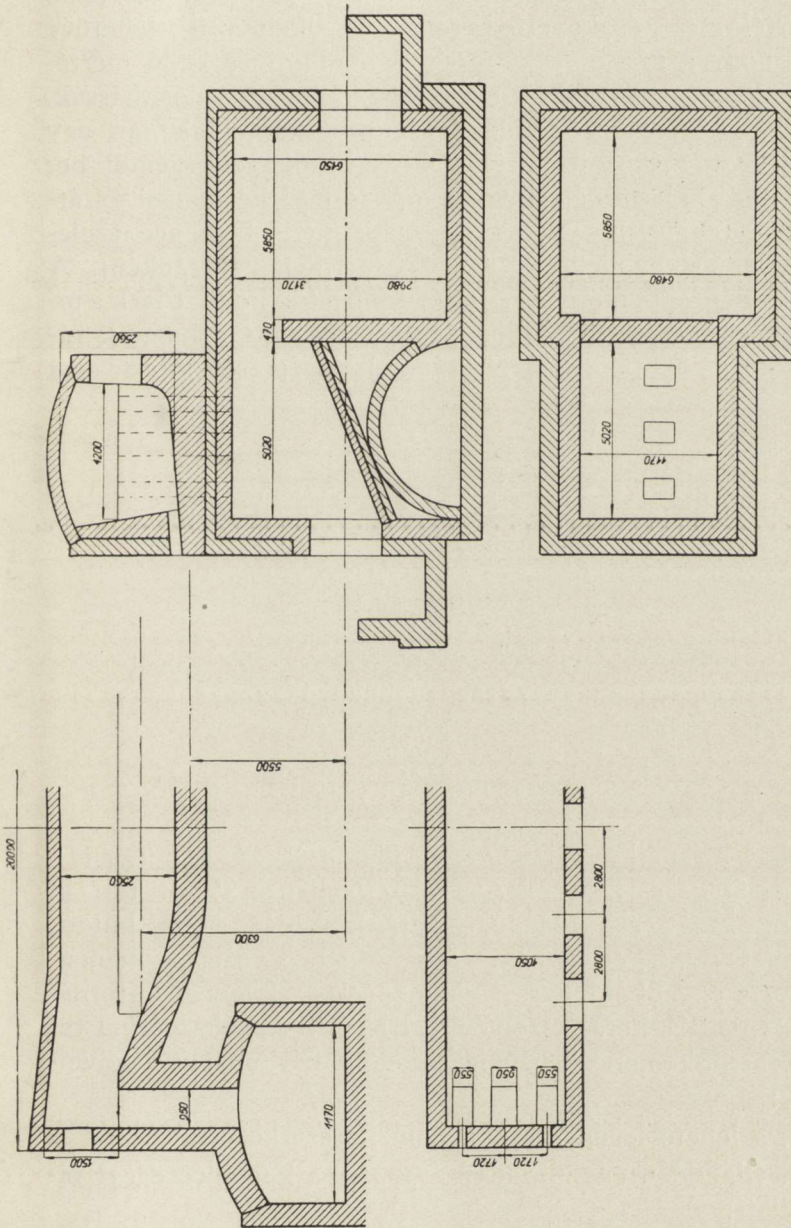
Minthogy a kokszolókemencék gázainak több mint há-



12. ábra.

A Martin-kemence szénfogyasztásának és adagtartamának ábrája.

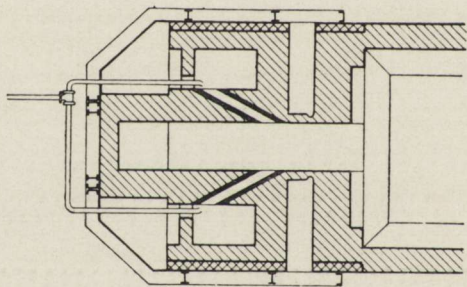
romszor akkora a fűtőértéke, mint a jó generátorgáznak, és az égéshőmérséklete is megfelelően nagyobb, a kokszgázzal tüzelt Martin-kemencéknek nincs szükségük gázregenerátorokra. A kokszgázok előmelegítése ugyanis az égés hőmérsékletét annyira emelné, hogy azt a Martin-kemence falazata nem sokáig bírná. Bár a kizárólag kokszgázzal fűtött Martin-kemencék üzemét már többszörösen kipróbálták, a Martin-tüzelésnek ez a módja mégsem népszerű, minthogy a túl nagy fűtőértékű gázokkal tüzelt kemencék üzeme mindig igen kényes és érzékeny. Ezért a kokszolókemencék gá-



13. ábra.
Koksgázzal fűtött 100 tonnás Martin-kemence (St. u. E. 1923. évf. 665. old.)

zait rendszerint kohógázzal, vagy generátorgázzal keverik a Martin-kemencék tüzelésének céljaira. Önműködően jelző fűtőérték-mérő és keverő berendezés alkalmazása lehetővé teszi, hogy a gázkeverék fűtőértékét mindig a kellő mértékben tarthassuk, illetőleg a szükséghez képest módosíthassuk.

O. Schweitzer többéves üzem adatai alapján egy kokszgázos Martin-üzemről a következőképen számol be: A 100 t-ás Martin-kemence gázfogyasztása két üzemi év átlaga gyanánt 321 m^3 -t tett ki tonnánként. A kemence nyolcórás adagtartam mellett 300 t acélt termelt 24 óránként. A kamrákat úgy óvták meg a korai romlástól, hogy elők a m-rát építettek eléjük. Ilyen védelem mellett a kamrák rácszata két (400 adagos) járatot is rendszeresen kibírt, és a



14. ábra.

Trinks Martin kemencéje. (Stahlwerksbericht Nr. 90.)

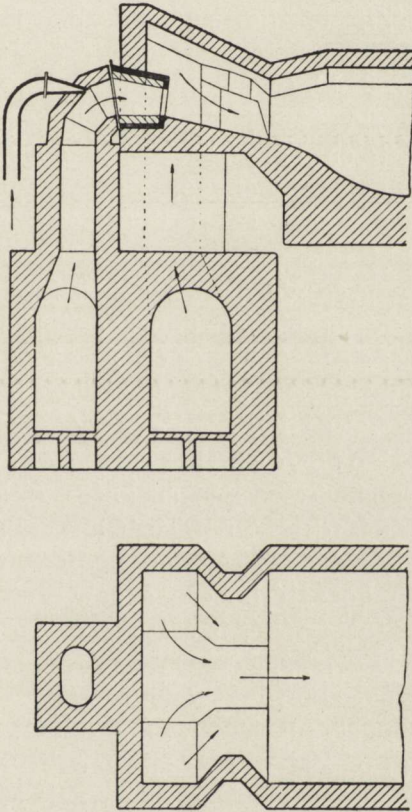
rácsok a második járat végén se tömődtek el. A tűzálló anyagfogyasztás két évi átlagban 25%-ot tett ki (25 kg-ot az acél minden q-ja után). A gázt vízzel hűtött, acélból készült két, 120 mm átmérőjű égő vezeti a kemencébe. Az egyenként 100 t-ás kemencék 3—3 levegőcsatornájának együttes keresztmetszelve 1.94 m^2 . A kokszgázzal tüzelte Martin-kemencék üzemének előnyei általában a következők:

1. a lehető legegyszerűbb kemenceszerkezet;
2. állandóan egyenlő olvasztóhatás a kemence egész járata alatt;
3. a kemence tartósságának javulása;
4. kedvező tüzelőfogyasztás és

5. a gázfejlesztőtelep elmaradása folytán beálló megtakarítás fenntartási költségben és munkabérben.

A Schweitzer cikkében tárgyalt, kokszgázzal fűtött 100 t-ás Martin-kemencék szerkezetét a 13. ábrán látjuk.

A német vaskohómérnökök egyesülete acélműbizottsá-



15. ábra.

Loftus-rendszerű Martin-kemence (Stahlwerksbericht Nr. 90.)

gának 90. számú jelentésében Bulle az amerikai Martin-kemencék ismertetése során különleges kokszfűtésű kemencék szerkezetéről is megemlékszik. Így megemlíti, hogy Amerikában nem ritkán úgy igyekeznek az égés folyamatának tökéletességét javítani, hogy többféleképpen, illetőleg többízben vezetnek levegőt az elégetendő gázáramhoz.

Trinks ebből a célból levegő-, vagy gőzsugárfuvót al-

kalmaz és ezekkel szállítja az elégés helyére a kamrában felmelegedett levegőt (14. ábra). Lotfus-nak a 15. ábrán bemutatott Martin-kemencéjébe másként történik a levegő bevezetése.

Egler és Mac Kune úgy igyekeztek a fűtőgáz jobb kihasználását biztosítani, hogy a tűzfejekbe vízzel hűtött fojtószelepeket építettek be abból a célból, hogy a megfelelően beállított szelepekkel az áramlás módját és sebességét szabályozhassák. Tekintve, hogy ilyen nagy hőmérsékletű térben mozgó szerkezetek működése sem tartós, sem biztos nem lehet, kétségtelen, hogy Egler és Mac Kune megoldásainak elterjedéséről nem lehet szó.

A koksizólókemencék gázaival fűtött Martin-kemencék üzemének további jelentékeny előnye, hogy az ilyen gáz mindig kénszegény és vízgőztartalma is kisebb, mint a generátorgázé. Hátránya viszont ennek a tüzelőmódnak, hogy külön nyomásszabályozó és gáztartóberendezést igényel, ami persze a beruházási és üzemi költségek növekedésével jár. Ezenkívül a koksizólókemencék gázai, illetőleg ezek alkotórészei szétesésre is hajlamosak, ha előmelegítésre van szükség. A koksizólókemencék előmelegítés közben történő bomlását a szénhidrogének egy részének szétesése okozza, részben pedig a másodlagos levegőnek véletlen hozzáférése a gázvezetékhez. Ezek a befolyások a gáz fűtőértékét is észrevehetően leszállíthatják.

C) Folyékony tüzelőanyagok.

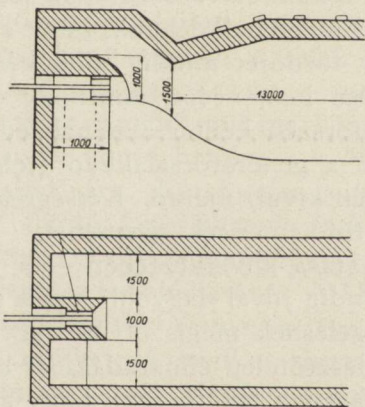
Martin-kemencék tüzelésére használt folyékony tüzelőanyag a nyersolaj, a kátrányolaj és maga a folyékony kátrány. A nyersolajnak Martin-tüzelésre való alkalmazása csak ott járhat számbavehető gazdasági előnyökkel, ahol a nyersolaj olcsón kapható, tehát csakis az olajforrásoktól nem nagy távolságban fekvő vasipari telepeken. Az olaj világszertei helyzeteinek módosulása néha olyan Martin-műveket is a nyersolaj használatának előnyeireh jutathat, amelyek különben nem szoktak ezzel a tüzelőanyaggal dolgozni. Így 1933. óta a csepeli Martin-acélmű is többször dolgozik romániai nyersolajjal, illetőleg párlási maradékaival. Az olajfűtésű Martin-kemencék üzemében Csepelen a következő előnyök mutatkoztak:

1. a tüzelőenergia forgalma igen előnyös, mert az acél minden tonnájára 1,000.000 he-nyi fűtőértékű fogyasztást állapítottak meg többhónapi átlag gyanánt;

2. az adagtartam jelentékenyen megrövidült és ezzel kapcsolatban a fajlagos acéltermelés (óránként és a munkatér négyzetmétereként) megközelítette a 400 kg-ot;

3. az acélminőség igen jó, minthogy a nyersolaj kénmentes és így az acélfürdőt nem fertőzi meg.

A csepeli olajfűtésű Martin-üzemben mind a meglévő négy kamrát járatták, de csak levegőre, páronként felváltva. A munkatér nagy hőmérsékletét a rendes szilikatéglákból



16. ábra.

Amerikai olajfűtésű kemence vázlatja.

készült boltozat nem bírja és helyett sikerrel alkalmazzák a karinthiai radentheini magnezitgyár „R a d e x” - tégláiból készült boltozatot. Az adagtartam feltűnő rövidségéből és az igen nagy fajlagos termelésből önként következik az acél termelési költségeinek rendkívül kedvező alakulása. A tűzfejek teljes hiánya több tekintetben további nagy előnyt jelent.

Az északamerikai Egyesült Államok Martin-acélműveiben gyakran használnak kátrányt, vagy kátrányolajat a kemencék fűtésére. A 16. ábra ilyen olajfűtésű Martin-kemence vázlatát mutatja be. Ha a folyékony kátrányt csak póttüzelő gyanánt használjuk a kokszgáztüzelésű ke-

mence üzemében, akkor a két különböző halmazállapotú tüzelőanyagnak a kemencébe való bevezetésére különleges víz-hűtésű keverő-égőt alkalmaznak.¹⁾

D) Szilárd tüzelőanyag.

A Martin-kemencék szilárd tüzelőanyaga a szénpor. A szénportüzelés a legújabb idők tüzeléstechnikájának a vívmánya és előnyei olyan nagyok, hogy a Martin-kemencék üzemében is ki kellett ezt a tüzelőmódot próbálni. A szénportüzelésnek a Martin-üzemben igen nagy nehézségekkel kell megküzdenie. A legfőbb nehézség az, hogy a lebegő szénhamu siettetni a falazat anyagainak salakosodását és fokozatosan eltömi a kamrák rácszatánának szabad szelvényeit. Arról sem szabad megfeledkeznünk, hogy a szénportüzelésű Martin-kemencék fürdőjét mindig több kén fogja fertőzni, mint a gáztüzelésű kemencéét, minthogy ebben az utóbbi esetben a generátorszén kéntartalmának egy része mindenestre véglegesen a generátorsalakban (tehát a Martin-kemence munkaterén kívül) marad. Kétségtelen, hogy a szénportüzelésű Martin-kemencék üzemében — a szálló szénhamu roncsoló hatása következtében — a javítási, fenntartási költség is mindig jóval nagyobb lesz a szokottnál.

A szénportüzelésnek mégis olyan nagy előnyei is vannak (pl. a gázfejlesztőtelep elmaradása és a silányabb szénfajták felhasználásának lehetősége), hogy áldozatok árán is érdemes a Martin-kemencék szénportüzelésének kérdését napirenden tartani.²⁾

¹⁾ VDE acélműbizottságának 90. sz. jelentéséből.

²⁾ „Powdered Coal in Steel Furnaces“ Iron Age, 1928. évf. 1603. oldal, továbbá: H. Bleibtreu, Kohlenstaubfeuerungen, Berlin 1930. J. Springer-Verlag, 248—249. old.

4. A Martin-kemence üzeme. A kémiai folyamat. A Martin-acélgyártás újabb változatai.

A Martin-kemence metallurgiai folyamatának módját, irányát az a körülmény szabja meg, hogy a munkatérnek a fürdővel érintkező részei bázikus, vagy savas anyagból készültek-e, továbbá, hogy egyben a salak is bázikus, vagy savas hatású-e. Az acélgyártás — velejében — oxidációs folyamat, amiből önként következik az előbb említett körülmények döntő befolyása a Martin-acélgyártás folyamatának alakulására. Kétségtelen ugyanis, hogy savjellegű oxidokat alkotó kísérőelemek csak bázikus hatású salakkal és bázikus anyagú munkatérben — és viszont — oxidálhatók gyorsan és mélyrehatóan. A képződött oxidoknak a salakban való lekötése és megtartása is csak ilyen feltételek mellett sikerülhet. A bázikus anyagból való munkatérrel bíró Martin-kemencét röviden bázikus kemencének, a gyártási módot bázikus eljárásnak s az így készült Martin-acélt bázikus acélnak nevezzük. A bázikus kemence építőanyaga elsősorban az égetett magnézit, a savas kemencéé pedig a savas hatóanyagú kvarc.

A bázikus és a savas Martin-acél minősége — egyformán gondos és kifogástalan gyártás esetében — tulajdonképpen tökéletesen egyenlő értékű. Párhuzamos fizikai vizsgálatok eredménye bizonyítja, hogy a kétféle gyártású Martin-acél minősége tekintetében csupán a szívósság, helyesebben: csupán a kontrakció mértékében mutatkozik némi eltérés a bázikus acél javára.²⁾ Gazdaságosság tekintetében viszont — általában — a bázikus eljárásnak van fölénye a savas eljárással szemben, amit legjobban az a tény bizonyít,

²⁾ Dr. Schmitz F., Vergleichende Untersuchungen von basischem und saurem Stahl, St. u. E. 1923. évf. 1536. oldal.

hogy az üzemben lévő Martin-kemencék túlnyomó nagy többségének bázikus bélése van. A Martin-kemencék első idejében csak savas bélésű kemencék épültek; bázikusakat csak akkor kezdtek alkalmazni, amikor Thomas bázikus bélésű szélfrissítő konvertere is ismeretessé vált, vagyis 1878. után.

A) A bázikus eljárás.

Üzemgazdasági tekintetben a bázikus Martin-acélgyártásnak elsősorban azért van jelentős előnye a savas módszerrel szemben, mert a bázikus eljárás a nyersvasbetét olyan kísérőelemeinek elégetését, oxidációját segíti elő és gyorsítja meg, amelyek a nyersvas révén rendszerint nagy mennyiségben kerülnek a betétbe s amelyeket legtöbbször nagy mértékben, sokszor pedig egészen nyomukig el kell távolítani a betét anyagából. Tudjuk, hogy a bázikus bélés és az ugyancsak bázikus salak — már ismert okok folytán — főleg a betét Si-, C- és P-tartalmának elégetését, oxidációját, illetőleg elsalakitását teszi lehetővé és siettet. Ez a tény különösen élesen világít rá a bázikus Martin-acélgyártás nagy üzemgazdasági előnyére. A rendszerint nagyobb részben olcsóbb minőségű nyersvasból álló vasbetét ugyanis éppen ezeket a felsorolt kísérőelemeket tartalmazza nagyobb mennyiségben és ugyanakkor a lágy és közép kemény acél ugyanezekből az elemekből kell, hogy legkevesebbet tartalmazzon. A bázikus Martin-acélgyártás tehát abban a tekintetben is előnyösebb és keresettebb eljárás, hogy — legalábbis elvben — mindenféle fajtájú és minőségű, még oly silány minőségű nyersvasak feldolgozására is kitűnően alkalmas.

A legtöbb Martin-kemence rendszerint vegyes betéttel dolgozik: nyersvas mellett ócskavasat is használ. Ha az ócskavas ára kedvező, az ócskavas részesedése sokszor nagyobb a nyersvasénál.

A betét szilárd anyagait adagológép rakja a kemencébe. A folyékony nyersvasat eltolható beöntőcsatornán át a nyersvasüstből öntjük a kemence munkaterébe. A folyékony nyersvasat lehetőleg akkor öntjük be, ha a betét előzőleg berakott szilárd anyagai leszálltak, leülepedtek.

A bázikus Martin-acélgyártás betétanyagainak minősége tekintetében a következőket kell megjegyeznünk. Bár a bá-

zikus Martin-kemencében — elvben — minden fajtájú és minden származású vasanyag feldolgozható, az eljárás gazdaságossága és a kész acéltermék kifogástalan minősége érdekében mégis bizonyos határokat úgy a nyersvas kémiai összetétele, mint az ócskavas minősége tekintetében föltétlenül be kell tartanunk. A legfontosabb ebben a tekintetben a felhasználandó nyersvas Si-, Mn- és P-tartalmának mértéke.

A bázikus Martin-acélgyártás nyersvasának Si-tartalma rendszerint nem haladja meg az 1%-ot. Diepschlag azt mondja, hogy a bázikus nyersvas Si-tartalma 0'8 és 0'5% között mozog.¹⁾ Ez a megállapítás mindenestre sokkal közelebb jár az igazsághoz, mint számos üzem helyi alkalmazású és téves megfigyeléseken alapuló felfogása a Si-tartalom hatása és nagysága tekintetében. Kisebb Si-tartalom mellett a betét frissítő folyamatai nem lehetnek eléggé elevenek, a nyersvas, illetőleg a betét reakcióképesége gyenge marad. A kellő Si-tartalomnak azonban ennél is nagyobb jelentősége van a folyamat kémiai irányítása tekintetében, amiről azonban csak ennek a fejezetnek C)-alfejezetében lesz részletesebben szó. Mindenesetre kétségtelen, hogy a túlzottan nagy Si-tartalmaktól óvakodnunk kell, minthogy a Si oxidálódásának erősen savjellegű terméke a kemence munkaterének bázikus falait megtámadja, azok tartósságát rontja. Nagyobb Si-tartalmú nyersvasfajtákat tehát csak sok ócskavasat tartalmazó betét és kemény, karbondús acél gyártása esetén dolgozunk fel. Kis Si-tartalmú nyersvasak következetes, rendszeres használata azonban mindenképen megokolatlan, helytelen és ezért elvetendő.

A nyersvas Mn-tartalmának igen fontos szerep jut a bázikus Martin-acélgyártás folyamatában. Egyrészt megakadályozza az oxigén bejutását a vASFürdőbe és így megvédi a vasat az oxidálódástól is, másrészt erősen reakcióképesé teszi a salakfűrdőt, amely Mn-hiány esetén reakcióképtelen marad.²⁾ A nyersvas mangántartalma éppen ezért lehetőleg mindig több legyen, mint 2%, de az egész

¹⁾ E. Diepschlag, Der Hochofen, Spamer-Verlag, 1932. Leipzig, 208. oldal.

²⁾ „Eisenhütte“ IV. kiadás, 529. oldal, továbbá Diepschlag, Der Hochofen, Leipzig, 1932. Spamer-Verlag, 208. oldal.

fémes betét átlagos mangántartalma semmi esetre se szálljon 1'0—1'2% alá, főleg, ha biztosak akarunk lenni a gyártandó acél föltétlen jó minőségében. A bázikus Martin-acélgyártásnak csak előnyére van, ha a feldolgozásra kerülő nyersvas Mn-tartalma 3%, vagy ennél is több. Ha az ilyen nagyobb mangántartalmú nyersvas néha drágább is, ha az elsalakuló nagyobb mangánmennyiség növeli is a folyamat fémvesztését, mindezért bőséges kárpótlást nyerünk az acélminőség lényeges javulásában, az adagtartam számottevő megrövidülésében és az ezzel összefüggő előnyökben. Németországi és amerikai kísérletsorozatok kétértelműséget kizáró módon bebizonyították, hogy a betét megnövelt mangántartalmának nemcsak az acéltermék javuló minősége, kénben való szegénysége és a kisebb ferromangánfogyasztás a következménye, hanem a fajlagos kemenceteljesítmény lényeges javulása is.¹⁾

A bázikus Martin-eljárás nyersvasának P-tartalma különleges megítélést kíván. A nyersvas P-tartalma felső határának megállapítása azért különleges eset, mert — bár a bázikus Martin-acélgyártás lehetővé teszi ugyan a betét P-tartalmának elsalakosítását, mégis — a nyugodt üzemmenet és az acéltermék P-mentessége, illetőleg P-szegénysége érdekében — igyekezzünk a legkevesebb P-t tartalmazó nyersvas feldolgozására. Nagy P-tartalmú nyersvasbetétek esetében ugyanis egyrészt nagyobb mennyiségű mészpótlékkal, nagyobb tömegű salakkal kell dolgoznunk, ami a hőenergiafogyasztás növekedésével jár, másrészt — ha álló, nem billenthető kemencében dolgozunk — a foszforral telített salaknak kellő időpontban való leeresztése igen körülményes és kellemetlen munka. O s a n n 0'5%-ban véli megállapíthatni a bázikus nyersvas P-tartalmának megengedhető felső határát,²⁾ amihez mindenesetre megjegyezzük, hogy szerzőnek számos esetben kellett jóval P-dúsabb nyersvasakat is feldolgoznia.

Az ócskavas minősége tekintetében — ennek az anyagnak természetéből folyóan — csak kevés kikötés lehet-

¹⁾ A. W. Schmith előadásának (az Amer. Iron and Steel Inst.-ban) kivonata a St. u. E. 1927. évfolyamának 417. oldalán.

²⁾ B. O s a n, Lehrbuch der Eisenhüttenkunde 2. köt. II. kiad. 463. old.

séges. Azt föltétlenül ki kell kötni az ócskavas szállítását biztosító szerződésben, hogy ezek az anyagok horganyozott, ónozott és zománcozott tárgyakat ne tartalmazzanak. Az ónnak régebben félelmetesnek hitt befolyását újabb rendszeres vizsgálatok már nem mutatják olyan rendkívül veszélyesnek, mert W. Keller kísérletei azt mutatják, hogy 0'6—0'7% Sn-ot tartalmazó lágy acélokat minden hiba nélkül hengereltek ki lemezekké.¹⁾ Minthogy az ócskavas között mindig akadnak kisebb-nagyobb réz- és sárgaréztárgyak, ezeket az ócskavasrakásokból legkésőbbben a berakóteknőkbé való beszórásakor gondosan ki kell válogatni, nehogy a Martin-kemencébe kerülhessenek. Igen ajánlatos az erősen átrozsdásodott vékonyabb acéltárgyak teljes mellőzése, de legalább is azok részesedésének nagyfokú korlátozása, ha azt akarjuk, hogy acélunk jóminőségű és teljesen vöröstörésmentes legyen.²⁾

A bázikus kemence fémes betétjéhez mindjárt a berakáskor bázikus jellegű salakképző anyagokat is kell adni. Ez a bázikus salakképző anyag a mészkő, vagy az égetett mész. Az égetett mész pótlékolása mindig előnyösebb, mert gyorsabb a hatása és kevésbé hűti le a fürdőt, elesvén a szénsav felszabadításának energiafogyasztása.

Az oxidációs folyamatok gyorsítása érdekében gyakran adunk a betétbe, illetőleg a betéthez, oxigént leadó anyagokat is — vasércet és vasrevét —, amelyeknek oxigénje a fürdőben leválik és a fémes betét karbontartalmát oxidálja, elégeti. A reve és a vasérc anyagából leváló oxigénnek ez a hatása igen erőteljesen támogatja a fűtőgázok oxidáló munkáját. Fontos, hogy az ilyen célokra használt vasérc vasban (tehát leváló oxigénben is) gazdag, ellenben fertőzőmennyekben (P és S) szegény legyen, nehogy túlságosan nagy salakmennyiséggel kelljen dolgoznunk. A vasreve anyaga majdnem tisztán a Fe és az O vegyületeiből áll, ennél az anyagnál tehát nincsen gondunk a fertőzőmennyek tekintetében.

Rendszeres kísérletek kimutatták, hogy a frissítés gyorsítását szolgáló vasércpótlékok gazdaságossá-

¹⁾ W. Keller, Der Einfluss des Zinns, St. u. E. 1929. évf. 138. oldal.

²⁾ Dr. H. Monden, Beitrag zur Metallurgie des basischen Verfahrens, St. u. E. 1923. évf. 745. old.

gát az érc kémiai összetétele és beszerzési ára alapján kellő biztossággal meg lehet állapítani, úgyszintén azt a mennyiséget is, amelyet a kívánt dekarbonizáció szükségessé tesz. A megítélés alapja az a tény, hogy a frissítő pótlék növekedő kovásvartalma nagyobb mészköpótlék alkalmazásával és a vasvesztés növekedésével jár együtt. Ha az ércpótlékból többet adunk, mint amennyi az időegységként kiégő karbonmennyiségnek megfelel, akkor a vasérc Fe-tartalmának egy része el fog salakulni.¹⁾

A mészkönek (esetleg égetett mésznek), a vasércnek és a revének nem teljes mennyiségeit rakjuk be a fémes betéttel együtt, illetőleg egyidőben, hanem részletekben, az adagmenet során mutatkozó szükséglethez mérten.

Ha az adag fémes része és a vele egyidőben beadandó pótlékok (érc, reve, mészkö) berakása befejeződött, leeresztjük az ajtókat és a fűtés szabályozásával mindenképen arra igyekszünk, hogy minél előbb folyékony fürdők legyen, vagyis, hogy a betét szilárd részei olyan gyorsan beolvadjanak, ahogyan csak lehetséges. A beolvadás siettetése mindenképen időnyereséget jelent, minthogy a reakciók tekintélyes csoportja csak az egész rendszernek folyékonyvá válása után indul meg, illetőleg bontakozik ki egész terjedelmében. A beolvadás sebessége a kemence szerkezetétől (elsősorban a tűzfej szerkezetétől), a betét minőségétől, illetőleg vegyi összetételétől és a kemence személyzetének ügyes, lelkiismeretes munkájától függ. A kemence, illetőleg a tűzfej szerkezetének lényeges befolyásáról már volt szó; tudjuk, hogy elsősorban a szűrőlángszerű tűzjárás az, ami — erről az oldalról — a beolvadás sebességét növelheti. Ha a fémes betét C- és Si-tartalma viszonylag nagy, vagyis ha nagyobb nyersvasmennyiség van a betétben, akkor a beolvadás gyorsabb, és viszonylag hamar jutunk folyékony fürdőhöz. Az így keletkezett folyékony fürdő azonban dús lesz karbonban és az acélfürdő C-tartalmának oxidálása, frissítése éppen ezért tovább fog tartani. Ha tehát úgy nyersvasból, mint ócskvasból (acélhulladékból) bőven van készletünk, akkor a betét nyersvas-

¹⁾ Siegf. Schleicher, Untersuchung über die Wirtschaftlichkeit verschiedener Frischmittel, St. u. E. 1929. évf. 458. old.

részesedését úgy állapítjuk meg, hogy a beolvadás és a frissítés időtartama, illetőleg ezek viszonya egymáshoz, a legkedvezőbb lehessen. Ezek után természetesnek kell találnunk, hogy — vegyes betétek eseteiben — csak akkor lesz előnyös a nagy nyersvasrészesedés alkalmazása, ha kemény, karbonban dús acélfajtákat akarunk gyártani. Ha viszont kevés a nyersvas a betétben, úgy a beolvadás és vele együtt az egész adagtartam ideje meghosszabbodik, minthogy a fémcs betét olvadáspontja — a kísérőelemek viszonylag csekély mennyisége következtében — már az adag berakásakor is erősen felfelé tolódott el. Ilyenkor nem ritkaság a kellő hő hiánya és a beolvadt fürdő hígfolysának ki nem elégítő mértéke. Ha azonban a karbonszegény betét kielégítő hőmérsékletű folyékony fürdővé olvadt be (ami rendesen csak szúrolángú tűzjárásnál szokott sikerülni), akkor a frissítő szakasz, és vele az egész adagtartam mindenképen kedvezően fog alakulni, minthogy a frissítésnek — éppen az oxidálandó kísérőelemek kisebb mennyiségénél fogva — csak kevés munkája akad. Fontos tudnunk, hogy a betét C-, Si- és Mn-tartalmának kiegészése, oxidációja számottevő melegmennyiséget termel és ezzel hathatósan támogatja a tüzelés hatását és a hőforgalom egyensúlyának biztosítását.

A kemence személyzetének ügyes, szakszerű, lelkiismeretes munkája ugyancsak jelentős befolyást gyakorolhat az adagtartam kedvezőbbé tétele tekintetében. A kemencét kiszolgáló személyzet munkájának legfőbb feladata a tüzelés megfelelő szabályozása és állandó szemmeltartása, vagyis a gázminőség, gáznyomás, levegőmennyiség, kéményszerűség folytonos figyelése és megfelelő beállítása, a váltószelepek szabályszerű időközökben, illetőleg helyes időpontokban történő átváltása, azután a pótlékanyagok kellő időben való beadása, merítőpróbák vétele, csapolás, kemencejavítás, berakás és a többi. Mindenképen ajánlatos, hogy a kemence munkásainak munkáját önműködő ellenőrző készülékkel is megőrökítsük abból a célból, hogy a személyzet munkáját — akár napok múltán is — bírálat tárgyává tehessük. Ezek a műszerek ma már olyan egyszerűek, olcsók és mégis annyira biztos és pontos működésűek, hogy alkalmazásuk mindenképen megokolt. Egy a gáz-, vagy kéménycsatornára kapcsolt ilyen (pl. Hydro- v. P. de Bruyn-rend-

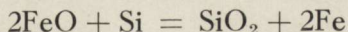
szerű) ellenőrző nyomásjelző berendezés nemcsak azt mutatja, hogy mekkora a gáz-, vagy kéménycsatorna nyomása, illetőleg ennek a nyomásnak az ingadozása, hanem pillanatnyi pontossággal jelzi és feljegyzi a szelepváltások időpontját, időközét, s ezzel a lángjárás mindenkori irányát, a berakás kezdetét és végét, a csapolás időpontját, sőt a kemence ajtajának minden nyitását és zárását is. E sorok írója — tudomása szerint — 1909-ben elsőnek alkalmazott Magyarországon ilyen ellenőrző készüléket Martin-kemencéken, amelyeknek üzemmenetét az ellenőrzésnek ez a rendkívül megbízható módja feltűnően megjavította.

Az oxidáló, frissítő folyamat csak a szilárd betét teljes beolvadása után bontakozik ki egész teljességében, bár a frissítő folyamat — legalább részlegesen — már a beolvadás folyamán megindul. A bázikus acélgyártásra egyenesen jellemző, hogy például a betét Si-tartalma már a beolvadás folyamata alatt igen nagy mértékben — néha úgyszólván nyomokig — oxidálódik, és kovásv alakjában átme gy a salakba. Az oxidációs folyamat első megindítója a fűtőgázok kémiai, oxidáló hatása. A fűtőgázokban ugyanis mindig van vízgőz és szénsav, amely alkotórészekből az adott fizikai és kémiai rendszerben mindig oxigén válik le. Az így levált és az esetleges levegőfelesleg révén érvényre jutó oxigénmennyiségek nem közvetlenül hatnak a betét kísérőelemeire, hanem a Fe-tartalom közvetítése útján. A fémes vasnak az az ismert hajlandósága ugyanis, hogy könnyen vesz föl, illetőleg köt le oxigént, a vas hőmérsékletének növekedésével együtt fokozódik. A Martin-kemence munkaterének adott viszonyai között tehát tömegesen képződik a vasbetét szilárd részeinek felületén az izzó re ve (Glühspan), amelynek vegyi alkata a vasoxiduloxid (Fe_3O_4) összetételéhez áll közel. Mindaddig, amíg a láng a munkatérben szilárd állapotú vásra talál, a vas felületén állandóan ez az izzó-reve képződik, amelynek egész tömegét feloldja azután a salak, akármilyen is ennek a Si-tartalma. Az így keletkezett és a salak jelentékeny részét alkotó „vasszilikátok” tehát nem lehetnek (illetőleg nem kell, hogy legyenek) igazi és szabályszerű vegyületek,

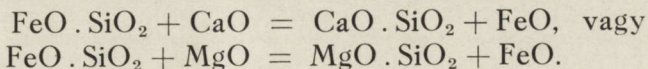
hanem csak a vasoxidulnak és a kovasavnak egymásban való oldatai. Ennek az oldatnak képződéséhez szükséges Si-, illetőleg kovasavmennyiségek forrása a berakott nyersvas, a vasércpótlék Si-tartalma és a kemenceboltozat fokozatosan leolvadó SiO_2 -tartalmú anyaga. Savas kemencék üzemében magának a kemence munkaterének anyagában áll rendelkezésre a kellő mennyiségű SiO_2 -tartalom, amelyet a fenékjavítás révén állandóan pótolunk.

A salakban feloldott Fe-O-vegyületek és a pótlékolt reve-, vagy vasércmennyiségek igen erélyesen hatnak a kisérelemek oxidációjának siettetése tekintetében. A salakfürdő folyékony oldata ugyanis a vas és az oxigén vegyületeinél nagyobb állékonyságú oxidok képződését kívánja meg. A salakban oldott Fe-O-vegyületekből tehát fokozatosan mind több és több oxigén fog leválni azért, hogy állékonnyabb, stabilisabb oxidok alkotórészévé lehessen. Ha ezek a másodlagos keletkezésű oxidok gázalakúak, akkor — gázbuborékok alakjában — kilépnek a fürdőből. Ha viszont a másodlagos képződésű oxidok — rendes hőmérsékleten — szilárdak, úgy a folyékony salakfürdőben fognak feloldódni.

Már említettük, hogy a bázikus Martin-kemencében legelsősorban a betét Si-tartalma oxidálódik SiO_2 -dá, kovasavvá, és pedig:

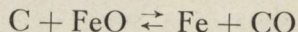


vegyi folyamat értelmében. Az így keletkezett kovasav a salakfürdő feleslegben lévő FeO-tartalmával — átmeneti állapot gyanánt — könnyen olvadó vasoxidul-szilikát-salakot alkot. Természetesen azonban, hogy a bázikus Martin-kemencék erősen bázikus jellegű salakjában a vasoxidul — mint igen gyenge bázis — nem sokáig tarthatja lekötve a legerősebb savat, a kovasavat. A vasoxidul-szilikátból tehát az erős bázisok (CaO és MgO) gyorsan és fokozatosan kiszorítják a vasoxidult és maguk lépnek a helyébe:



Az így szabaddá váló vasoxidul újra feloldódik a salakfürdőben. A salak kovasavjával szemben a vasoxidulénál gyengébb, de egyébként egészen hasonló természetű szerepet játszik a salak MnO -tartalma is.

A betét karbontartalma a bázikus kemencében gyorsan oxidálódik szénmonoxiddá. A betét karbontartalmának csökkentése a

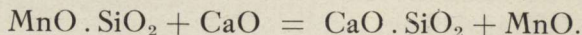


vegyi egyenlet értelmében megy végbe. Ez a vegyi folyamat főleg a vas és a salak fürdőjének egymással érintkező közös felületén megy végbe, mert itt hatnak egymásra tömegesen a vasfürdőben oldott karbon és a salakfürdőben oldott vas-oxidul. A salakfürdő tehát forrása, illetőleg raktára annak a vegyületnek, a vasoxidulnak, amelyet az oxidációs folyamat, a frissítő munka legfontosabb tényezőjének, főleg pedig legmegbízhatóbb megindítójának kell tekintenünk. Az oxidáció munkájának folytatását — a szükséghez képest — a betéthez adott egyéb oxigént leadó anyagok (reve és vasérc) is elvégezhetik, illetőleg támogathatják, siettetik. A betét karbontartalmának a fentemlített képlet szerint történő kiégése, oxidációja elméletileg:

$$v = [\text{FeO}][\Sigma\text{C}]k_1 - k_2 \cdot p_{\text{CO}}$$

reakciósebességgel megy végbe, amely utóbbi képlet részletesebb értelmezésével alább, a desoxidáció tárgyalása során (ennek a szakasznak C) alfejezetében) találkozunk. A keletkezett CO-gáz a fürdőt számtalan gázbuborék alakjában hagyja el és a folyékony fürdőt forrásszerű mozgásba hozza. A fürdőnek ez a forrásszerű mozgása igen előnyös a frissítő művelet szempontjából, mert az egész fürdőt egyenletesen átható mozgás nagyobb hatófelületet biztosít és a folyamatok lejátszódásának egyenletes elosztódását teszi lehetővé. A fürdő felületén kilépő szénmonoxidot a láng oxidáló hatása széndioxiddá oxidálja. A rendes bázikus Martin-acélgyártás dekarbonizáló hatása csak körülbelül 0'04% C-tartalomig terjed. Ennél kisebb karbontartalom csak különleges gyártási módok (pl. Armco-vasgyártás) keretében érhető el.

A bázikus betét mangántartalma MnO -lá oxidálódik és a salakban a kovásvához kötődik. Az erősebb bázis, a CaO azonban mihamarább kiszorítja az átmeneti szilikátokból:



A salaknak ez a felszabaduló mangánoxidulja a bázikus

acélgyártásnál rendkívül fontos szerepet játszik, egyrészt, mert a salakot híg folyóvá és ezzel reakcióképesebbé teszi, másrészt — minthogy a salakfürdőben feloldott FeO-mennyiséggel állandó egyensúlyban kell maradnia — megakadályozza azt, hogy a salakban fölös FeO-mennyiségek oldódjanak fel. A betét anyagainak mangánreakciója tehát kitűnő szabályozója a bázikus Martin-acélgyártás vegyi folyamatának úgy az acél minősége, mint az eljárás gazdaságossága szempontjából. A mangánoxidul és a vasoxidul imént említett állandó egyensúlyának következménye az a tapasztalati tény, hogy a Martin-acél mangántartalma se nagyobb, se kisebb nem lehet annál a mértéknél, amely a fürdő mindenkor hőfokával és salakösszetételével kapcsolatos MnO-FeO -egyensúlynak éppen megfelel.¹⁾ A bázikus Martin-kemencék leglágyabb, karbonban legszegényebb közönséges acéljaiban elég jelentékeny, 0,25—0,35%-nyi Mn-tartalom szokott visszamaradni.

A bázikus Martin-kemencék betétjének P-tartalma oxidálható ugyan, de csak több feltétel kielégítése esetében. Ha a hőmérséklet viszonylag alacsony — tehát a folyékony fürdő képződésének első szakaszában — és a salak elegendő vasoxidult tartalmaz, ellenben kovásv-főlöslég nincsen benne, akkor a betét P-tartalma meglehetősen sebességgel oxidálódik P_2O_5 -dá. Ez a foszforsavanhidrid azután átmenetileg a vashoz, véglegesen pedig a kalciumhoz kötődik. Ha azután a frissítő folyamat során a hőmérséklet magasra emelkedik s a salak FeO- és SiO_2 -tartalmának viszonya is kedvezőtlenebbé válik, úgy a salakban lekötött foszfor egyrésze újból a vASFürdőbe tér vissza. A salak nagyfokú bazicitása, nagy CaO- és MnO-tartalma elősegíti a lekötött foszfornak salakban maradását. Ha tehát az a feladatunk, hogy acélunk foszformentességét, illetőleg foszforszegénységét feltétlenül biztosítsuk, úgy alig marad hátra más, mint a foszfordús, illetőleg foszforral telített salak külön leeresztésének, lecsapolásának kellemetlen, de célszerű művelete. Ilyen óvatossági intézkedésekkel mindig sikerül a kész acél P-tartalmát 0,03—0,04% alatt tartani. Ez a foszformentesség pedig nem szokott az acélminőség ártalmára lenni.

¹⁾ H. S c h e n c k, Physikalische Chemie der Eisenhüttenprozesse, Berlin, 1934. II. köt. 111. old.

A bázikus betét kéntartalma csak igen lassan és igen kis mértékben csökken az adagmenet során. A betét kéntartalma nem oxidálódik, hanem — legnagyobb részben — MnS alakjában megy át a salakba. Minthogy azonban az a mangánmennyiség, amelyet a kéntartalom ilyen lekötése (mint gyakran mondják: elsalakítása) fogyaszt, számottevő pénzértéket és nálunk — egyben — külföldi behozatalt jelent, legjobb, ha kénszegény betétet dolgozunk. Az adag befejező művelete során beadni szokott ferromangánmennyiség Mn -tartalma ugyanis csak csekélyebb S -mennyiséget köt le. A bázikus betét kéntartalma úgyszólván az egész adagtartam alatt változatlan marad; csak a befejező művelet mangánpótlékának hatása folytán lesz kisebb az acélfürdő S -tartalma.

A kemence nagyobb hőmérséklete és a salak nagyobb bazicitása mindig jótekonny hatást gyakorol az acél kéntelenítése tekintetében. Főleg a nagy munkatér-hőmérséklet az, ami a fürdő hígánfolyását és reakcióképességét előmozdíthatja. A hígabb folyás érdekében néha folyópátot (CaF_2) is dobunk a fürdőbe. Mind a két módszernek hátránya is van; ha huzamosan dolgozunk túlzottan nagy hőmérséklettel, akkor a kemencénk nem lesz tartós, ha pedig gyakran adunk folyópátot, akkor viszont ennek a fürdő felszínéről szétfreccsögő darabjai marják ki a munkatér falazatának savas részeit. A fürdőre dobott folyópát hatása ugyanis szinte robbanásszerű sebességgel áll be.

A betét fémes anyagának és ércpótlékának kísérőelemei közül még a réztartalmat kell megemlítenünk. Minthogy a vasérceket gyakran kíséri Cu -tartalom, azért nem ritkaság, hogy a nyersvasbetét számottevő mennyiségben hoz magával Cu -ot. Ugyanez a forrása az ócskavas és az acélhulladék gyakori kisebb-nagyobb Cu -tartalmának is. A fémes betétanyagok megválasztásában tehát ezen a ponton is kellő óvatosság szükséges. A Cu -tartalom ugyanis — bizonyos mértéken túl — határozott vöröstitést okoz és így a kovácsolhatóság jelentékeny megromlását okozhatja, hasonlóan, mint az acél S - és O -tartalma. Az óvatosság annál inkább ajánlatos, minthogy a Cu -ot az acélangyból sem oxidációval, sem elsalakítással nem lehet eltávolítani. Szerző

a Cu-tartalmú vasércekkel, illetőleg Cu-tartalmú nyersvas-sal dolgozó korompai acélműben azt tapasztalta, hogy 0'30—0'35% Cu-tartalom, nem kovácsolásuk céljaira gyártott közönséges acélokban, teljesen ártalmatlan, sőt — mint Daeves azóta bebizonyította — az acél rozsdá- és savállósága szempontjából határozottan előnyös is lehet.¹⁾ Vastag láncok kovácsolásához és általában körülményesebb kovácsolási munkákhoz azonban csak olyan acél használható biztos sikerrel, amelynek Cu-tartalma nem haladja meg a 0'1—0'15%-ot.

A vázolt frissítő, oxidációs folyamatok különböző változásokat idéznek elő az acél és a salakfürdő hőmérsékletében, mozgásának módjában, színében és fényében. Ezek a változások, illetőleg ezeknek megfigyelhető fokozatai alkalmasak arra, hogy a fizikai és vegyi folyamatok előrehaladása tekintetében a munkatér külső szemlélete alapján is némi tájékozódást nyújtsanak. Az adagmenet kémiai változásainak hű képét persze csak akkor nyerhetjük, ha az időközönként kimerített acél- és salakpróbákat megelemezük. Egy egészen lágy, 0'05% C-tartalmú Martin-acél bázikus adagjának kémiai változásait a 2. és 3. sz. táblázatban láthatjuk. Ezek-

2. sz. táblázat.

Egy bázikus Martin-adag merített acélpróbáinak vegyi összetétele.

A merítő- próbák folyószáma	A próbavétel időpontja	P	Mn	C	Si	S
1.	1 h 15' a beolvadás után . .	0'04	0'26	0'95	0'02	0'04
2.	1 „ 45', 150 kg vasérc . . .	0'04	0'34	0'81	0'02	0'05
3.	2 „ —, 150 „ „ . . .	0'04	0'32	0'57	0'01	0'05
4.	2 „ 15', 100 „ „ . . .	0'04	0'32	0'33	0'005	0'06
5.	2 „ 30'	0'04	0'33	0'15	0'01	0'04
6.	2 „ 45'	0'03	0'33	0'10	0'006	0'05
7.	3 „ —	0'04	0'32	0'08	0'003	0'04
8.	3 „ 10'	0'05	0'31	0'07	0'002	0'04
9.	3 „ 24'	0'03	0'30	0'05	0'002	0'04
10.	az üstből vett készpróba . .	0'02	0'28	0'05	0'002	0'04

¹⁾ K. Daeves, Die Witterungsbeständigkeit gekupferten Stahles, St. u. E. 1926. évf. 1857. oldal.

hez az adatokhoz meg kell jegyeznünk, hogy a kérdéses edénylemez a daghoz nem adták a szokásos befejező ferromanganpótlékot, nehogy a Mn-tartalom növelésével a hidegsajtolásra szánt lágy acél képlékenységet csökkentsék. A kérdéses adag betétjének összeállítása egyébként a következő volt:

Folyékony nyersvas	23.500 kg
Ócskavas	7.000 kg
Vasérc	800 kg
Hengerreve	1.200 kg

3. sz. táblázat.

A salakpróbák vegyi összetétele.

A merítő- próbák folyószáma	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	S	P ₂ O ₅	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO
1.	11'00	1'75	31'38	3'06	0'35	3'21	3'14	26'24	20'01
2.	12'83	1'88	38'43	3'16	0'12	4'10	5'43	14'54	20'01
3.	13'15	1'54	37'52	3'63	0'35	4'10	4'72	15'56	19'32
4.	12'33	1'64	39'28	4'63	0'14	2'92	4'15	16'72	18'49
5.	13'07	1'36	37'48	3'74	0'15	3'79	4'00	16'34	18'52
6.	12'84	1'37	39'67	5'66	0'24	3'38	4'29	15'95	18'25
7.	12'38	1'51	38'98	4'13	0'35	3'57	3'86	17'24	16'88
8.	12'37	2'50	39'43	3'92	0'32	3'30	4'29	17'40	16'72
9.	12'14	2'85	39'44	4'05	0'33	3'28	4'72	17'75	16'24

A táblázatok adataival jellemzett bázikus Martin-adag egész időtartama — a berakás kezdetétől a csapolásig — 6 óra 30 perc volt. A felhasznált nyersvas összetétele: 3'29 C, 0'41 Si, 1'90 Mn, 0'25 P, 0'04 S. A vasérc összetétele 84'33 Fe₂O₃, 7'37 SiO₂, 0'57 Al₂O₃, 0'60 CaO, 0'59 MnO. A kívánt mértékig dekarbonizált adag túlhevített állapotban addig feküdt a kemencében, amíg tökéletes nyugalmaival a lehető legnagyobb fokú gázmentességet jelezte. A kész acél gázmentes állapotát a megöntött acéltuskók mélyen leszállt feje is bizonyította.

B) A savas eljárás.

A savas Martin-acélgyártás kemencéjének munkatere savas, kvarcos anyagból készül és salakja is savas jellegű

kell, hogy legyen. Bázikus pótlékok sem adhatók a savas adaghoz, a mészpótlék tehát itt elmarad. Ha — bázikus hatása ellenére — vasércet néha mégis adunk, úgy ennek ebben az esetben csak az a célja, hogy a fölös Si-mennyiségeket lekösse. Óvakodnunk kell azonban attól, hogy az ilyen természetű vasércpótlékból fölösleg kerüljön a kemencébe, mert a fölösleg a munkatér savas részeit megtámadná. A savas eljárás nyersvasa éppen olyan kén-sze-gény kell, hogy legyen, mint a bázikusé. A savas eljárás nyersvasa azonban egyben foszformentes, illetőleg foszforszegény legyen, minthogy a savas eljárás során a P-tartalom nem oxidálható és nem köthető le, s így a P-tartalom a savas Martin-adagban mindvégig változatlan marad. A felhasználandó nyersvas Si-tartalma 1—2% között szokott mozogni. Ha a nyersvas kisebb Si-tartalma esetén a salak nem volna eléggé savas, úgy rendszerint kvarchomok beadásával tesszük azt savasabbá.

A frissítő folyamat a savas eljárásnál nem olyan élénk és nem olyan mélyreható, mint a bázikus acélgyártásnál, minthogy a savas eljárásnál egyrészt gyengébb a salak kémiai hatása, másrészt egészen elesik a vasércpótlék jelentékeny frissítő munkája. Ez a gyengébb frissítő tevékenység az oka annak, hogy a savas bélésű Martin-kemence — szemben a bázikus bélésűvel — csak kisebb tért tudott hódítani annak ellenére, hogy jóval olcsóbb anyagokból épül, mint a bázikus kemence. Savas Martin-kemencét rendszeren csak akkor alkalmazunk, ha acélöntvények és keményebb acélfajták állandó gyártásáról van szó.

A betét kísérőelemeinek oxidációja — természetesen — ugyanúgy történik, mint bázikus betét esetében. Minthogy azonban a savas kemencének a bélése is, a salakja is savas anyagú, itt a savtermészetű oxidot alkotó Si-tartalom oxidációja nem előresietni, hanem késni fog és teljes sem lesz. A savas kemence betétjéből a mangán fog elsőnek oxidálódni, hasonlóan, mint a szilícium a bázikus kemence betétjéből. Abban is hasonló a két elem esete, hogy (mint a Si-tartalom a bázikus kemencében) a savas kemencében a beolvadás befejeződéséig a betét Mn-tartalma ugyancsak szinte nyomokig oxidálódik és ilyen állapotban megy át a salakfürdőbe.

Az üzem-, illetőleg adagvezetés, munkamenet és befejező művelet elvei általában a savas acélgyártásnál is olyanok, amilyenek a bázikus üzemben szoktak lenni.

C) Az adagvezetés elvei és a befejező művelet.

A Martin-kemence üzembehelyezésének munkája az új, vagy átépített kemence kiszáritásával és felfűtésével kezdődik. A szárításnak az a célja, hogy a kemence falait — tégláit és habarcsrétegeit — nedvességtartalmuktól megszabadítsuk. A felfűtés pedig a kemencének tüzeléstechnikai előkészítése arra, hogy a kemencét az acélgyártás állandó üzemének feladatára alkalmassá tegyünk. Ez azt jelenti, hogy a szárítás és felfűtés befejezése után állandóan olyan hőmérsékletet kell a kamrák és a munkatér falainak felvenniök, hogy az első adagot veszedelmes lehűlés kockázata nélkül lehessen berakni. Bár a szárítás megelőzi a felfűtést, a két előkészítő művelet mégse független egymástól, hanem a szárításnak fokozatosan kell átmennie a felfűtés műveletébe.

A szárítás csak fokozatos erővel történhetik, mert azokon a falrészekben, amelyekben nagymennyiségű nedvesség hirtelenül, illetőleg túlgyorsan válik gőzzé, kisebb-nagyobb repedések keletkeznek. Ezek a repedések pedig akkor is erősen csökkentik a falazat tartósságát, ha szabad szemmel észre sem vesszük azokat. A szárítás — egyébként — legtöbbször úgy történik, hogy a munkatér fenekére tett ócskavaslemezen fatüzet gyújtunk, de a szárítás további folyamán azután legtöbbnyire koksztüzet szoktak alkalmazni, mint-hogy a koksztüzet láng nélküli égése kedvező a meleg egyenletes szárító hatása szempontjából. A szárítás tüzelőanyagának megválasztása és a szárítás munkamódja különben sem döntő ebben a kérdésben, amelyben az a legfontosabb, hogy a szárítás fokozatosan, lassan, szóval kíméletesen, de mégis hatásosan történjék. Így számos Martin-acélműben generátorgáz lángjával szárítják ki az átépített Martin-kemencék nedves falait anélkül, hogy a kemence tartósságában visszaesés lenne tapasztalható. A fokozatos, kíméletes, lassú kemenceszáritás idővesztéssel, tehát áldozattal jár. Ez az áldozat azonban mindig megtérül a kemence megnövekedett tartóssága révén.

A szárítás művelete addig tart, amíg a kamrák rácsoztában huzamosan vörös izzás mutatkozik. Amíg ezt a kamrahőmérsékletet elérjük, a kemence építménye — lassú fokozatossággal — állandóan növeli térfogatát; minden mérete növekszik. A falazattömegeknek ezt a mozgását — a szárító művelet megindításától kezdve — állandóan lelkiismeretes gondossággal kell figyelni. A kemence fegyverzetének csavarjait olyan mértékben kell fokozatosan megereszteni, amilyen mértékben növekszenek a fokozatosan melegedő kemence méretei. A fegyverzet csavarjainak megfelelő kezelésével olyan feszültségi állapotba kell hoznunk a fegyverzetet, hogy ez a kemence alaktartósságát állandóan úgy biztosítsa, hogy egyrészt ki ne púposodjanak a munkatér, a tűzfejek és a kamrák boltozatai, másrészt lazulás se álljon be egyetlen falazatrészben sem. Minthogy azonban a kemence alaktartósságának szempontjából mindig előnyösebb, ha a fegyverzet inkább kissé feszes, semmint laza, azért a boltozatokat mindjárt a szárítás kezdetén megfelelő súlyú terheléssel (rájuk rakott nyersvasdarabok) látjuk el, nehogy a boltozatok kipúposodjanak és elrepedjenek. Az ilyenkor keletkezett repedések ugyanis igen károsan befolyásolják a boltozat tartósságát.

A szárítás rendszeren 3—4 napig szokott tartani s ez alatt az idő alatt a kemence annyira fölmelegszik, hogy áttérhetünk a gáztüzelésre, illetőleg a kamrákon át történő váltott tűzjárású fűtémódra. A gázt csak akkor vezethetjük a kemencébe, ha meggyőződünk róla, hogy a gáz nyomása a kamrákban és a vezetékben lévő levegőt már mind kitolta maga előtt. Csak így lehetünk biztosak abban a tekintetben, hogy a munkatér gáznyílásain tiszta gáz, és nem robbanó gáz-levegőkeverék ömlik a munkatérbe.

A kifűtés maga is körülbelül 3—4 napig tart, de mindenesetre addig, amíg a kamrákban tartósan kb. 1000°-os hőmérséklet mutatkozik, a munkatér pedig tartósan fehér izzó. Az üzemben lévő Martin-kemencék hőmérsékleti viszonyait H. Wilhelm vizsgálta és a következő mérési eredményeket találta: a munkatér hőmérséklete a csapolás után 1550° körül mozog, a boltozatnak hőmérséklete ugyanakkor 100°-kal több. Berakás alatt 1500° a középhőmérséklet. A berakás befejezése után egyideig percenként kb. 1°-kal emelkedik a

munkatér hőmérséklete. Beolvadás után a boltozat legnagyobb hőmérsékletét Wilhelm 1720^o-ban állapította meg. Ugyanakkor a lánghőmérséklet 1700 és 1880^o között ingadozott. A legnagyobb hőmérsékletek általában a beolvadás vége felé figyelhetők meg. Később azután csökken ez a hőmérséklet, mert a pótlékok lehűtik a fürdőt és a munkatér.

A leírt módon kellően felfűtött kemencébe berakjuk az első adagot. A berakás — nem számítva az egészen kisméretű és rendszeren egyedülálló, különleges célokat szolgáló kemencéket — rendszeren gépi erővel történik, minthogy így időt és munkabért takaríthatunk meg. A gépi erővel való berakás ugyanis több mint háromszor olyan gyors, mint a kézi munka. Berakás előtt a csapolónyílást kokszporral lazított, illetőleg hígított dolomitmasszával dugaszoljuk be. A betét anyagainak berakási sorrendje tekintetében nincs általános érvényű szabály. Legtöbbször mégis meszet adnak elsőnek, azután jön sorra az ócskavas, a nyersvas, a vasérc és végül a reve. Ha folyékony nyersvassal is dolgozunk, akkor ezt felfüggeszthető, vagy eltolható csatornán át eresztjük a kemencébe. Éppenséggel nem közömbös, hogy a folyékony nyersvasat melyik időpontban öntjük be; semmiesetre se tegyük ezt addig, amíg a munkatér a szilárd betét hideg tömege által erősebben lehűtött állapotban van. A folyékony nyersvas beöntése időpontjának megválasztásában — természetesen — csak akkor van teljesen szabad kezünk, ha telepünkön keverőkemence is áll üzemben. Ez a körülmény maga is rávilágít a keverőkemence nagy jelentőségére. Ha a folyékony nyersvasat akkor öntjük a kemencébe, amikor annak munkatere és a benne lévő szilárd betétanyag még viszonylag hideg, akkor egyrészt késleltetjük a betét szilárd részének teljes beolvadását, másrészt késleltetjük és igen megnehezítjük a képződött folyékony fürdő forrását, főzését. Forrás, főzés helyett kellemetlen habzás fog ilyenkor mutatkozni, ami a kívánatos folyamatok lejátszódását jelentékenyen meglassítja és az adagtartamot meghosszabbítja. Igaz, hogy a főzőszakasz késését és olykor teljes elmaradását — ami mindig veszedelmes jelenség — nemcsak a folyékony nyersvasnak helytelen időpontban történt beöntése okozza, ennek az időpontnak helyes megválasztása mégis oly egyszerű és hatásos eszköz ebben a



vonatkozásban, amelyet lehetőleg mindig gondosan kell alkalmazni. A főzés periódusának késése, gyengítése, vagy éppen elmaradása tekintetében a használt nyersvas minősége, hőmérséklete és mennyisége, valamint az adagvezetés módja is jelentős befolyást gyakorol.

A fémes betét rendes kísérőelemei között a Si az, amelynek legnagyobb az oxigénaffinitása. Bázikus eljárás esetében tehát a betét Si-tartalma lesz az oxigénnek legelső és legnagyobb fogyasztója, ami egyben azt is jelenti, hogy a betét kellő Si-tartalma megvédi a többi kísérőelemet az időelőtti oxidálástól. Ez a körülmény a bázikus Martin-acélgyártás szempontjából már csak azért is nagyon fontos, mert a Si kellő mennyiségével az acélfürdő számára — egészen a beolvadás befejeztéig — elegendően nagy karbon tartalmat biztosíthatunk. Szilíciumhiány esetében az acélfürdő C-tartalma annyira leszállhat, hogy a főzés szakasza egészen jelentéktelen lesz, vagy egészen el is marad, ami úgy a fürdő kellő felmelegedése, mint az elnyelt gázok kiűzésének lehetősége szempontjából rendkívül hátrányos szokott lenni.¹⁾ Itt a magyarázata annak is, hogy a vasdús bauxitokból gyártott Si-szegény bauxitvas miért nem lehet kifogástalan kiinduló anyaga a bázikus Martin-acélgyártásnak.

A Martin-acélgyártás adagmenetében három szakaszt különböztetünk meg. Az első a beolvadás, a második a frissítés, a harmadik pedig a befejező művelet szakasza. Ezek közül csak a befejező művelet tekinthető egészen önálló szakasznak, minthogy ez a művelet bizonyos határozott célt szolgáló fémek és ötvözetek határozott mennyiségeinek beadásából áll. A frissítő, oxidációs szakaszt viszont már nem lehet élesen elválasztani a beolvadás szakaszától, minthogy a frissítés folyamata — amint már tudjuk — már beolvadás közben is jócskán megindul.

A beolvadás szakaszának megrövidítése határozott érdekünk, egyrészt, mert vele magát az egész adagtartamot is megrövidítjük, másrészt, mert a gyors

¹⁾ H. Schenck, Physikalische Chemie der Eisenhüttenprozesse, 1934. II. köt. 133. old.

beolvadás lényegesen elősegíti a főzés erélyes bekövetkezését, ami a kedvező adagmenetnek egyik legfőbb feltétele. Minél dúsabb a betét fémes anyaga karbonban, mangánban és szilíciumban, annál gyorsabb lesz a beolvadás. A beolvadás szakaszának megrövidítését — más oldalról — a tüzelés, illetőleg a kemence hőmérsékletének kellő szabályozásával kell támogatnunk. Ennek az eszközei viszont a megfelelő és nem ingadozó gáznyomás, a gáz fűtőértékének már ismert kellő mértéke, valamint a váltószelepek lelkiismeretes kezelése.

Attól az időponttól kezdve, amelyben a betét beolvadása teljesen befejeződött, a fürdő fizikai és kémiai állapotát állandóan figyelnünk és ellenőriznünk kell. A fürdő külső szemlélete kobaltüvegen keresztül történik, míg a további megfigyelésnek és ellenőrzésnek a gyakrabban kiemelt merítőpróbák a legjobb eszközei. A szelepek váltása az adag első idejében $\frac{1}{2}$, esetleg $\frac{3}{4}$ óránként történik, későbben — amikor a hőmérséklet mind magasabbra emelkedik — megfelelően rövidebb időközönként. Minthogy az oxidációs, a frissítő folyamat már a beolvadás alatt megindul és a folyékony fürdőben megszakítás nélkül tovább halad, az acélfürdő anyagának olvadáspontja — a betét kísérő elemei mennyiségének fokozatos csökkenése arányában — állandóan magasabbra emelkedik. A munkatér és a fürdő hőmérsékletét tehát a tüzelés megfelelő irányításával egyideig fokozatosan növelnünk kell. A fürdőfelület színének, illetőleg fényének milyenségéből és eloszlásából a fürdő hőbeli állapotára, kisebb-, vagy nagyobbfokú nyugalanságából pedig a frissítés előrehaladásának fokára következtethetünk. A fürdőnek ezt a nyugalanságát a betét C-tartalmának tömeges oxidációja, illetőleg a keletkezett számtalan gázbuboréknak a fürdőből való tömeges kilépése okozza. Ha a fürdőnek ez a nyugalansága, forrongása (amit a vízforralás jelenségéhez való hasonlósága folytán a forrás, vagy főzés szakaszának is mondanak) alábbhagy, úgy ez annak a jele, hogy a betét C-tartalmának legnagyobb részét már oxidáltuk. Minthogy a C-tartalom kiégésével részben egyidőben, részben azt követően, a betét többi kísérőeleme is fokozatosan oxidálódik, a kimerített próbák acélanganyagának

keményisége és szilárdsága fokozatosan kisebbnek és kisebbnek fog mutatkozni. A merítőpróbákat a kemence első munkása hosszúnyelű, kovácsolt acélból való merítőkanállal emeli ki a fürdőből. A kimerített néhány kilogramm súlyú folyékony acélt kisméretű, négyzetszelvényű tuskómintába öntjük és — megszilárdulás után — 14—16 mm oldalhosszúságú négyzetes szelvényre kovácsoljuk ki. Ezeket a próbarudakat azután — edzve, vagy lassan lehűtve — hajlító kísérletnek vetjük alá. Abból, hogy a hajlított próbadarab milyen szögértéknél törik, illetőleg, hogy bírja-e a beszakadás nyoma nélkül a teljes 180°-os összehajlítást, a gyakorlat embere elég biztos következtetést von a kimerített próba anyagának keménységére és szilárdságára. Ha azonban az acél C-tartalmának, keménységének és szilárdságának pontosnak kell lenni, akkor C-meghatározó elemző készüléket, esetleg Brinell-próbát kell alkalmaznunk. A Mars-féle C-meghatározó készülékkel 6—7 perc alatt pontosan meg tudjuk állapítani a próba C-tartalmát, amellyel együtt az acél keménységének és szilárdságának megbízhatóan pontos ismeretéhez is jutottunk. A Brinell-próba mindössze 1—2 percig, az ennél is előnyösebb Rockwell-keményiségi kísérlet pedig még rövidebb ideig tart. Ha nem annyira a szilárdság és a keménység betartása, hanem inkább az acél C-tartalmának szabatos betartása a fontos, akkor mindig a Mars-féle készüléket kell alkalmaznunk. Néhány ellenőrző C-meghatározás tökéletesen tájékoztatja az üzemi embert abban a tekintetben, hogy adagjainak mekkora a dekarbonizáló sebessége, illetőleg, hogy a karbonmeghatározás 6—7 percnyi ideje alatt a dekarbonizáció mennyivel halad előre. Újabban a merítőpróba anyagának C-tartalmára, keménységére és szilárdságára az acélpróba elektromos és mágneses tulajdonságai alapján is szokás következtetést vonni. Így az 1927. évi berlini nemzetközi anyagismereti kongresszuson a svéd B. D. Enlund mutatott be olyan készüléket, amelynek segítségével 5 perc alatt lehet az acélnak — karbontartalmával arányos — elektromos ellenállását meghatározni. Minthogy azonban a próba alakítása és lemerése ennél a módszernél körülményes, az Enlund-féle módszer Svédországon túl alig van alkalmazásban.

Sokkal nagyobb rokonszenvvel fogadták a Martin-acélművek az ugyancsak svédországi eredetű (Aktiebolaget Alpha, Sundbyberg-Stockholm) Carbometert, amellyel az acélnek — karbontartalmával szintén együtt változó — mágneses tulajdonságait mérik. E módszer számára a merítőpróba folyékony anyagát olyan különleges alakú állandó mintába öntjük, amelyet a Carbometer mérőhelye megkíván. Hogy a Carbométer megbízható adatokat szolgáltatthasson, azt úgy kell biztosítanunk, hogy a műszer rendszeres használatbavétele előtt kémiai elemzéssel állapítjuk meg gyárunk teljes acélsorozatának összetételét és ezekkel az eredményekkel hozzuk összhangba a Carbométeren leolvasott értékeket.¹⁾ A készülék jól bevált és nálunk is alkalmazásban van.

Magából a merítőpróba folyékonyságának mértékéből is következtetést vonhatunk a fürdő állapotára. Ha ugyanis a kanálból kiöntött acél hígán folyó és a kimerített mennyiségből — kiöntés után — semmi sem ragad a kanálhoz, akkor a fürdő hőmérsékletét megfelelőnek tekinthetjük. Ha azonban a kanálhoz kiöntés után acélkéreg tapad, úgy ez arra vall, hogy a fürdő hőmérséklete nem elég nagy. Ebben az utóbbi esetben tehát még akkor sem szabad a kemence tartalmának lecsapolására gondolni, ha a kívánt keménységi fokot, illetőleg a kívánt karbontartalmat már elértük volna. Ha ezzel az esettel állunk szemben, akkor tüstént a fürdő hőmérsékletét kell növelnünk, ami egyfelől a tüzelés megfelelő javításával, másfelől mangánban dús ötvözeteknek, például tükörvasnak, beadásával történhetik. Ezeknek az ötvözeteknek nagyobb mangán- és karbontartalma — megfelelő mennyiségben való beadás esetében — akkora hőmennyiségeket tesz szabaddá az oxidáció alkalmával, hogy az acélfürdő hőmérséklete a kívánt mértékre emelkedik.

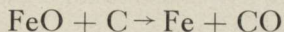
Az acélfürdő állapotával párhuzamosan a salakfürdő állapotát is állandóan figyelemmel kell kísérnünk. A salakréteg ugyanis csak akkor felelhet meg fizikai és kémiai feladatának, ha eléggé hígán folyik és kémiai összetétele is megfelelő. Ha a salak bázikussága a túl-

¹⁾ P. Klinger és H. Fucke, Die magnetische Schnellbestimmung des Kohlenstoffs, Arch. f. d. Eisenhüttenw. 1929. évf. 347. old.

ságosan nagy CaO-tartalom következtében nagyobb a rendesnél, úgy híg folyásából annyira veszíteni fog, hogy éppen sűrű folyása miatt nem fog tudni feladatának megfelelni. Ilyen esetben a túlságosan bázikus, de sűrű folyású salakfördőre néhány lapát kvarchomokot dobunk. Ha ellenben túlságosan hígban folyik a salak, ami azt jelenti, hogy nem elég bázikus, akkor mészkövet, vagy még inkább égetett meszet kell beadnunk.

Az adag befejező műveletéhez csak akkor foghatunk hozzá, ha az acélfürdő anyaga a kívánt karbontartalmat, illetőleg a kívánt szilárdsági és keménységi fokot már elérte, s a fürdő hőmérséklete is megfelelően nagy. A befejező művelet maga abból áll, hogy az egyébként kész adaghoz olyan fémeket, vagy ötvözeteket adunk, amelyek egyrészt bizonyos kísérőelemeket juttatnak az acél anyagába, másrészt ennek minőségére javítóan hatnak azáltal, hogy az acélfürdőben feloldott oxidokat felbontják. Minthogy az acélfürdő — főleg, ha kicsi a C-tartalma — mindig tartalmaz több-kevesebb feloldott oxidot, azért a befejező műveletnek tulajdonképpen sohasem szabadna elmaradnia. Ettől a szabálytól mégis el szoktunk térni azokban az esetekben, amikor igen lágy, illetőleg igen képlékeny acélfajták gyártása a feladatunk. Így például a mélysajtolás céljaira szolgáló edénylemezadagokhoz sohasem szoktunk ferromangánt adni, vagyis a befejező művelet az edénylemezadagoknál elmarad. Hogy milyen minőségű és mennyiségű befejező pótlékot adunk a fürdőbe, az attól függ, hogy mennyi oxid van a fürdőben feloldva.

Az acélfürdőben feloldott oxid-, illetőleg oxidulmennyiség megbecsülése rendszerint a merítőpróbák vöröstörésének kisebb, vagy nagyobb mértéke alapján történik. H. Schenck megközelítő számítási módot ajánl a folyékony acélfürdőben feloldott FeO-mennyiség meghatározására. Ennek a számításnak alapja a



egyenlet szerint lejátszódó karbonelégetés kinetikája, amelynek sebességét a

$$v = [\text{FeO}][\Sigma\text{C}] \cdot k_1 - k_2 \cdot p_{\text{CO}}$$

képlet fejezi ki, amelyben (FeO) és (ΣC) az acélban oldott

vasoxidulnak, illetőleg összes C-tartalomnak koncentrációját jelenti, v pedig a karbonelégetésnek percenkénti százalékos csökkenését.

A fenti képletben szereplő k_1 és $k_2 \cdot p_{co}$ tényezőknek Schenck, W. Riess és E. O. Brüggemann által megállapított értékei az alábbi, 4. sz. táblázatban találhatók:

4. sz. táblázat.

ΣC	k_1	$k_2 P_{co}$	ΣC	k_1	$k_2 P_{co}$
0.0	0.418	0.00504	0.8	0.250	0.00479
0.1	0.416	0.00504	0.9	0.232	0.00472
0.2	0.414	0.00503	1.0	0.220	0.00466
0.3	0.388	0.00501	1.1	0.207	0.00459
0.4	0.357	0.00498	1.2	0.194	0.00453
0.5	0.332	0.00495	1.3	0.178	0.00448
0.6	0.301	0.00490	1.4	0.165	0.00444
0.7	0.271	0.00485	1.5	0.157	0.00438

A karbonelégetés sebességének fenti képletéből a vasoxidul mennyisége:

$$[\text{FeO}] = \frac{v + k_2 p_{co}}{k_1 [\Sigma C]}$$

értékkel adódik és alkalmas arra, hogy számszerűleg kifejezze az acélfürdő FeO-tartalmát, ha (ΣC) és a frissítés sebessége (v) ismeretes mennyiségek.

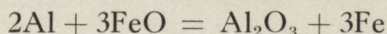
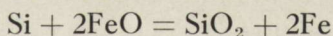
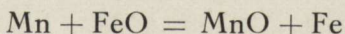
P. Herasymenko és G. Pondelik igazolták ennek a módszernek kielégítő megbízhatóságát.

Példa az acélfürdő FeO-tartalmának Schenck-féle közvetett meghatározására: A 17. ábra egy Martin-acéladag frissítő, dekarbonizáló folyamatának sebességi vonalát mutatja be. Ebben az ábrában a 14^h 46'-es időpontnak $v = 0.0058\%$ C percenkénti C-elégés felel meg. Ha a C-tartalom 0.33%, akkor k_1 és $k_2 p_{co}$ értékei a 4. sz. táblázat alapján 0.379, illetőleg 0.005-tel adódnak ki. Az előbbi képlet alapján tehát: $[\text{FeO}] = \frac{0.0058 + 0.005}{0.379 + 0.33} = 0.086\%$ -kal kapjuk a kérdéses acélfürdő vasoxidultartalmát.¹⁾

¹⁾ H. Schenck, Verfahren zur mittelbaren Schnellbestimmung des im flüssigen S.-M.-Stahl gelösten FeO, St. u. E. 1933. 1049. old.

Ha a frissítés folyamata már túlhaladta volna a dekarbonizáció kívánt fokát, akkor C-dús anyagokat, faszénport, jóminőségű kokszt porát, esetleg tükörvasat, majd 15—20 perccel később ferromangánt is adunk az acélfürdőbe. Ez az utóbbi ötvözet különben is a befejező művelet anyagai közé tartozik. Ha a ferromangán beadása után is azt látnók, hogy a merítőpróba anyaga még mindig vöröstörésre hajlik, úgy a ferromangán beadását meg kell ismételni.

Az acélfürdőben feloldott vasoxidul felbontása azon a tényen alapszik, hogy a befejező művelet anyagainak, a ferromangánnak, a ferroszilíciumnak és az alumíniumrudnak fémtartalma (Mn, Si, Al) sokkal stabilisabb oxidokat alkot, mint amilyenek a vas oxidjai. A fürdőbe adott ötvözetek mangánja, szilíciuma és alumíniuma tehát az acélfürdő vasoxidulját úgy bontja fel, hogy ennek oxigénjét leköti, miközben a felszabadult Fe az acélfürdőbe megy át. A befejező művelet ötvözeeteinek fémeiből keletkező új oxidok viszont a salakfürdő anyagának lesznek részeivé. A befejező művelet, amelyet gyakran szoktak desoxidációnak is nevezni, ezek szerint a következőképen megy végbe:



A befejező műveletnek az oxidok felbontásán, vagyis a desoxidáción kívül az acéltömeg gázzárványainak kiszabadítása is célját képezi. Ez utóbbi feladat nehezebb, illetőleg bizonytalanabb, mert amíg az acélban oldott vasoxidulnak jelenlétét, sőt jórészt ennek mértékét is jelzi a merítőpróba vöröstörésének foka, addig a kemencében fekvő acélfürdő semmiképen sem árulja el az acél gázzárványait. Pedig a kemence folyékony acéltömegében mindig jelentékeny mennyiségű elnyelt gáz — főleg nagymennyiségű H és kevés N — van és bár ezek legnagyobb része a kiöntés és a megszilárdulás folyamán kiszabadul, kisebb mennyiségek mégis benne maradnak a megszilárdult acélban. Az acélban így visszamaradt gázzárványok hátrányosan befolyásolják az acél minőségét és némely kényesebb célra egészen alkalmat-

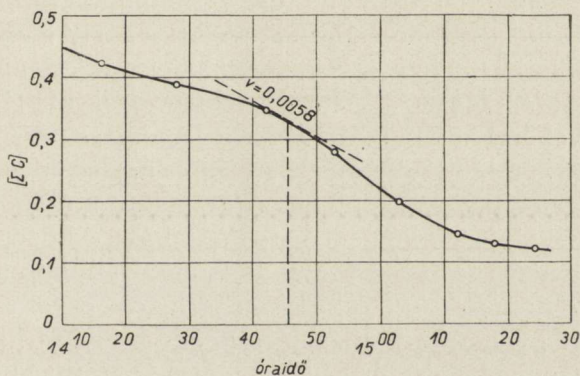
lanná is tehetik. Minthogy olyan anyagokkal, amelyek az elnyelt gázokat az acélból közvetlenül kiszabadíthatnák, nem rendelkezünk, azért a folyékony acél gáztalanítását azzal segítjük elő, hogy hozzá olyan fémeket, vagy ötvözeteket adunk, amelyek az acéltömeg hőmérsékletét, egyben pedig híg folyásának mértékét is növelik. Szerencsére a desoxidációs befejező művelethez használni szokott anyagok kivétel nélkül ilyen hatásúak, úgy, hogy egyidőben mind a két cél szolgálatában állhatnak. De amíg a tiszta desoxidációs művelet céljait legjobban a ferromangán szolgálja, addig az acél gáztalanításának munkáját az alumínium végzi legjobban. Az alumínium emeli ugyanis legjobban az acél hőmérsékletét, és benne leggyorsabban, egyszersmind legegyszerűsebben oldódik fel. Az alumíniumnak ez a hatása annyira gyors, hogy még akkor is segít, ha csak tuskóöntés közben vesszük észre, hogy az acél a benne elnyelt fölös gázmennyiség folytán nyugtalan. Ilyenkor azután apró alumíniumkockákat vetünk a kokillába, vagy vékonyra nyújtott alumíniumrudat tartunk a tuskómintába csurgó acélsugárba.

Úgy az acéltuskó anyagminőségének, mint a Martin-acélgyártás gazdaságosságának szempontjából egyaránt fontos kérdés, hogy a desoxidáló, illetőleg gáztalanító anyagokból mennyit adunk a fürdőhöz. Ezek az anyagok ugyanis meglehetősen drágák és azoknak egyrészét külföldről kell behozni. Ha a fürdőbe a ferromangán és a ferroszilícium révén kelleténél több Mn, vagy Si jut be, úgy a gyártott acél szilárdsága kelleténél nagyobb, szívóssága pedig kisebb lesz, ami pedig sokszor nagy súllyal esik latba. Ha az alumíniumból jut kelleténél több az acélfürdőbe, akkor viszont az acél kovácsolhatósága, nyújthatósága fog erősen romlani.

P. Bardenheuer és G. Thanheiser legújabb vizsgálatai bebizonyították, hogy a ferromangán és a ferroszilícium beadása kárt is okozhat az acél minőségében. Ezek az ötvözetek ugyanis — különösen a ferromangán — gázokat és különböző oxidokat is szoktak tartalmazni, amelyek azután jelentékenyen ronthatják az acél minőségét, minthogy olyan időpontban jutnak az acélfürdőbe, amely után abból többé nem távolíthatók el. Az is megtörténhetik tehát, hogy

ilyen ötvözetek beadása után az acélfürdő O-tartalma nem csökkenni, hanem növekedni fog.¹⁾

Tekintve, hogy a desoxidáló ötvözetek anyagának egy-része a fürdőben elsalakul, azért a felbontandó oxidok mennyiségének Schenck-féle meghatározása sem elég biztos alap arra, hogy a fürdőbe beadandó desoxidáló anyagok pontos mennyiségét előre kiszámíthassuk. Ezért rendszerint a helyi tapasztalat döntő abban a tekintetben, hogy a befejező művelet anyagaiból mennyit adjunk az adaghoz. Az általános acélüzemi tapasztalat azt mutatja, hogy például 80%-os ferromangánból az acéltermelés 0'4—1'0%-át



17. ábra.

Egy Martin-acéladag frissítő sebességének ábrája H. Schenk szerint.

kitevő mennyiség szokott fogyni. A korompai Martin-acél-műben a 80%-os ferromangánból — évi átlagban — sohasem fogyott több 0'4%-nál. Az évi átlagban számított fogyasztást persze lényegesen befolyásolja az a körülmény, hogy a kérdéses acélmű sok, vagy kevés olyan adagot (pl. edény-lemezadagot) gyárt, amelyhez ferromangán egyáltalában nem szükséges. A ferroszilícium mennyisége a kész acélban esetenként megkívánt Si-tartalom szerint változik. Rendszerint csak keményebb acélok gyártásánál alkalmazzák. Az alumínium mennyiségével csínján kell bánni; ritkán szoktunk belőle többet adni az adagsúly 0'1%-ánál, nehogy az acél kovácsolhatóságát veszélyeztessük.

¹⁾ P. Bardenheuer u. G. Thanheiser, Untersuchungen über den metallurgischen Verlauf des basischen S.-M.-Verfahrens, Mitt. aus d. K.-W.-Institut f. Eisenforsch. 1935. évf. 133—147. old.

A befejező művelet anyagait majdnem mindig hideg, szilárd állapotban adjuk a fürdőbe. Kivételesen — ha pl. nagyobb mennyiségű tükörvas beadásáról van szó — folyékony állapotban való beöntés is előfordul. Az acéladag hőforgalma szempontjából csak előnyös a befejező anyag folyékony állapotú alkalmazása, de az átömlesztésnek és az átömlesztő kemencének költsége mindenesetre meggondolást kíván. Az alumíniumot és a ferroszilíciumot mindig hideg, szilárd állapotban adjuk be.

Ha a befejező műveletet követő utolsó készpróba a vöröstörésnek már a nyomát sem mutatja, akkor az adagot a kemence csapoló nyílása, illetőleg csapoló csatornája előtt acélbakon ülő üstbe lecsapoljuk. A csapolás műveleténél főleg arra kell igyekeznünk, hogy a csapoló nyílás dugóját a csapolás előtt kellő mértékig vájjuk ki. Ha a dugó nagyon vékony lett, akkor a fürdő nyomása idő előtt áttörheti azt, amikor a befejező anyagok hatása még nem érvényesülhetett. Ha viszont túlvastag marad a csapoló nyílás dugója, úgy, hogy a kemence első munkása a középső ajtón át a kemencébe tolt nagy csapoló rúddal számos ütés után se tudja a dugót áttörni, akkor a késedelem azzal a veszéllyel jár, hogy a dekarbonizáció túlmeleg a kívánt határon és a késedelemmel lecsapolt acél lágyabb lesz, mint akartuk.

D) A nyersvaskeverő kemencék alkalmazásának jelentősége a bázikus Martin-acél gyártásában.

A nyersvaskeverő kemencék alkalmazásának gondolata a Martin-acélmű által időnként (például az acélmű vasárnapi szünetei alkalmával) közvetlenül át nem vehető nyersvasmennyiségek folyékony állapotban való tárolásának szükségességéből indult ki. A tapasztalat azonban mindjárt a keverők első idejében azt mutatta, hogy ezek a — kohó és acélmű közé iktatott — keverőkemencék nemcsak tárolják a nyersvasat, hanem a különböző csapolásból eredő nyersvastömegek kémiai összetételének ingadozásait is igen hatásosan mérséklék. A keverővel szerzett tapasztalatok közül mégis az a legértékesebb, amely azt bizonyította, hogy a keverőkemencék önműködően és olykor igen mélyrehatóan folytatják azt a frissítő és kéntelenítő munkát, amely már a nyers-

vasat az acélműbe szállító üstben kezdődik meg. Az előbbi fejezetben láttuk, hogy a Martin-kemencék adagmenete és termelése szempontjából éppenséggel nem közömbös, hogy mely időpontban öntjük hozzá a folyékony nyersvasat a betét szilárd részeihez. Ez a körülmény tehát további fontos tényezője a keverőkemencék jelentőségének. A Martin-kemencék üzemének ebből a szempontjából ugyanis még abban az esetben is föltétlenül megokolt a keverőkemence alkalmazása, ha a Martin-üzem — egészben véve — folytatólagosan is fel tudná venni a nagyolvasztóüzem egész nyersvastermelését és vasárnapi szüneteket sem tartana.

Bár a keverőkemencéknek állandó fűtését elvi okok nem teszik föltétlenül szükségessé, a fűtés mégis ajánlatos, egyrészt az esetleg hosszabb ideig tárolt nyersvastömeg kellő hőmérsékletének biztos fenntartása érdekében, másrészt a keverő oxidáló hatású atmoszférájának biztosítására. A munkatér oxidáló hatása a frissítés munkáját támogatja és egyben elégeti a salakfürdő felületén úszó manganszulfid kéntartalmát, ami viszont lehetővé teszi, hogy a salakban könnyen olvadó mangánszilikátok képződjenek, amelyek a salakot hígán folyóvá és erősen reakcióképesé teszik.

Az a lényeges metallurgiai előny tehát, amelyet a keverőkemence alkalmazása a bázikus Martin-acélgyártás számára nyújt, főképen a vas erőteljes kéntelenítésében és a számottevő előfrissítő munkában mutatkozik. Ha még hozzátesszük, hogy a keverőkemencéknek a fürdővel érintkező felülete is mindig bázikus anyagú (magnezit) és a salakja is bázikus hatású, úgy kétségtelennek kell találnunk, hogy mindaz, ami a keverőben történik, hathatós egyirányú előjátéka a bázikus Martin-kemence metallurgiai műveletének.

A keverőkemence egyszerű tároló munkája közben önműködően is meginduló frissítő hatását megfelelő beavatkozással tetszés és szükség szerint erősíthetjük, illetőleg szabályozhatjuk. Így a korompai vas- és acélgyárban az új keverőkemencének első hat hetét ilyen kísérletekre használtuk fel. Először megállapítottuk, hogy beavatkozás nélkül milyen a rendes üzem során a keverőbe öntött és onnan kivett nyersvas kémiai összetétele.

A nyersvas összetétele:

	C	Mn	Si	S
beöntéskor	3'8	2'3	0'5	0'045%
kiöntéskor	3'4	2'1	0'4	0'030%

Tíz nappal az indulás után revebeadással — némi égett mész adagolása mellett — erősebb frissítő munkára kényszerítettük keverőkemencénket. A hatás igen erőteljes volt, úgy, hogy a keverőkemencének ebben a periódusában a beöntött nyersvas:

C-tartalmának 1/15—1/10 része

Mn-	„	1/5 — 3/5	„
Si-	„	1/2 — 2/3	„
S-	„	1/3 — 1/2	„ égett ki,

illetőleg salakult el a nyersvasnak a keverőben töltött ideje alatt.

A keverőkemence salakjának összetétele a következőképen változott:

	SiO ₂	Fe	Mn
a frissítés nélküli szakaszban	38'7	3'2	7'5%
a frissítő szakaszban	20'1	10'7	36'7%

Úgy a vas, mint a salak elemzése világoosan mutatják, hogy a keverőkemencében igen jelentékeny frissítés lehetséges. A keverőből kivett erősen frissített nyersvas feldolgozása során szerzett tapasztalataink azonban azt bizonyították, hogy a keverőnek túlzott mértékű frissítő munkára kényszerítése nem célszerű, sőt határozottan káros. Ha ugyanis a nyersvas a keverőben annyi sokat veszít Mn- és Si-tartalmából, mint amennyit a túlzott frissítés fentemlített eredményének felső határai jeleznek, akkor a kiöntött nyersvas annyira reakcióképtelenné válik, hogy a Martin-kemencében az ilyen vas fürdőjének Fe-tartalmát a csekély mennyiségű Mn- és Si-tartalom már nem tudja többé megvédeni a túlságosan nagymértékű oxigénfelvétel veszélyétől. Azok a Martin-adagok, amelyek a keverőben erősen előfrissített nyersvasat kaptak, mind vöröstörő acélt termeltek, amelyet csak nagy ferromangántömeg feláldozásával lehetett kovácsolhatóvá, hengerelhetővé tenni. Újabb bizonyíték ez abban a tekintetben, hogy a Mn- és a Si-szegény bauxitvas nem alkalmas anyaga a Martin-acélgyártásnak.

Állandóan tapasztalt nagy előnye a keverőkemencéknek, hogy a belőlük kiöntött vas hőmérséklete mindig nagy, illetőleg elegendő, és hogy a Martin-kemencék a kellő időben és kellő mennyiségben kapott folyékony nyersvas révén jóval többet termelnek, mint közvetlenül a nagyolvasztóból vett nyersvasbetét esetében.

E) A Martin-acélgyártás különféle változatai.

A Martin-acélgyártás megindulásának első évtizedeiben az acélművek általában mindig vegyes betéttel dolgoztak. El kellett jönni tehát annak az időnek, amelyben a Martin-acélművek számára alkalmas ócskavasban nagy hiány mutatkozott. Az ócskavas szűkös készletei természetesen az ócskavas árát is erősen emelték. Mindez oda vezetett, hogy a Martin-acélgyártás olyan változatait kellett kifejleszteni, amelyek nagyobb nyersvasarányú, sőt tisztán nyersvasból álló betéttel is gazdaságosan termelik a jóminőségű Martin-acélt. Így keletkeztek azok a túlnyomóan, vagy kizárólag nyersvasból álló betéttel dolgozó acélgyártó módok, amelyeket a német szakirodalom *Roheisenerzverfahren*-nek nevez, szemben a *Schrottverfahren*-nek nevezett eredeti, vegyesbetétű Martin-acélgyártással. Bár a Martin-acélgyártásnak ezek az újabb változatai úgy műszaki, mint metallurgiai tekintetben kifogástalanok, gazdaságosságuknak mégis — sokszor — helyi jelentőségű feltételei vannak. Némely helyen igen jól beváltak, sok helyen egyenesen nélkülözhetetlenek, de azt a nagy általános jelentőséget, amellyel a vegyesbetétű, eredeti Martin-eljárás rendelkezik, soha nem érték el. Ezek közül az új eljárások közül meg kell említenünk Bertrand—Thiel, Hoesch, Talbot, Monell és Surzycki acélgyártó módszerét, megjegyezve, hogy ma már csak a Hoesch- és Talbot-eljárást használják.

A Bertrand—Thiel-féle eljárás. Ezt a módszert a két különböző szinten álló kemencékre elosztott frissítő művelet jellemzi. A felső kemencében (esetleg kettőben) a nyersvasnak csak részleges frissülése megy végbe, minthogy a felső kemencék — a viszonylag kisebb hőmérséklet következtében — csupán a nyersvasbetét Si-tartalmát oxidálják teljes egészében. A felső kemencék frissítő műve-

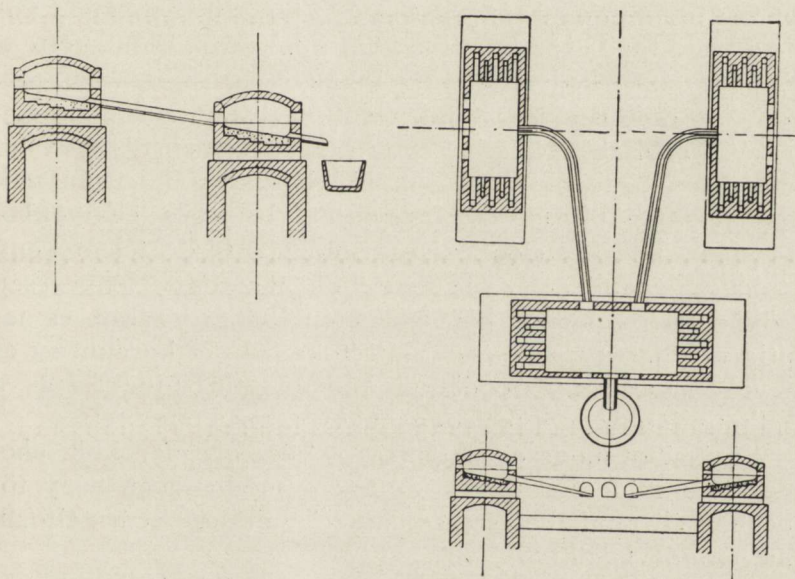
lete a nyersvas P-tartalmának csak nagyrésztét, C-tartalmának pedig csak jelentéktelenebb részét oxidálja. A felső kemencék betétjéhez mindig adunk vasércet és meszet is. Az így részlegesen frissült betétet — közbeiktatott csatornán át — a felső kemencéből az alsóba eresztjük át, miközben a P-dús salakot a csatorna elágazásán keresztül elválasztjuk az alsó kemencébe eresztett vASFürdőTől, nehogy a salak foszfortartalma az alsó kemencében az acélfürdőbe menjen át. Az alsó kemence túlhevített munkatérrel várja a felső kemencéből érkező, még karbondús acélfürdőt, amelynek további frissülése — az ugyancsak túlhevített hőmérsékletű pótlékok révén — rendkívül gyorsan játszódik le. Az alsó kemence munkaterének túlhevített állapota azt is lehetővé teszi, hogy ide (foszforszegény) szilárd nyersvasat, sőt ócskavasat és acélhulladékot is adhassunk be. A kemencék helyzetét, elrendezését a 18. ábrán láthatjuk.

A Bertrand—Thiel-féle eljárásnak határozott előnye, hogy úgyszólván egészen független a nyersvas minőségétől, és hogy változó minőségű nyersvassal is jól dolgozik. Hátránya, hogy valamennyi kemencéhez külön személyzet kell annak ellenére, hogy az egy csoportba tartozó kemencék minden egysége csak részfeladatot végez. Természetes, hogy 2—3 kemence együttes tüzelőfogyasztása szintén nem lehet nagyon kedvező.

Ennek az eljárásnak olyan megoldása is ismeretes, amelyben a felső kemence helyén Bessemer-konverter dolgozik. Ezt a megoldást kombinált, vagy duplex eljárásnak nevezik és rövidebb ideig Witkowitzon, tartósan pedig Amerikában alkalmazták. Legjobbnek bizonyult az az északamerikai megoldás, amelyik a felső kemence helyére billenthető Martin-kemencét állított. Ennek a módszernek a munkamenete általában a következő: 20—25 tonnás Bessemer-adagokat 0'1—0'12% C-tartalomig fújtatnak le s ezt az anyagot (három-négy más ilyen adaggal együtt) vasérc és 6—7% égetett mésZ hozzáadása mellett nagy befogadóképességű billenthető Martin-kemencében dolgozzák fel. Egy-egy 100 tonnás adag mindössze 2 $\frac{3}{4}$ —3 $\frac{1}{4}$ óráig tart. Ugyanezt a módszert néha Talbot-kemencével kapcsolatban alkalmazzák úgy, hogy a 200—300 tonnás kemencéből min-

den egyes alkalommal csak 100 tonnát csapolnak ki, míg az acéltömeg többi része a kemencében marad és annak hőforgalmi ingadozásait erősen mérsékli. Minthogy ez utóbbi változatban az acéladag befejező művelete csak az üstben végezhető, ez a módszer főleg ott alkalmazható célszerűen, ahol sok egyforma minőségű, közönséges lágy acél gyártásáról van szó.¹⁾

A Hoesch-féle eljárás. Ez a módszer a Bertrand—Thiel-féle gondolatot egyetlen kemencével



18. ábra.

A Bertrand—Thiel-eljárás kemencéinek elrendezése. (L. Beck, Geschichte des Eisens, V. köt. 728. old.)

oldja meg úgy, hogy az előfrissített acélt a foszforral telített salakkal együtt öntőüstbe csapolják, majd az acélt — a foszfordús salak nélkül — visszaöntik a kemencébe, ahol az véglegesen elkészül a kívánt minőségben. Az alatt, amíg az acél az üstben van, bedugaszolják a kemence csapoló nyílását és berakják a kemencébe a befejező frissítés pótlékait.

Nagy előnye a Hoesch-féle eljárásnak, hogy rendesen nagy befogadóképességű kemencéi tartósak és jójárásúak.

¹⁾ G. Bulle, A német vaskohómérnökök egyesülete acélműbizottságának 90. számú jelentése.

Kihozataluk 5—8%-kal nagyobb, mint a betét súlya, mert a vasércpótlékból a Hoesch-féle eljárásnál különösen sok vas redukálódik és megy át az acélfürdőbe. Ha a Hoesch-féle kemencék P-dús Thomas-nyersvassal dolgoznak, úgy a Hoesch-kemencék első csapolású salakja éppen úgy műtrágyává dolgozható föl, mint a Thomas-salak. A Hoesch-eljárás a Martin-acélgyártásnak kedvelt változata és főleg egészen lágy, jobbminőségű acélok gyártására alkalmas.

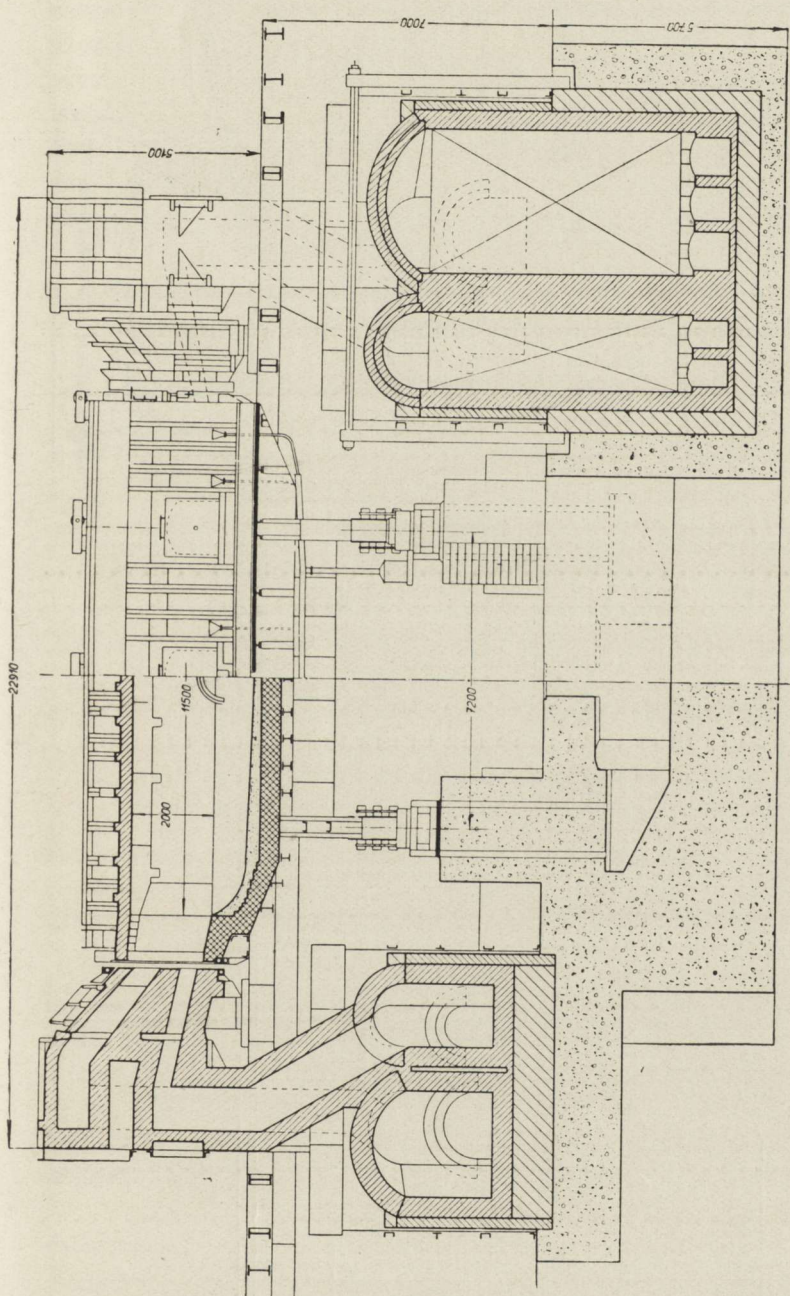
A Talbot-eljárás. Talbot módszere billenthető kemencét alkalmaz, ami egyrészt a művelet technikáját egyszerűsíti, másrészt az üzem folytonosságát is biztosítja. Ez a két nagy előny tette a Talbot-eljárást kedvelté. Ennek az eljárásnak az a lényege, hogy az acélfürdőnek minden egyes alkalommal csak egy részét csapolják le és a lecsapolt rész az üstben részesül befejező műveletben. Ezt az utóbbi körülményt hátránynak kell tekintenünk az előbb említett lényeges előnyökkel szemben. További előny viszont, hogy a fürdő jelentékeny részének állandóan a kemencében maradása lényegesen csökkenti a kemence hőmérsékletének ingadozásait és javítja az eljárás tüzelésének hatásfokát. Ez a körülmény és a vele kapcsolatos rendkívül kedvező tüzelőfogyasztás a Talbot-eljárás gyors terjedését nagyon megkönnyítette.

A Talbot-módszer alkalmazása főleg ott megokolt, ahol megfelelő minőségű folyékony nyersvas állandóan nagy tömegben áll rendelkezésre és az acél minősége sem változik tág határok között.

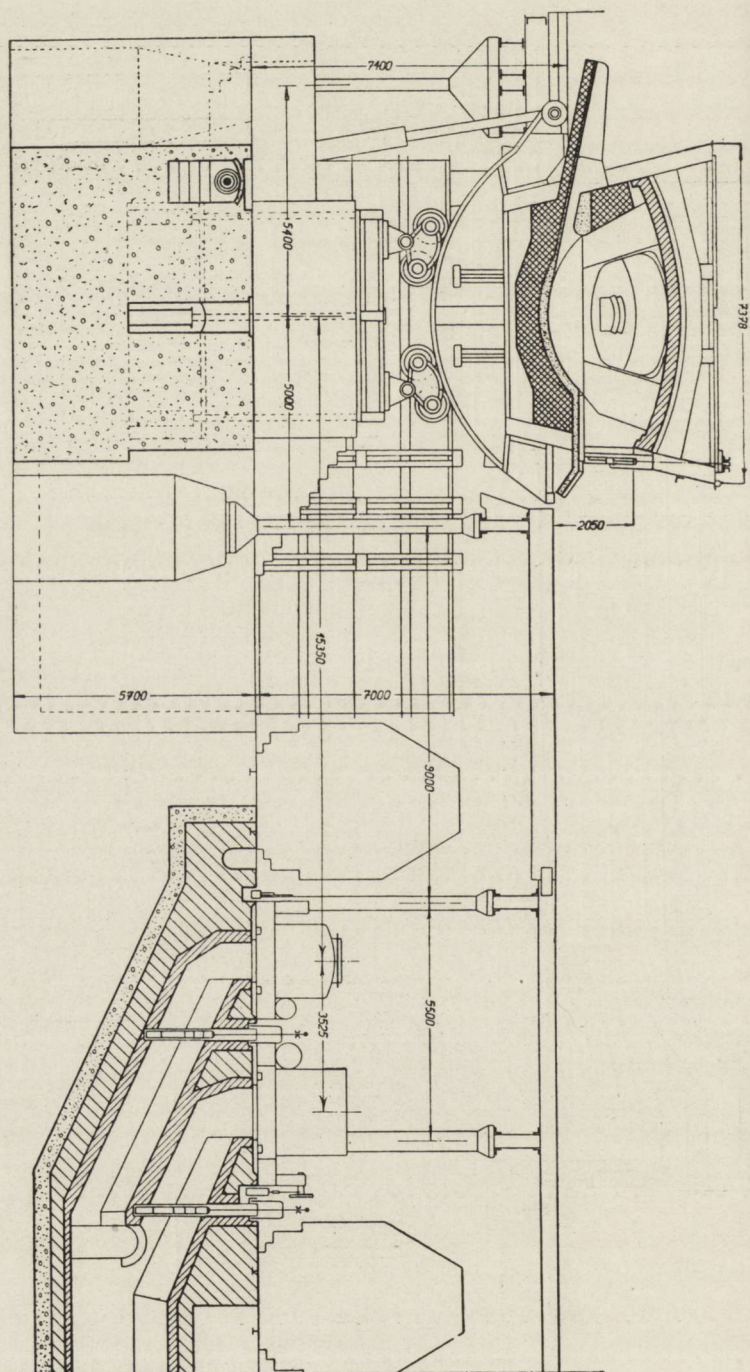
A 19. és 20. ábrák ilyen 100 tonnás Talbot-kemence rajzát mutatják be.

Monell úgy vélte a kétszakaszos eljárást egyszerűsíthetni, hogy a szilárdan álló kemence foszfordús és felhabzó salakját az ajtó gátjának megnyitásával leereszti. Ez a módszer azonban egyrészt nem szabatos művelet, másrészt — mivel a salak leeresztése a munkapódium oldalán történik — a munkásszemélyzet zaklatásával és a forgalom akadályozásával jár.

A lengyel Surzycki sokkal szabatosabban és szellemesebben oldotta meg a kétszakaszos eljárás egyszerűsítését. Surzycki ugyanis két egymásfölött elhelyezett csapoló nyílással oldja meg azt a feladatot,



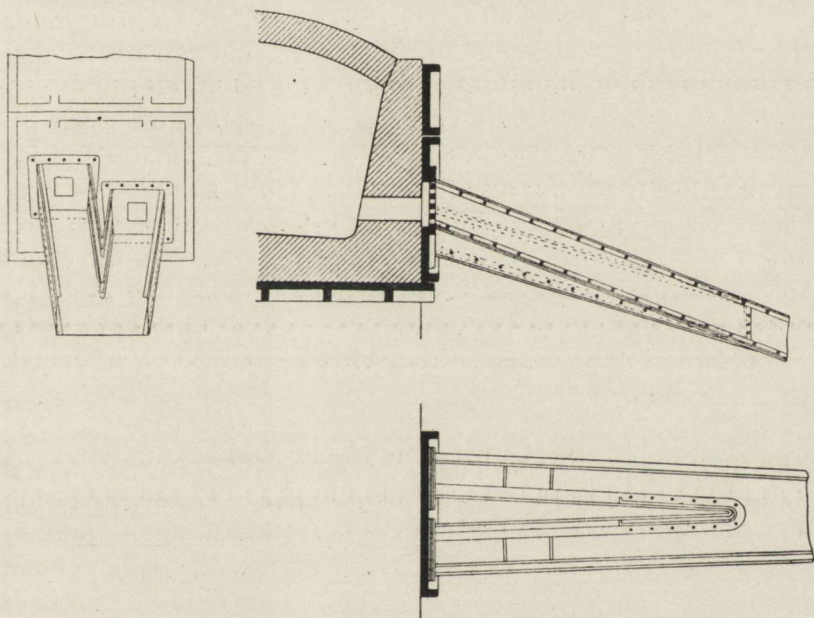
19. ábra.
 Száztonnás billenthető Talbot-kemence függőleges hosszmetsete. (St. u. E.
 1926. évf. 432. old.)



20. ábra.

Szártomás billenthető Talbot-kemence függőleges keresztmetszete.
(St. u. E. 1926. évf. 432. old.)

hogy a szilárdan álló kemence fűrdőjének csak egy részét csapolhassa le. Az egymásfölött elhelyezett csapoló nyílások szerkezeti megoldását a 21. ábra mutatja be. Surzycki módszere azért nem terjedt el, mert a két csapoló nyílás lelkiismeretes rendbentartása igen nagy nehézségbe ütközött. Szerzőnek 1904. nyarán alkalma volt arra, hogy a Surzycki-rendszerű kemencéket a Czenstochowa-acélművekben magának Surzyckinak kalauzolása mellett tanulmányozhassa. A



21. ábra.

Surzycki kemencéjének kettős csapoló csatornája. (St. u. E. 1904. évf. 163. old.)

czenstochowai kemencék akkor kifogástalan üzemben állottak. E helyen kötelességünk megemlíteni azt a tényt, hogy a két egymásfölött elhelyezett csapolónyílás rendszerét magyar kohómérnök, Ferjentsik Miklós az ózdi acélműben jóval Surzycki fellépése előtt kipróbálta, de eredményeit a nyilvánossággal nem közölte.

A Bosshardt-féle eljárás. Bosshardt kemencéje és módszere csak azért nyer ezen a helyen megemlítést, mert Bosshardt vezető gondolata szintén a tisztán nyersvasból álló betét volt. Ennek a rendszernek kemencéje csak levegő-

kamrákkal dolgozik, tehát csak kettő van belőlük. A kemence két végén, a tűzfej alatt egy-egy gázfejlesztő dolgozik s a gázok egész szabad melegüket beviszik a tűzfejbe, az elégés helyére. A gázfejlesztők tehát — a váltó lángjárás szakaszainak megfelelően — hol az egyik, hol a másik kemencevégen működnek, majd szünetelnek.

Bosshardtnak a világháború idején szabadalmazott kemencéjén tulajdonképpen semmi új sincsen és adagvezetésének módjában sem található új gondolat. Bosshardt módszere csak azért keltett feltűnést, mert kemencéjében — leggyakrabban nagymennyiségű tükörvas feláldozásával — szilíciumban dús (kb. 1%) szerkezeti acélt (Baustahl) gyártott, amelynek jóval nagyobb volt a rugalmassági határa, mint az ugyanolyan C-tartalmú, de Si-szegény közönséges acéloké. Ez a módszer tehát nem újdonságával keltett feltűnést, hanem azzal, hogy ráirányította a szakvilág figyelmét arra a szintén ismert, de kellő figyelemre nem méltatott jelentékeny előnyre, amely a nagyobb rugalmassági határt biztosító Si-acélok alkalmazásában kínálkozik a vasszerkezetek tervezői számára.¹⁾

F) A Martin-acélgyártás salakja.

A Martin-kemencében képződő salak mennyisége és kémiai összetétele szoros kapcsolatban áll a betét és pótlékanyagok, valamint a gyártandó acél összetételével. Nem számítva a gázalakú oxidokat alkotó C-tartalmat, a betét- és pótlékanyagok minden kísérő elemét, amely nem ment át az acélba, a salakban kell megtalálnunk. Minthogy a munkatér falzatának anyaga bár lassan, de állandóan elsalakulóban van, természetes, hogy ez az anyag is szaporítja a salak mennyiségét és befolyásolja vegyi hatását. Az adott hőmérsékleten többé-kevésbé hígán folyó salaktömeg tehát a küllönféle oxidok egymásban való oldatának tekintendő, amelynek oldatjellege az alkotórészek viszonylagos mennyiségének változása esetén is megmarad. A Martin-acélgyártás salakjának három feladata van:

1. védenie kell a vASFürdőt a fűtőgázok közvetlen, illetőleg túlerős oxidáló hatásától;

¹⁾ Der Si-Stahl und die deutsche Eisenindustrie, St. u. E. 1928. évf. 1606. old.

2. közvetítenie kell a melegátadást a munkatér és az acélfürdő között;

3. az acélfürdőre a kívánatos kémiai hatást kell gyakorolnia, illetőleg a folyamat kémiai egyensúlyát kell biztosítania.

Az első két feladat úgy a bázikus, mint a savas eljárásnál teljesen azonos. Minthogy azonban a kétféle eljárás során a salak kémiai szerepe egymástól lényegesen eltér, természetesen, hogy salakjaik összetétele is különbözik egymástól. A különbség azoknak az oxidoknak százalékos mennyiségében kell, hogy mutatkozzék, amelyek az eljárásnak legfontosabb, illetőleg legjellemzőbb hatóanyagai. Minthogy a bázikus eljárás mészpótlékkal dolgozik, a bázikus eljárás salakjának kémiai összetételére a jelentékeny mennyiségű CaO -tartalom lesz jellemző. Ugyancsak a bázikus eljárás természetéből következik az is, hogy salakjában a bázikus jellegű FeO -tartalom kisebb lesz, mint a savas eljárás salakjában. A savas Martin-acélgyártás salakjában viszont SiO_2 , MnO és FeO lesz található nagyobb mennyiségben. Minthogy a betét P -tartalmának oxidálása, illetőleg elsalakítása csak bázikus kemencében lehetséges, a bázikus salaknak az is jellemzője lesz, hogy foszforsavanhidrid van benne, míg a savas Martin-kemence salakjából hiányzik ez az alkotórész.

A Martin-acélgyártás salakjainak kémiai összetétele általában az alábbi határok között változik:

Oxid	bázikus salak	savas salak
CaO	30—40	1—2 %
FeO	8—12	20—25 „
MnO	6—15	10—20 „
P_2O_5	0—5	— „
SiO_2	8—25	45—55 „

Dichmann szerint a bázikus gyártású, egészen lágy Martin-acélok salakja a következő kell, hogy legyen:

SiO_2	20%
Fémoxidok	26 „
Fertőzmények	4 „
$\text{CaO} + \text{MgO}$	50 „
<hr/>	
Összesen	100%

Dichmann szerint ugyanis a bázikus kemence adagjában akkor van igazi helyes egyensúly a salak vasoxidultartalma és a vas redukáló anyagai között, ha a salak vasoxidultartalma 13%-ig, illetőleg Fe-tartalma 10%-ig szállott le. A kész acél jó minősége érdekében ugyanezek a számok tekintendők mérvadónak a salak Mn-, illetőleg MnO-tartalma tekintetében is. Így adódik ki Dichmann fenti salakösszetételében 26%-kal a fémoxidok mennyisége.¹⁾ A gyakorlat azt mutatja, hogy Dichmannnak ez a megállapítása teljesen helytálló a leginkább szokásos vegyes betétek esetében.

A savas Martin-kemencék salakja a nagy kovasavtartalom következtében nem értékesíthető. A bázikus acélgyártás salakját azonban — a fentebb említett nagy FeO- és MnO-tartalom révén — állandóan felhasználják a nagyolvasztó elegyében, minthogy ebben úgy fémtartalma, mint nagy CaO-tartalma is előnyösen érvényesülhet. A Talbot-eljárás salakját — ha megfelelően nagy a P_2O_5 -tartalma — műtrágya gyanánt is használni szokták.

¹⁾ C. Dichmann, Der basische Herdofenprozess, II. kiadás, 164. oldal.

5. A Martin-kemence méretezése.

A váltó lángjárású kemencék szabatos méretezésének igazi megalapítója a német F. T o l d t volt, akinek „Regenerativ-Gasöfen“ című munkáját az egész világon használták.¹⁾

A Martin-kemencében a meleg áramlása, towaterjedése általában a következő módon megy végbe: A kemence munkaterébe lépő égő gázok (fűtőgáz, láng) a munkatér minden része felé meleget sugároznak ki. A meleget tehát úgy a fürdő, mint a munkateret körülzáró valamennyi fal, sugárzás útján kapja a lángtól. Minthogy a falazatok anyaga rossz hővezető, a munkatér falai az átvett melegtömegnek csak kisebb részét sugározzák ki a kemencét körülvevő környezet felé, nagyobb részét ellenben a falak belső anyagrétegein felhalmozzák, tárolják. Ez, a munkatér falain raktározott hőtömeg — másodlagos sugárzás útján — mindannyiszor meleget küld a fürdő felületére, ahányszor ez utóbbinak alacsonyabb a hőmérséklete, mint a munkatér falainak, főleg pedig a boltozatnak hőmérséklete. Minthogy azonban az acélfürdőt salakréteg fedi, az odasugárzott meleg annál gyorsabban jut az acélfürdőhöz, minél vékonyabb a salak rétege. Ez a szempont tehát lehetőleg nagy fürdőfelületet és lehetőleg kis fürdómélységet tesz ajánlatossá. A nagy fürdőfelület

¹⁾ Az azóta lefolyt kb. 40 esztendő alatt erősen fejlődött a kemencék szerkesztésének szakirodalma, amelyből ezen a helyen a következő munkákat említjük meg:

- E. C o t e l, Der Bau von Siemens-Martin-Öfen, Feuerfest, Leipzig 1927. márc. és ápr. számaiban.
- E. C o t e l, Der Siemens-Martin-Öfen, Leipzig 1927. 46—59 old.
- M. P a w l o f f, Abmessungen von Hoch- und Martin-Öfen, Leipzig 1928.,
- E. L u b o j a t z k y, Berechnung von S.-M.-Öfen, Feuerfest, Leipzig 1928. 2—5. számaiban,
- W. T r i n k s, Industrieöfen, Berlin 1928, 2. köt. 1931.
- E. L u b o j a t z k y, Bewertung von Brennern, Mont. Rundschau, Wien 1930. évf. 27. old.
- W. H e i l i g e n s t a e d t, Wärmetechn. Rechnungen für Bau u. Betrieb von Öfen, Verlag Stahleisen 1935.

és a kis fürdőmélység egyébként úgyis egymással kapcsolatos, illetőleg egymástól függő értékek.

Minthogy az imént mondottakból önként következik, hogy a Martin-kemence munkaterének felszíne, illetőleg fürdőjének területe az acélgyártásban ugyanazt a szerepet játssza, mint a gőzfejlesztésnél a kazán fűtőfelülete, kétségtelen, hogy a Martin-kemence méretezésének a betétnagysághoz igazodó munkaterületnek s az ezzel szorosan összefüggő fürdőmélységnek megállapításával kell kezdődnie. Ennek a kiindulásnak legbiztosabb alapját azok a termelési és méretstatisztikák képezik, amelyeket jójárású Martin-kemencék üzemeiből — az idők folyamán — rendszeresen gyűjtöttek. Ezek közül a munkák közül említésre méltók a következők:

1. O. Petersen, Zum heutigen Stande des Herdfrischverfahrens, St. u. E. 1910. évf. 1. old.
2. M. A. Pawloff, Die Abmessungen von Martin-Öfen nach Erfahrungswerten, St. u. E. 1911. évf. 1183. old.
3. H. Bansen, Abmessungen und Leistungen deutscher Siemens-Martin-Öfen, St. u. E. 1925. évf. 489. old.
4. B. von Sothen, Betriebsergebnisse deutscher S.-M.-Öfen, St. u. E. 1936. évf. 351—362. old.

Szerző is ezt az utat követte, és az adatgyűjtemények termelési és méretadatai között határozott, szabályos összefüggéseket talált, amelyeket Bansen is megerősített.¹⁾

A) A munkatér területe és a fürdőmélység.

A Martin-kemence munkatere részben a hozzáférhetőség, részben pedig a láng melegének minél jobb kihasználása okából, teknőalakú kell, hogy legyen. A munkatér alaprajzi alakja tehát hosszúkás négyszög, amelynek sarkai kissé le vannak tompítva. Adott betétnagysághoz tehát elsősorban ennek a hosszúkás négyszögalakú munkatérnek a területét kell kiszabnunk, második lépés gyanánt pedig a négyszög hosszúságát és szélességét kell megállapítanunk. A harmadik lépés azután a munkatér, illetőleg a fürdő mélységének megállapítása. A munkatérnek a fürdőt felvevő része úgy hosszúsági, mint szélességi irányban trapézalakú függőleges keresztsszelvényvel bír, amelynek alsó szögletei egy kevésbé

¹⁾ Abmessungen von S.-M.-Öfen, St. u. E. 1925. évf. 1357. oldal.

szintén le vannak tompítva. A betét minden súlyegységére (tonnájára) akkora munkaterület jusson, hogy a frissítés folyamata elég gyors legyen anélkül, hogy túlságosan nagy kemenceméreteket kapnánk. Ha a fürdő mélysége kelletténél nagyobb, akkor a frissítés lassú lesz, ha viszont túlságosan vékony a fürdő, akkor feleslegesen nagy munkatér-, illetőleg kemenceméretekhez jutunk. A tapasztalat azt bizonyítja, hogy nagy betéteknél nagyobb fürdómélységgel, tehát kisebb fajlagos munkatérterülettel dolgozhatunk. A különbség azonban nem valami nagy és O s a n n a k az a nézete, hogy 15—20 tonnás kemencéknél 1 m^2 -t, de még 75 tonnás kemencéknél is legalább $0{,}8 \text{ m}^2$ -t számítsunk a betét minden tonnájára, határozottan téves, sőt káros, mert túlságosan nagy kemenceméretekhez vezet. B a n s e n fentebb említett adatyűjteményében ugyanis a betét és a munkatér nagysága között az alábbi összefüggés mutatkozik:

Betétsúly t	Munkatérterület m^2
10—20	10—20
20—30	15—30
30—40	20—34
40—50	25—42
50—60	27—45
60—70	27—50
70—80	40—65

Amint ezekből a számokból kitűnik, az újabb jójárású kemencék munkaterének nagysága csak kivételesen éri el az Osann-féle számot. Ha arra gondolunk, hogy néha szükség lehet arra, hogy a kemencét — átépítés nélkül is — huzamosabb időn át a rendesnél nagyobb termelésre járassuk, úgy mindenesetre jó, ha kemencénk fajlagos munkatérterülete valamivel nagyobb a rendesnél, illetőleg az átlagosnál. Nem feledhetjük azonban, hogy éppen a fajlagos kemencetereljesítmény (kg acéltermelés óránként és a munkatér négyzetmétereként) az, amelynek növelése a kohómérnök állandó célját kell, hogy képezze. A fejlődés iránya tehát arra mutat, hogy ugyanazt az acéltermelést fokozatosan kisebbbedő munkatérterületen kell biztosítanunk. Ezt az irányzatot mutatják a Petersen adat-

gyűjteményének megjelenése óta közzétett üzemeredmények is.

Bansen adatgyűjteményéből kiderül, hogy az 1 t betétre jutó átlagos munkatérterület a következő:

10 tonnás kemencénél	0'75 m ² /t
20 " "	0'75 "
25 " "	0'75 "
30 " "	0'74 "
35 " "	0'74 "
40 " "	0'72 "
50 " "	0'70 "
60 " "	0'68 "

Az átlagos fajlagos munkatérterület tehát alig változik; kisebb és közepes kemencéknél 0'73—0'75 m²/t szokott lenni, míg 50 tonnánál nagyobb betétek esetében 0'7 alá süllyed. A legjobb járású kemencék fajlagos munkatérterülete azonban ezeknél az értékeknél is kisebb és például Moll üzemből lévő kemencéinél a fajlagos munkatérterület értékei így változnak:

10 tonnás kemencénél	0'97 m ² /t
20 " "	0'75 "
30 " "	0'67 "
35 " "	0'65 "
50 " "	0'61 "
60 " "	0'52 "

Az amerikai Egyesült Államok legújabb Martin-kemencéinek fajlagos munkatérterülete a Moll-féle kemencékénél is kisebb és körülbelül 0'5 m²-t szokott kitenni a betét minden tonnájára. Az amerikai Martin-kemencék legkisebb fajlagos munkatérterülete 0'4 m²/t.¹⁾

Az ilyen elvek szerint megállapított munkatérterületnek most már természetesen meghatározott fürdőmélység, illetőleg munkatérmélység fog megfelelni. A mélységi méret kiszámításához a folyékony vasfürdő fajsúlyát 7'0, a salakfürdő fajsúlyát pedig 3'0 értékkel szoktuk tekintetbe venni. Természetes, hogy a munkatér mélysége nagyobb kell, hogy legyen, mint a rendes betétnek megfelelő fürdő

¹⁾ Herm. Bleibtreu, Entwicklungslinien im Bau amerikanischer S.-M.-Werke, St. u. E. 1933. évf. 120. old.

mélysége, egyrészt, hogy az erősen felbuzgó fürdők anyaga ne kerülhessen a gázbeömlés torkolatába, másrészt, hogy az esetleges nagyobb utánrakások révén megnövekedett betétek is elférjenek a kemencében. Ezek a szempontok azok, amelyek megokolják azt a szokást, hogy a kemence munkaterének mélységét 60%-kal nagyobbra szabjuk ki, mint amilyen a fürdő mélysége.

Ha az így kiadódó fürdőmélység tekintetében aggályaink volnának, a munkatérterület nagyságát — a helyesnek talált munkatér-, illetőleg fürdőmélység alapján — még mindig megváltoztathatjuk; növelhetjük, vagy csökkenthetjük. A fürdőmélység egyébként a fürdő legmélyebb helyén, a csapoló nyílás előtt, csak ritkán nagyobb 500—550 mm-nél. Ennél nagyobb fürdőmélység — szilárdan álló kemencékben — jelentékenyen hátráltatná a frissítő folyamat sebességét.

Ha véglegesen megállapítottuk a munkatér területét és mélységét, áttérhetünk a munkatér alaprajzi alakjára, vagyis a hosszúkas négyszög szélességi és hosszúsági méretének megállapítására. Ebben a munkánkban két döntő szempontot kell figyelembe vennünk. Az egyik szempont a hosszúsággal kapcsolatos és azt kívánja, hogy a munkatér olyan hosszú legyen, hogy a fűtőgázok fizikai és kémiai hatásának kellő kihasználását tegye lehetővé. A másik szempont a munkatér szélességével van kapcsolatban és azt kívánja, hogy a munkatér szélessége soha ne legyen olyan nagy, hogy a hozzáférhetőséget és a hátsó fal karbantartását megnehezítse, vagy megakadályozza. Bár a munkatér hossza és szélessége általában együtt növekszik a betét súlyával, egyikkel sem mehetünk bizonyos mértéken túl. A 10 tonnás kemencénél a munkatér legkisebb szélessége kb. 2 m szokott lenni, de a legnagyobb kemence szélessége sem haladja meg a 4,5 m-t. Ennél nagyobb munkatér szélességet nem igen szoktunk alkalmazni. A munkatér hosszúsága eszerint kb. 4 és 14 m között változik. A munkatér szélességének és hosszának viszonya ritkán kisebb, mint 1:2,2 és ugyancsak ritkán nagyobb, mint 1:5.

A munkatér területének nagysága a Martin-kemence legfontosabb és legjellemzőbb mérete. Ennek a területnek mértékegységére (m^2) jutó óránkénti acéltermelés (kg) a leghívebben fejezi ki a ke-

mence teljesítményének, termelőképességének jósági fokát. A kemence helyes méretezése és jó járása esetében ez a fajlagos termelés legalább 180 kg-ot tesz ki, kedvező esetben azonban 250 kg-ot is jóval meghaladhat. Az óránkénti és négyzetméterenkénti acéltermelés tehát tulajdonképpen független a kemence, illetőleg a betét nagyságától, és kis, vagy nagy kemencében egyaránt lehet kedvező, vagy kedvezőtlen. Mindez mégsem jelenti azt, hogy a nagy befogadóképességű kemencék — a maguk helyén — nem lennének megokoltak. Ezt annál kevésbé állíthatnók, mert az amerikai Weirton Steel Co. 300 tonnás Martin-kemencéinek több tekintetben előnyös üzeme bizonyítja, hogy a betét nagyság felső határát még nem értük el.¹⁾

A Martin-kemencék teljesítményének mértékét az óránkénti kemence termelés (t) nagysága is világosan kifejezésre juttatja. Jó járású kemencék óránkénti termelése a következő szokott lenni:

10 tonnás kemencében 1'3— 2'0 tonna			
20	„	„	2'5— 3'5 „
30	„	„	3'8 —5'2 „
40	„	„	5'2— 6'9 „
50	„	„	6'4— 8'5 „
60	„	„	7'7—10'2 „

Kedvező körülmények között az óránkénti acéltermelés a fenti felső határértékeknél is nagyobb lehet és a Maerz-féle Martin-kemence ismertetése során láttuk, hogy pl. a georgs-marienhüttei 60 tonnás Maerz-rendszerű kemence óránkénti termelése a 11'5 tonnát is eléri.

B) A munkatér falai.

A fürdőt felvevő munkatér teknője fölött a kemence mellső és hátsó fala a boltozattal együtt olyan zárt teret alkot, amelynek alaprajzi alakját a fürdőfelszín, illetőleg a munkatérterület már tárgyalt hosszúkás négyszöge határozza meg, magassága azonban a termelés, illetőleg az időegységenként fogyasztott tüzelőanyag mennyiségétől függ. Minél nagyobb ugyanis az időegységenként a munkatér fölött át-

¹⁾ F. A. King, Über die wirtschaftliche Grösse von S.-M.-Öfen, Min. Metallurgy 1928. évf. 550. oldal, illetőleg St. u. E. 1929. évf. 158. old.

vonuló fűtőgázok mennyisége, annál nagyobbak kell lenni a fürdő feletti szabad magasság méretének. Bár a fürdő felett elvonuló fűtőgázok (láng) sebessége önműködően alkalmazkodik a rendelkezésre álló szabad kereszt-szelvény nagyságához, vagyis minél kisebb ez, annál nagyobb lesz a láng sebessége — és viszont —, a fűtőgázok minél jobb kihasználása érdekében mégis igyekeznünk kell a szabad kereszt-szelvénynek, illetőleg a szabad magasságnak, és általuk a lángsebességnek optimális megállapítására. Nagy lángsebesség esetében ugyanis a fűtőgázok fizikai és kémiai hatását a munkatér nem tudja jól kihasználni, míg kelleténél kisebb lángsebesség mellett a kamrák hidegek maradnak. A kemence hőmérlege mind a két szélső esetben előnytelenül alakul.

A lángáramlás szabad szelvényének nagyságát a boltozat belső vonala legmagasabb pontjának kijelölésével döntjük el. Ennél a műveletnél tehát tekintetbe kell vennünk azokat a legkisebb időtartamokat, amelyek alatt a fűtőgázok a kamrák aljától azok tetejéig, illetőleg az egyik tűzfejtől a másik tűzfejig jutnak. Ezek a legrövidebb időtartamok körülbelül a következők:

a gázkamrában . . .	4 másodperc
a levegőkamrában . . .	5 „
a munkatérben . . .	2 „

Ha ezeket a minimális időtartamokat vesszük alapul, úgy közepes kemencéink boltozata belső vonalának legmagasabb pontja körülbelül 1300—1800 mm magasságban fog feküdni a fürdő felszíne felett. A felső határértéknél nagyobb szabad magassággal csak ritkán — a 60—80 tonnás kemencéknél — van dolgunk.

A munkatér körülfal vastagságát az állékony-ság és a tartósság szempontjai szerint kell megállapítanunk. Azoknak a falaknak tehát, amelyek a fürdővel érintkeznek, terhet viselnek és a fürdő roncsoló hatásának is ki vannak téve, vastagabbaknak kell lenniök. A kemence boltozata azonban, minthogy csak a sugárzó hő hatásának van kitéve, viszonylag vékonyabb lehet. A mellső és a hátsó fal vastagsága között is különbség kell, hogy legyen — a hátsó fal javára —, minthogy a hátsó fal nemcsak azért szenved jobban, mert kevesebb hűtést kap, mint a mellső, hanem azért

is, mert a hátsó fal alsó részét — a csapoló nyílás gyakori zárása és nyitása folytán — gyakran megbolygatjuk. Az a körülmény is a hátsó fal vastagítása mellett szól, hogy ezt a falat csak rádobott anyaggal javíthatjuk, míg a mellső fal megsérült és kimart részeihez rendes kőművesmunkával is hozzáférkezhetünk.

A kemence boltozatának vastagsága úgyszólván állandó érték, minthogy rendszeren 300 mm szokott lenni. Csak egész kis kemencékre építünk 240 mm vastag boltozatot. A mellső és a hátsó fal — az állékonyság növelése érdekében — támfalszerű kiképzést nyer; alul vastagabb, mint felül. A mellső fal alul 500—800, felül pedig 400—500 mm vastag szokott lenni. A hátsó fal vastagsága nagyobb: alul 600—900, felül pedig 400—500 mm. A munkatér fenekének falvastagsága rendszerint 500 és 700 mm között változik.

Ha a munkateret körülzáró falak méreteit így megállapítottuk, áttérünk a Martin-kemence másik fontos részének, a két kamrapárnak, méretezésére, majd azután a kamrákat a munkatérrel összekötő részek méreteinek megállapítására.

C) A kamrák.

A kamrák a Martin-kemence hőtárolói, amelyeknek az a feladatuk, hogy a meleget felvegyék, raktározzák, majd ismét leadják. A kamráknak a munkatéren átvonult láng maradékmelegét kell felvenniük azért, hogy azt a gáz- és a levegőáram felmelegítésének céljaira tárolhassák és adhassák le. Minél nagyobb ennek a — két kamrapárban keringő, cirkuláló — hőnek a mennyisége, annál kisebb lesz az a hőmennyiség, amely a kéménybe menő füstgázok hőfokának növelésére fennmarad, és éppen ezért annál kedvezőbben fog alakulni a kemence hőforgalmának mérlege. Mindebből világosan következik, hogy — a munkatér területének és mélységének méretein túl — a két kamrapár helyes méretezése az, ami a kemence üzemének gazdaságosságát elsősorban eldöntheti.

Annak ellenére, hogy W. Heiligenstaedt néhány évvel ezelőtt megjelent munkájában meglehetősen tisztázta a regenerátorok hőátvételi és hőátadási viszonyainak elméleti feltételeit,¹⁾ a kamrák méretezése ma is tapasztalati ada-

¹⁾ W. Heiligenstaedt, Regeneratoren, Rekuperatoren, Windhitzer, Leipzig, Verlag O. Spamer, 1931.

tok alapján történik. Ebben a tekintetben tökéletesen helyes Bansen-nek a német kohómérnökök egyesülete acélműbizottságának 82. sz. jelentésében közölt álláspontja, amely szerint: „Trotz bester Kenntnis der Wärmeübergangsbedingungen, die für die richtige Wahl der Steinabmessungen und Durchgangsquerschnitte richtige Ergebnisse zeitigen wird, werden wir doch für den praktischen Speicherbau mehr oder weniger auf summarische Erfahrungswerte angewiesen bleiben“ (A hőátmenet elméleti feltételeinek teljes ismeretében is rá leszünk utalva arra, hogy a kamrák méreteit tapasztalati adatok alapján állapítsuk meg). Ezt annál nyugodtabban tehetjük, minthogy Bansen és mások újabb adatgyűjteményei a jó járású kemencék minden mérete tekintetében teljes tájékozódást nyújtanak.

A kamráknak olyan méreteket kell adnunk, hogy azokban állandóan megfelelően nagy hőmennyiség legyen tárolható. E mellett a szempont mellett minden más szempont másodrangú jelentőséggel bír. Ha a túl nagy kamra nem is előny — már csak a sugárzó felület nagyobbodása révén sem —, még mindig sokkal kisebb hiba, mint a kelleténél kisebb kamra. Az a körülmény, hogy szűkebb kamrában nagyobb az áramlás sebessége, tehát a hőátvétel és a hőleadás is gyorsabb, ne vezessen félre minket. Hiába jó a hőfelvétel és a hőleadás, ha a kamra olyan kicsi, hogy a nem elég nagy felület nem képes elegendő hőmennyiséget tárolni. Kelleténél kisebb kamrák alkalmazása azzal a hátránnyal is jár, hogy gyakran kell a lángjárás irányát változtatni, amivel persze a gázvesztesség növekedése jár együtt. A kis kamrák üzeme állandó túlterhelésben van s a túlterhelt kamra élettartama nem lehet hosszú. Az amerikai Martin-művek is ezeknek a tapasztalatoknak az alapján építenek újabban jóval nagyobb kamrákat, mint azelőtt.¹⁾ A nagyobb kamrák azután hamar megjavították az amerikai kemencék fajlagos termelését.

A többször említett adatgyűjteményben a kemencék négy kamrájának együttes köbtartalma átlagban a következő:

¹⁾ G. Bullé, Der Stahlwerksbetrieb in den Ver. Staaten von Nordamerika, Stahlwerksbericht Nr. 90.

10 tonnás kemencéknél	75 m ³
20 „ „	140 „
25 „ „	175 „
30 „ „	215 „
35 „ „	240 „
40 „ „	275 „
50 „ „	340 „

Minthogy a fürdő egész tömegének melegfelvétele a munkatérnek, illetőleg a fürdőnek felszínén át történik, kétségtelen, hogy a munkatér területe és a négy kamra együttes köbtartalma között szabályos összefüggés kell, hogy legyen. Amint láttuk, a munkatér területe és a betét súlyegysége között is állandó az összefüggés, várható tehát, hogy a betét súlyegysége és az összkamratérfogat között is szabályos összefüggés mutakozzék. Szerző említett munkája a Bansen-féle adatgyűjtemény adatai között az alábbi, feltűnő és szabályos összefüggést találta:

Betétsúly t	az összkamratérfogat viszonya a munkatér területéhez	fajlagos kamratérfogat
	m ³ : m ²	m ³ : m ²
10	75 : 7'5	10'0
20	140 : 15'0	9'3
25	175 : 18'5	9'5
30	215 : 22'5	9'5
35	240 : 26'0	9'2
40	275 : 29'0	9'5
50	340 : 35'0	9'7

A fenti átlagértékek összefüggése alapján megállapíthatjuk tehát, hogy a jó járású Martin-kemencék köbméterben kifejezett összkamratérfogata 9'5—10-szer akkora, mint a munkatérnek négyzetméterben kifejezett területe.¹⁾ A fajlagos összkamratérfogat fenti értékeinek helyességét az újabb amerikai gyakorlat is igazolja. Így Bulle az amerikai Martin-művekről írott munkájában megállapítja, hogy a legnagyobb amerikai acélgyárak 100 tonnás kemencéikhez ma 680 m³-es összkamratérfogatot írnak elő, ami majdnem egészen pontosan megfelel a 100 tonnás kemencék négyzetméterben kifejezett munkatérterülete tízszeres értékének.²⁾

¹⁾ Szerző megjegyzései Bansen közleményeire, St. u. E. 1925. évf. 1357. old.

²⁾ Stahlwerksbericht Nr. 90.

Újabb kemencéinek tervezése során Pavloff is elfogadta ezt az arányszámot és legújabb 100 tonnás kemencéje számára — $66\frac{1}{2}$ m² munkatérterület mellett — 600 köbméteres összkamratérfogatot állapított meg, holott korábban jóval nagyobb kamratérfogattal dolgozott.¹⁾ Pavloff azelőtt a regenerátorok rács tömegének szánt akkora térfogatot, amekkorát ma a kamrák egész térfogata gyanánt ad meg.²⁾ Ez a jelenség is bizonyítja, hogy a Martin-kemencék fajlagos termelése állandóan javulóban van.

A rács térfogot a kamratérfogatnak 0'6—0'8 része; a német vaskohómérnökök egyesületének acélműbizottsága szerint közepesen 0'75. A rács tömeg térfogategységének súlya az alkalmazott téglafajtától és a rácskozás módjától függ, de rendszeren 4—5 tonnát tesz ki a munkatér minden m²-re után. A németországi gyakorlatban a kisebb érték kisebb kemencék kamráira, a nagyobb érték a nagyobb kemencék kamráira vonatkozik. Ezek a számértékek általában a közönséges alakú rács téglákra érvényesek.

A gáz és a levegő kamráinak méretei között rendszeren csak a szélesség tekintetében van különbség (ebben a tekintetben egyelőre kivételt jelent Moll-nak a következő fejezetben tárgyalandó megoldása, amelyben a levegőkamrák magassága jóval nagyobb, mint a gázkamráké). A levegőkamrák szélessége — a levegőfőlősleg arányának megfelelően — rendszeren 25—30%-kal nagyobb, mint a gázkamrák szélessége. A gyakorlatban azonban — bár jórészt megokolatlanul — éppen a kamrák szélességének aránya tekintetében találhatók a legnagyobb eltérések.

Mint hogy a kemence tartós üzeme során a gáz és a levegő csatornáinak falai fokozatosan elsalakulnak, az összegyűlő salaktömeg felfogásáról úgy kell gondoskodnunk, hogy a megolvadt téglák salakja, amelyet a betétből eredő szállópor tömege is szaporít, ne csökkentse az áramlás szabad szelvényét. Az elhasználódásból eredő salaktömeg gyűjtése céljából ú. n. salakzsákokat építünk be. Egészen kis kemencék salakzsákjait magukba a kamrákba építjük be, míg közepes és nagy kemencék salakzsákjait, a rácsos kam-

¹⁾ M. Pavloff, Abmessungen von 100 t. S.-M.-Öfen, St. u. E. 1927. évf. 953. old.

²⁾ M. Pavloff, Die Abmessungen von Martin-Öfen, J. Springer, Berlin, 1911.

rák elé, külön s a l a k k a m r á k alakjában képezzük ki. Ha a salakkamra térfogata kicsi és a benne összegyűlt salak folyékony, akkor a felgyülemlett salakot időnként lecsapoljuk. Az elhasználódásból eredő salaktömeg azonban rendszerint nem elég hígan folyó, úgy, hogy célszerűbb, ha a salakkamrák térfogatát akkorára szabjuk ki, hogy abban a salaktömeg a járat végéig is megmaradhasson. Túlságosan nagy salakkamrák építése céltalan, sőt káros is, minthogy a salakkamra túl nagy térfogata hátrányosan befolyásolja a kemence hógazdaságát. A s a l a k k a m r á k ö s s z t é r f o g a t a elegendőnek fog mutatkozni, ha azt 20 tonnás kemencéknél 12 m^3 -ben, 30 tonnásoknál 18 m^3 -ben, 40 tonnás kemencéknél pedig 25 m^3 -ben állapítjuk meg. A nagyobb kemencék salakkamrái arányosan nagyobbak legyenek.

Salakkamrák csak előrehúzott regenerátorokkal felszerelt kemencékhez építhetők. Ha a salakgyűjtő zsákokat magukba a regenerátorkamrákba kell beépítenünk, akkor ezeknek a salakzsákoknak térfogatát külön kell számításba venni, nehogy általuk a regenerátorkamrák térfogatát csökkentsük.

D) A kemencének a kamrákat és a munkateret összekötő részei.

A kemence összekötő részei a tűzfejek és a kamrákat a tűzfejjel összekötő csatornák. Ezeket a részeket úgy kell méreteznünk, hogy szabad szelvényeik — optimális sebességgel — elegendő gázt és levegőt juttassanak a munkatérbe s a kemence belső ellenállását minél kisebb mértékben növeljék. Az összekötő részek falainak vastagságát a tartóságnak és a tartósan jó lángvezetésnek szempontjai szerint kell megállapítanunk. Legfontosabb a gáz- és levegőcsatornák szabad szelvényeinek kiszabása, minthogy elsősorban ettől függ a sebességi viszonyok helyes beállása, a belső ellenállás nagysága s ezekkel együtt a kemence üzemének gazdaságossága.

Elsőnek a gáz és a levegő csatornáinak a munkatérbe torkolló nyílásait kell alak és méret tekintetében kiszabnunk. Ebben a tekintetben a levegőnek és a gáznak nyomásviszonyai és nyomáskülönbsége mérv-adók. A gáz a gázfejlesztőkből rendszeren bizonyos túlnyomással jut a kemencéhez, míg a levegőt rendszerint csak a

kémény huzata és az izzó kamrák felhajtó hatása mozgatja. Rendes körülmények között tehát a gáz, illetőleg a gáznyomás az a tényező, amelyik eldönti az áramok találkozásának erélyességét, az égés terjedésének sebességét és a láng irányítását (M o l l -nak az a sikeres kísérlete, amely szerint a vezető tényező szerepét a nagyobb nyomású levegő is átvetheti, egyelőre csak — elméletileg és gyakorlatilag egyaránt sikerrel igazolt — kezdeményezésnek tekinthető). A gáz és a levegő nagy nyomáskülönbségének következménye a gáz és a levegőbeáramlás végszelvényeinek fordított értelmű aránya. A gáz és a levegő beömléseinek területaránya 1 : 2 és 1 : 4 között változik; legtöbbször 1 : 3 szokott lenni. Ha a különbség még nagyobb, akkor annak az lesz a következménye, hogy az égéstermékek túlnyomó nagy része a lehúzó oldalon — a kisebb ellenállás irányát követve — a levegő nyílásán át a levegőkamrába tódul. Az égéstermékeknek ilyen elosztódása bizonyos mértékig kívánatos is, minthogy a nagyobb térfogatú levegőkamrák melegen tartása nagyobb hőmennyiséget is kíván. Ha azonban ez a kívánatos arány megszűnik és a levegőkamrákon állandóan túlságosan sok égéstermék megy át, úgy a kemence járásában zavarok állhatnak be, a levegőkamrák rácsozata pedig idő előtt tönkremegy.

A beömlés nyílásterületének kiszabásánál az időegységenként átáramló gáz mennyiség szempontján túl azt a követelményt is figyelembe kell vennünk, hogy a kemence belső ellenállása minél kisebb legyen. Ezt a belső ellenállást főleg a gáz, a levegő és a füstgáz útjának hirtelen, éles irányváltásai és a hirtelen csatornaszűkítések szokták megnövelni. Ezeket a hibákat, amelyek főleg nagy áramlási sebességekkel dolgozó kemencék üzemében éreztetik kellemetlen hatásukat, mindenképen el kell kerülnünk a tervezési munka során. A belső ellenállás csökkentése, illetőleg legyőzése tekintetében igen jó hatást fejtenek ki a füstgázkazánokkal kapcsolatos levegőventilátorok és mechanikus füstgázszívó berendezések. Ezek járatása az előregedett, jórésztben eldugult kamrarácsozatú kemencék huzatát is mindig rendben tartja.

A legelterjedtebb megoldás a tűzfejben rendszeren két alul fekvő gázbeömlést és egy, felül elhelyezett, levegőbeöm-

lést alkalmaz. Közepes kemencék egy-egy gázbeömlésnek szelvénye rendszeren 320.380 mm. A levegőnyílás szelvényterülete az előbb említett arányszámok (illetőleg a levegőfelesleg és levegősebesség nagysága) alapján állapítandó meg. Közepes kemencék gázbeömlésének szabad teljes szelvényterülete általában 2400 cm^2 , a levegőbeömlése pedig $7000\text{--}8000\text{ cm}^2$, vagyis a viszony szám kerekén 1:3. Nagy kemencék gázbeömlésének szelvénye nem igen szokott $3000\text{--}3200\text{ cm}^2$ -nél nagyobb lenni. Itt azonban a levegőbeömlés szelvényterületének kiszabásánál rendszerint a legnagyobb viszonyszámokat (1:3,5—1:4) alkalmazzák.

Hogy a gáz- és a levegőcsatornáknak a munkatérbe torkolló részei milyen szöget zárnak be a vízszintessel és hogy milyen a tűzfejek vízszintes hossza, az elsősorban a tűzfej fajtájától függ. A régiebb (Siemens-rendszerű) fejekben a gázcsatornák hajlásszöge $10\text{--}15^\circ$, a levegőcsatornáé pedig $25\text{--}40^\circ$. Minél nagyobb a különbség a gáz- és a levegőcsatornák hajlásszöge között, annál jobban dolgozik a tűzfej. Minél hosszabb a tűzfej vízszintes mérete, annál drágább az építése, de — rendszeren — annál tartósabb a tűzfej helyes lángvezetése.

E) A kemence csatornái és a kémény.

A kemence csatornáinak rendszerét a váltószelepek két csoportra osztják úgy, hogy minden Martin-kemencének egy pár gázcsatornája (a gázkamrák és a gázszelep között) és egy pár levegőcsatornája (a levegőkamrák és a levegőszelep között) van. Ezekhez csatlakozik a kéménycsatorna, amely a szelepektől a kéményhez vezet.

A gáz és a levegő csatornái közvetlenül a kohószint alatt futnak olyan magasságban, hogy boltozatuk egy szintben legyen a regenerátorkamrák talpával. Ezek a csatornák ugyanis nemcsak a kamrákig vezetnek, hanem, a kamrák alatt, azok egész hosszában, végigfutnak abból a célból, hogy a kamratalpak boltozatának résein át a kamrákat egyenletes elosztású gázzal és levegővel láthassák el.

A levegő csatornáinak szabad keresztzelvénye rendszeren 15—25%-kal nagyobb, mint a gázcsatornák szabad szelvénye. A gázcsatornák szabad szelvénye egyébként kis ke-

mencéknél $0\cdot6$ — $0\cdot7$ m², közepeseknél $0\cdot7$ — $1\cdot2$ m², nagy kemencéknél pedig $1\cdot2$ — $1\cdot8$ m² szokott lenni. A kereszt-szelvény vízszintes mérete nagyobb, mint a függőleges. A méretviszony rendszeren $1:1\cdot2$ — $1:1\cdot6$.

A váltószelepekről ezen a helyen annyit kell megjegyeznünk, hogy azok mindig inkább valamivel nagyobbak, semmint kelletténél kisebbek legyenek. Ha a szelepek áramlási szabad szelvényei kicsik, akkor az ellenállás hirtelen megnövekszik, a gáz, vagy a levegő nyomásában hirtelen csökkenés áll be úgy, hogy a munkatér nem kap elegendő gázt, vagy levegőt. Ezek a szempontok azért olyan fontosak, mert a szelepek szerkezete már — természeténél fogva is — olyan, hogy amúgy is mindig nyomásvesztést okoz. A nyomásvesztést, illetőleg a nyomáskülönbséget (a szelep előtt és után) mérésel gyakran ellenőrizni kell. Ha a nyomásvesztés tartósan, állandóan nagy, úgy a szűk szelepet okvetlenül nagyobbval kell kicserélni.

A füstgáz csatornája megfelelően nagyobb szabad szelvényű legyen, hogy a gáz és a levegő csatornáin érkező füstgázok áramát egyesítve vezethesse a kéménybe. Ezért a füstgáz csatornájának szabad szelvényét rendszerint a gázcsatorna szelvényének $1\cdot5$ — $1\cdot8$ -szorosában szokták megállapítani. A szelvény vízszintes és függőleges aránya olyan, mint a gáz- és levegőcsatornák szelvényeiben.

A kémény magasságával nem szabad nagyon takarékoskodni, egyrészt, mert az időjárás és a hőmérséklet változó viszonyainak hatását csak magas kémény tudja ellensúlyozni, másrészt, mert a kemence nagyobb betétsúlyra lendő átépítésének eshetősége is a nagyobb kéménymagasság mellett szól. Ma kis kemencékhez 35 m-es, közepesekhez 45—55 m-es, nagy kemencékhez 55—65 m-es kéményt építenek. A kémény alján a szabad szelvény átmérője rendszeren $1\cdot5$ —2 m.

F) A Martin-kemencék méreteinek és teljesítményének közepes és legnagyobb értékszámai.

A rendszeres áttekintés érdekében a Martin-kemence teljesítményének és méreteinek ezeket az értékszámait az alábbi, 5. sz. táblázatban foglaltuk össze.

5. sz. táblázat.
Martin-kemencék közepes és legnagyobb értékei.

Teljesítmény vagy méret	mérték	közepes érték	legnagyobb érték
Munkateljesítmény	kg/m ² /óra	200	300
közepes fűrdőmélység	mm	220	400
fajlagos munkatérterület	m ² /t	0·7	0·4
hetenkénti adagszám	—	17	25
fajlagos rácsoszátyú/térfogat	kg/m ³	800	1500
az óránkénti hőfogyasztásra jutó rácsoszátyú	t/10 ⁶ he/óra	25	40
a gáz belépő sebessége (0°, 760 mm) .	m/l mp	6	12
a levegő „ „	m/l mp	2·5	5
a boltozat tartóssága	adagszám	250	400
a kamrák tartóssága	adagszám	800	2500
tuskótermelés a betétsúly %-ában . .	%	93	103

6. A Martin-kemence építőanyaga és építése.

A) Az építőanyagok.

Martin-kemencék falazásához csak olyan tűzálló anyagok használhatók, amelyek nemcsak az adott helyek hőmérsékletét, hanem a kémiai és mechanikai hatásokat is tartósan és jól bírják. A Martin-kemencék építőanyagaitól tehát az egyszerű tűzállóságnál jóval többet kívánunk. A tiszta tűzállóság a kemencének csak olyan helyein lehet elegendő, ahol a fürdővel való érintkezés szóba sem jöhet. Ebből viszont az is következik, hogy a kemence ilyen helyein úgy bázikus, mint savas bélés esetében ugyanazt a minőségű és kémiai jellegű építőanyagot használhatjuk. A fürdővel érintkező falak anyagainak persze olyanoknak kell lenniök, hogy nemcsak a tartósság, hanem a fürdőben lejátszódó vegyi folyamatok szempontjainak is megfeleljenek.

A kemence építőanyaga a tégl (kő), a gyúrható döngölőanyag (massza) és a habarcs. Minden téglafajtához a neki megfelelő kémiai hatású habarcsot kell alkalmazni.

A Martin-kemence építőanyagai — a hatóanyag minősége szerint — három főcsoportot alkotnak:

1. kovasavas (SiO_2) építőanyagok;
2. timföldes (Al_2O_3) építőanyagok és
3. magnéziás (MgO) építőanyagok.

Az első csoport anyagai savas jellegűek, a második és harmadik csoport anyagai bázikusaknak tekintendők. Az első csoport általában szilika nevet visel, a második csoport anyaga a samott, a harmadiké pedig a magnezit. Ha ez utóbbi csoport anyagában kb. ugyanannyi a CaO -tartalom, mint a MgO mennyisége, akkor dolomit a neve. Hatóanyagban a szilika a leggazdagabb, a samott pedig a

legszegényebb. A samott éppen ezért gyakran mint neutrális, közömbös kémiai jellegű anyag használatos.

Litinsky¹⁾ szerint a tűzálló anyagokat az alábbi tulajdonságok alapján kell megítélnünk:

1. az olvaszthatóság foka;
2. kémiai összetétel;
3. szilárdság;
4. teherbírás izzó állapotban;
5. térfogatállóság;
6. érzékenység hőfokváltozással szemben;
7. ellenállás kémiai hatásokkal szemben;
8. fajsúly, sűrűség;
9. szín;
10. szövet és gázátbocsátás.

A tűzálló téglák olvaszthatóságának foka a hatóanyagok mennyiségétől függ és Segerkúp-számmal szokták kifejezni. Mindig célszerű, ha néhány Seger-számmal nagyobb tűzállóságú anyagot választunk, mint amilyen a kérdéses falfelület legnagyobb hőmérsékletének éppen megfelel, minthogy a tűzálló téglák anyaga olykor jóval az olvadáspont alatt lágyulni kezd.

A kémiai összetétel egymagában nem lehet döntő az anyagminőség megítélése tekintetében. A kémiai összetétel leginkább csak arra nyújt alapot, hogy annak állandósága alapján a kémiai jelleg fokának állandóságát állapíthassuk meg, főleg a versenyző gyártmányokkal szemben.

A Martin-kemence legfontosabb tűzálló köveinek vegyi összetétele különben általában az alábbi határok között mozog:

Szilika.

SiO ₂	.	.	.	95—98 %
Al ₂ O ₃	.	.	.	0'5—3'0 „
CaO	.	.	.	0'2—2'0 „

és mint fertőzmény

Fe ₂ O ₃	.	.	.	legf. 1'0 „
--------------------------------	---	---	---	-------------

Ez az összetétel 34—36 Segerkúp-számmal, illetőleg 1750—1800° C olvadáspontnak felel meg.

¹⁾ L. Litinsky, Schamotte u. Silika, O. Spamer Leipzig, 1925. 19. oldal.

S a m o t t.

SiO_2	50—60%
Al_2O_3	35—47 „
$\text{CaO} + \text{MgO}$	1—2 „

és mint fertőzmény

Fe_2O_3	legf. 1'0 „
-----------------------------------	-------------

Az ilyen összetételű samottkő olvadáspontja 1700—1800° C.

M a g n e z i t.

MgO	80—85%
SiO_2	2—5 „
CaO	3—5 „
Fe_2O_3	4—8 „
Al_2O_3	0'5—0'5 „

Megállapítást nyert, hogy a magnezittéglák legkedvezőbb Fe_2O_3 -tartalma 5—7%, feltéve, hogy a téglanya szegény kovasavban és a legerősebb zsugorító pörkölésen ment át.¹⁾ A magnezittéglák olvadáspontja 2100—2200° C (kb. 42-es Segerkúp) ugyan, de a magnezittéglák legtöbbje 1500° C felett puhulni kezd.

Különleges összetételűek és kiváló minőségűek azok az újabb gyártású magnezitkövek, amelyeket „R a d e x” elnevezéssel az osztrák radentheini magnezitművek és „M a g n e s i d o n” elnevezéssel a németországi mannheim-waldhofi Dynamidon-művek készítenek. Bár ezek a különleges magnezittéglák drágák, rendesen megérik az árukat, mert tartósak, jól bírják a nagy fűtőértékű tüzelőanyagokkal elért nagyobb kemencehőmérsékletet és a hőfokváltozásokkal szemben is meglehetősen érzéketlenek. Ezekből a különlegesen jóminőségű magnezittéglákból már rendszeresen készülnek egész tűzfejek és kemenceboltozatok is.²⁾

A szilárdság, a hideg állapotra vonatkozó összenyomó szilárdság mértéke ugyancsak nem dönti el a tűzálló anyag általános jóságát, egyrészt, mert a legsilányabb tűzálló téglaszilárdsága is sokszorosan nagyobb, mint a tényleges megterhelés a kemence falában, másrészt,

¹⁾ H. Hirsch, Die Eigenschaften der Magnesitsteine, Archiv f. d. Eisenhüttenw. 1927. évf. 439. old.

²⁾ Heger, Sonntag u. Leineweber, Erfahrungen mit neuartigen hochfeuerfesten Steinen, St. u. E. 1935. évf. 265. old.

mert a hideg állapotban mért szilárdságból alig-alig lehet következtetést vonni a nagy hőmérsékletben elérhető legnagyobb összenyomó szilárdságra. Így a jó magnezittégla összenyomó szilárdsága gyakran eléri az 1000 kg-ot is cm^2 -enként, holott a valóságos megterhelés a kemence falában a 3 kg-ot sem éri cm^2 -enként. A hideg állapotban mért nagy szilárdság azonban mindig nyújt annyi biztosítékot, hogy a téglák készítése és égetése szabatos, lelkiismeretes volt.

A tűzálló téglának az emelkedő hőmérséklettel együtt süllyedő összenyomó szilárdságának változásáról a 6. sz. táblázat nyújt képet.¹⁾

6. sz. táblázat.

A tűzálló téglák összenyomó szilárdságának változása.

Téglafajta	15°	1000°	1400°	1600°
Szilika	170	120	60	30
Samott	190	210	(12)	(0·5)
Magnezit	145	85	(5)	(1)

A zárójelben álló számok a kezdődő lágyulás állapotát jelzik.

A nagy hőmérsékleten történő terhelés eredménye fontos és megbízható adata a tűzálló téglák minőségének. A nagy hőmérsékletű darabbal összenyomó- és hajlító kísérletet végeznek s az ellenállás mértékét az első esetben a megrövidülés és megvastagodás, a második esetben pedig a repedés nélküli behajlás nagysága szolgáltatja. Ilyen vizsgálati eredmények átlaga arra is igen alkalmas, hogy vele más gyártmányok minőségét összehasonlíthassuk.

A térfogatállóság a tűzálló anyagok minőségének kényes kérdése, mert éppen a tűzálló kövek azok, amelyeknél — a nagy hőmérsékletre történő hevítés folytán — térfogatállandóságról valójában alig lehet szó. Az is nehézséget okoz, hogy az egyazon Martin-kemencébe beépített háromféle téglafajta hőben való tágulásának nagysága egymástól lényegesen eltér. Ez a körülmény már egymagában is hátrányos befolyást gyakorol a Martin-kemence falazatá-

¹⁾ Le Chatelier és Bogitsch adatai Litinsky könyvéből.

nak tartósságára. A szilikatéglák és a közönséges magnezit-téglák sokkal érzékenyebbek a hirtelen hőfokváltozásokkal szemben, mint a samottkövek. Ez a körülmény is igazolja a kemencék felfűtésének óvatos, lassú fokozatosságát.

K. Schönert azt találta, hogy a Martin-kemence építőanyagainak lineáris hőtágulása 600 és 1400° között a következő:

szilikatéglák . . .	1'33—1'47%
samottéglák . . .	0'45—0'90 „
magnezittéglák . . .	1'30—1'50 „ ¹⁾

Kémiai hatásokkal szemben csak megfelelő összetétellel és kellő tömörítéssel lehet a tűzálló téglát ellenállóvá tenni. Ha a téglát nem elég tömör, úgy a fürdővel érintkező téglát még abban az esetben sem lehet tartós, ha jó a kémiai összetétele. A higan folyó salak ugyanis behatol a téglát pórusaiba és tönkreteszi annak ellenállóképességét. Természetes, hogy a savas anyagú köveket elsősorban a bázisjellegű oxidok, a bázikus kövek anyagát pedig a savtermészetű oxidok roncsolják legerősebben. Így Salmang vizsgálatai azt bizonyították, hogy például a samottkövek anyagát általában annál erősebben roncsolja a salak, minél nagyobb a bázistartalma és a híg folyása. A bázisok roncsoló hatás tekintetében a következőképpen sorakoznak egymás után: FeO, MnO, CaO és MgO. Foszforsavas sók majdnem olyan erősen roncsolják a samottot, mint a felsorolt oxidok.²⁾

A tűzálló téglát sűrűsége, illetőleg fajszúlya az-ért fontos adat, mert egyrészt a hatóanyag mennyiségét is jelzi, esetleges nagyfokú változása pedig világosan jelzi a téglát anyagának a raktározás (főleg a helytelen raktározás) és használat közben bekövetkezett elváltozásokat.

A jóminőségű tűzálló téglák fajszúlya röviddel a gyártás után a következő szokott lenni:

samott . . .	2'0—2'2
szilika . . .	2'2—2'4
magnezit . . .	3'2—3'5

¹⁾ K. Schönert, Die Wärmeausdehnung von feuerfesten Baustoffen, Archiv f. d. Eisenhüttenw. 1927. évf. 379. old.

²⁾ H. Salmang, Untersuchungen über die Verschlackung feuerfester Stoffe, St. u. E. 1927. évf. 1816. old.

A téglá szövezeti szerkezet tekintetében sűrű és egyenletes legyen. Erről részben szabad szemmel, részben gyengén, vagy erősen nagyított szövezeti fényképfelvétellel győződhetünk meg. Megbízható szövezetű téglák mindig síma felületűek és kalapácsütésre csengő hangot adnak. A téglák szövezeti szerkezetével kapcsolatos azok g á z á t b o c s á t á s á n a k foka is. Az amerikai F. A. Wick herham vizsgálatai megállapították, hogy a sűrűség és a szövezet-minőség mellett a gázátbocsátás fokára az a körülmény van a legnagyobb befolyással, vajjon a téglá anyagának pórusai önmagukban zártak-e, avagy az egész téglán átmenő csatornákat alkotnak.¹⁾ A gyártás módja igen nagy befolyással van a gázátbocsátóképességre. Kézi gyártású samottkövek erősen gázátbocsátóknak, nagynyomású sajtón készült samottkövek pedig szinte áthatolhatatlanoknak bizonyultak a vizsgálat legnagyobb feszültségű gázai számára is.

A tűzálló téglák mind a három fajtáját fedél alatt kell raktározni és pedig úgy, hogy a téglák ne feküdjenek közvetlenül az eleven talajon, nehogy abból nedvességet, vagy sóoldatokat szívjanak magukba. Maga az eső, vagy a felszívott talajnedvesség magában is erősen csökkentheti a téglá szilárdságát. A felszívott és a kőanyagban ki-kristályosodott sóoldatok pedig egészen tönkreteszhetik a tűzálló téglá minőségét. Szabadon raktározott téglák egy esztendő lefolyása alatt 10—40%-ot veszítenek eredeti szilárdságukból. Megnedvesedett téglákat ajánlatos melegítéssel kiszárítani és melegen rakni a falba.

A tűzálló habarcs feladata, hogy az egymás mellé és egymás fölé falazott téglákat egymással jól kösse és hogy a téglák felületi és méretbeli egyenlőtlenségeit kiegyenlítse. A tűzálló habarcs ennek a feladatának csak akkor tehet eleget, ha elég hígan folyó állományú, ha összetétele megfelel a vele falazandó téglá kémiai jellegének és — végül —, ha a kemence üzemi hőmérsékletén biztosan köt. A habarcsot a tűzálló építmények falazásánál éppen azért használjuk nyers (nem égetett) állapotban, hogy az igazi kötés keményreégés közben következze be. A kötés jóságát az is elősegíti, hogy a habarcs tűzállósága mindig kisebb, mint a vele kötendő tégláanyagé.

¹⁾ St. u. E. 1927. évf. 1674. old.

A tűzálló habarcs ugyanolyan anyagok keveréke, mint amilyenekből a vele kötendő téglafajták készültek. Így pl. a samotthabarcs örölt samottnak és tűzálló agyagnak keveréke (a legnagyobb tűzállóságú, samottjellegű kövek kötéséhez esetleg örölt agyagpala és kaolinliszt keverékét is használhatjuk). A szilikahabarcs finomra örölt kvarc és egy kevés tűzálló agyag keverékéből áll. A magnezitfalak készítéséhez nem mindig használunk habarcsot. Magnezittéglákat ugyanis szárazon is szoktak falazni. A száraz falazás igen jól bevált, de szakavatott pontos munkát kíván. A száraz falazás céljaira ugyanis a lehető leggondosabban össze kell illeszteni a téglákat s az elkerülhetetlen, egészen vékony közőket rendkívül finomra örölt, száraz magnezitliszttel kell kitölteni.

Ha a magnezittéglából való falat habarccsal építjük, akkor vagy kátrányos, vagy meszes magnezithabarcsot használunk. A kátrányos habarcs 90—92 százalék magnezitlisztből és 8—10% felfőzött kőszénkátrányból áll. A kátrányos magnezithabarccsal történő falazás igen kellemetlen munka, mert az ilyen falazáshoz úgy a téglát, mint a habarcsot meleg állapotban kell a falba rakni. Jobban szeretik a meszes magnezithabarcsot, amely úgy készül, hogy a magnezitlisztet 6—10%-nyi oltott mésszel sűrű szítán jól átgyúrák.

B) A Martin-kemence építése.

A Martin-kemence csak akkor felelhet meg feladatának tartósan és gazdaságosan, ha megfelelő méretű és minőségű tűzálló kövekből, tűzálló téglákból — különleges építőmunkával — készítjük és merevítő, illetőleg alakbiztosító fegyverzettel látjuk el. Az a legfontosabb, hogy a kemence — a rajzok alapján — a leggondosabb és lelelkiismeretesebb kőművesmunkával épüljön fel. Minthogy a Martin-kemence falainak — az acélgyártás természetéből folyóan — a legváltozatosabb és legnagyobb igénybevételt kell elviselnie, természetes, hogy a kemence falazatainak nagyobb gondossággal kell készülniök, mint bármely más építmény falainak. Főleg három hibától kell óvakodnunk: vastag habarcsrétegek felrakásától, a tűzálló kö-

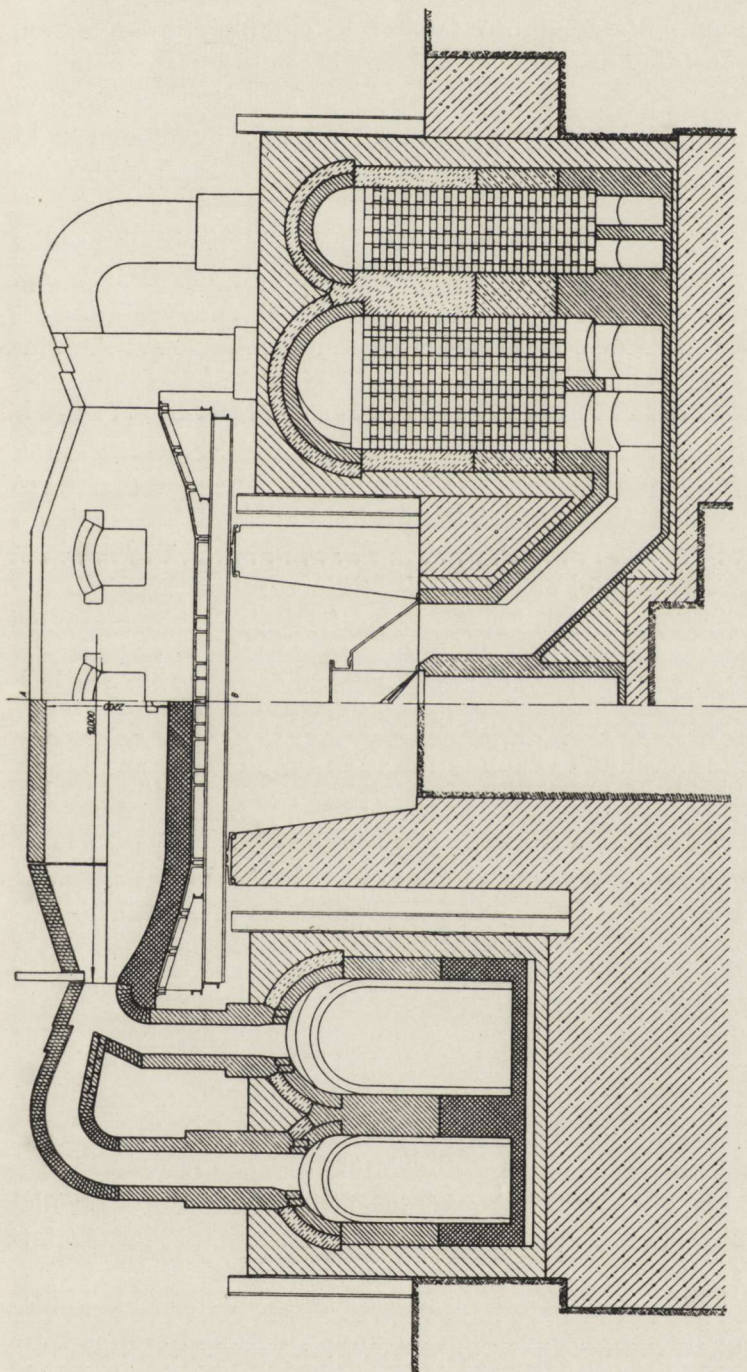
vek faragásának erőteljesebb alkalmazásától és túlnagy méretű (idom-) téglák beépítésétől.

A habarcsrétegeknek azért kell vékonyaknak lenniök, mert egyrészt amúgyis megszakítják a téглаépitmény összefüggésének és egységének folytonosságát, másrészt, mivel a habarcs tűzállósága mindig kisebb, mint a vele kötött tégláé, a falazat tűzállóságát is csökkenti. A téglák faragásának éppen az is egyik hátrányos következménye, hogy egyenetlen és vastag habarcsrétegeket okoz. A boltozat és a tűzfejek falazatának építésénél tehát okvetlenül mellőznünk kell a kövek faragását. Ha a kövek megdolgozása itt-ott mégsem kerülhető el, úgy azokat nem kézi faragókalapáccsal, hanem forgó köszörűkövön, vagy csiszolókorongon kell megmunkálnunk. Ez a módszer egyrészt pontosabb, szabatosabb, másrészt kíméletesebb is úgy, hogy repedéseket nem okoz a megdolgozott darab anyagában. A tégláknak forgó kövön történő megdolgozása tehát kettős előnnyel jár; csökkenti a habarcsréteg vastagságát és megmenti a téglák épségét.

Ne gondoljuk azonban, hogy helyes úton járunk akkor, ha — a hézagok számának és terjedelmének csökkentése érdekében — túlságosan nagyméretű téglákat alkalmaznánk. A nagy köveknek ugyanis igen széles és egyenetlen vastagságú habarcsréteg a következménye, ami már magában is rontja a fal szilárdságát, állékonyságát. Ehhez még az a hátrány is járul, hogy a nagyméretű köveket sohasem lehet olyan alaposan és egyenletesen dörögni és égetni, mint a kisebb méretűeket. A szilikaköveket azonban viszonylag mégis vastagabb habarcsréteggel kötjük, mint más tűzálló téglákat, minthogy a szilikatéglák nagy hőmérsékleteken erősebben duzzadnak, kiterjednek.

A kemence felső részének építése.

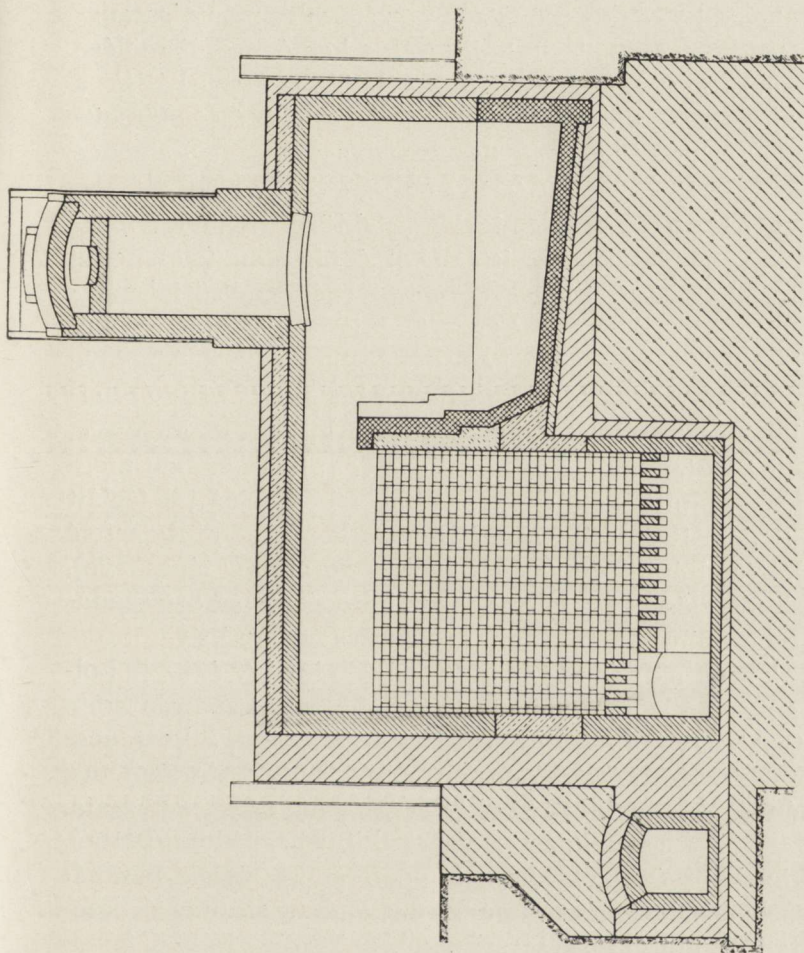
A Martin-kemence felső részének építése tekintetében döntő fontosságú a munkateret körülzáró falaknak, a fenéknek és boltozatnak elkészítési módja. A 22. és 23. ábra egy magyarországi bázikus Martin-kemence falazási rajzát mutatja be, a használt anyag-, illetőleg téglaminőségek feltüntetésével.



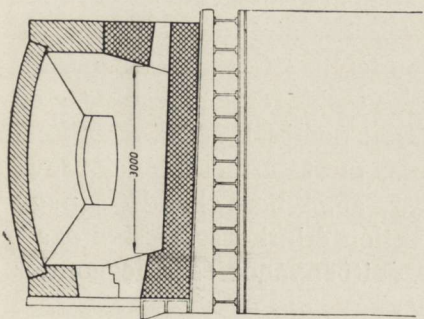
22. ábra.
Moll-rendszerű Martin-kemence falazási rajza.

A munkateret alkotó falakat a legjobb építőanyagból, szakavatott munkával kell kidolgozni, minthogy ezeknek a falaknak jórésze nemcsak nagy hőmérsékletnek és a fürdő roncsoló hatásának, hanem mechanikai igénybevételnek is ki van téve. A munkatér feneke — aszerint, amint savas, vagy bázikus kemencéről van szó — örölt kvarc és agyagliszt keverékéből, vagy kátrányos magnezitből, esetleg tisztán magnezittéglából készül. A fenék falazatát olyan vas-, vagy acélöntésű fenéktáblákra rakják, amelyek vasszerkezetű alépítményen fekszenek. Ez az elrendezés azért előnyös, mert így a kemence feneke természetes levegőhűtéshez juthat. Helytelen lenne, ha a kemence felső részének terhét a kamraboltozatokra hárítanók, mert ezzel veszélyeztetnők a kamrák alakállóságát és tartósságát. A fenéktáblákat tartó vasszerkezet tehát a kamrákat burkoló körfalak meghosszabbításán, vagy — még inkább — szabadon álló pilléreken, esetleg vasoszlopokon feküdjék. Ez az utóbbi megoldás az az előnnyel is jár, hogy a kamrafalak és a kemence felső részének egészen más módon és más mértékben táguló falai terjeszkedésükben, vagy összehúzódásukban nem befolyásolják egymást.

A bázikus kemencék feneke vagy tisztán magnezittéglából készül (legalul samottégla), vagy pedig úgy készül, hogy a magnezittéglasorokra — megfelelő vastagságú rétegben — magnezit-, esetleg dolomitmasszát döngölnék. Ha valamilyen okból csakugyan döngölést óhajtunk alkalmazni, úgy a magnezites döngölés mindig sokkal jobb, mint a dolomitos. Azt a réteget, amelyre a legelső magnezittéglasort rakjuk, forró kátránnyal kenik be. Erre a vékony kátrányrétegre 2—3 mm-nyi vastagságban száraz magnezitlisztet szórunk és ebbe rakjuk a téglarétegeket, a már tárgyalta kötőanyagok valamelyikével. Ha a feneket nem tisztán magnezittéglából készítjük, akkor a kátrányos magnezitmasszát rétegenként döngöljük a falazott részre és a fűtött kemencében rétegenként égetjük a téglasorokra, illetőleg egymásra. Döngölésre 1—25 mm szemnagyságú égetett szemcsés magnezitet szoktak használni, amelyet 5—8 súlyszázaléknyi forró kátrány hozzákeverésével tesznek képlékeny gyúrható anyaggá. Ezt az anyagot 20—40 mm-es rétegenként forrón rakják fel és vörösszínű fejű vasdöngölővel



23. ábra.
Moll-rendszerű Martin-kemence falazási rajza.



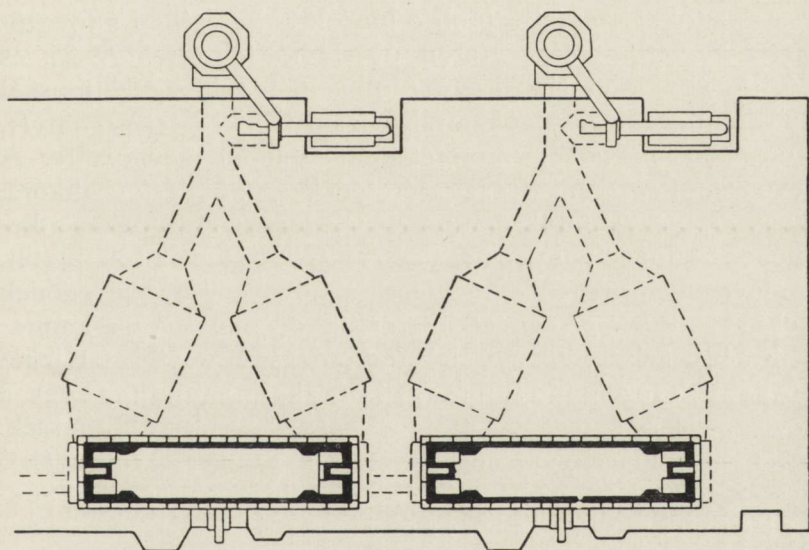
addig döngölik, amíg a döngölőszerszám rugalmas visszaugrása egészen megszűnik. Minden réteg keményre döngölése után hegyes acélszerszámmal durva felületűvé szurkálják a ledöngölt réteget, hogy a következő réteg lekötését elősegítsék. A döngölt rétegek együttes vastagsága — a kemence méretei arányában — 100 és 180 mm között mozog.

A mellső fal, valamivel a salakfürdő felületét meghaladó magasságig, magnezittéglából épül, azon felül pedig szilikatéglából. Nem ritkán azonban az egész mellső fal magnezittéglából készül. A hátsó fal is rendszerint így készül, de készülhet egészen kátrányos magnezitből döngölve is. Amint már láttuk, úgy a mellső, mint a hátsó fal támfal-szerű kiképzést szokott kapni. Ennek a kiképzésnek előnye, hogy a hátsó fal javításra szoruló helyein könnyebben megmarad a rádobott javítóanyag. A mellső és hátsó fal tégláit emellett nem is vízszintesen, hanem a kemence külseje felé tartó lejtéssel építik be (a belső felszínen esetleg lépcsőzve), ami szintén elősegíti a falra dobott foltozó anyag ottragadását, egyben növeli a fal állékonyságát és tartósságát.

A kemence boltozata szilikatéglából épül. A boltozat anyaga a legjobb minőségű kell, hogy legyen, minthogy a boltozat úgy a másodlagos hőszigetelés, mint a kemence-tartósság szempontjából igen fontos része a Martin-kemence építményének. Legjobb, ha úgy a kemence egész boltozata, mint a hozzá csatlakozó tűzfejek kizárólag idomtéglából, idomkövekből épülnek; kézzel megfaragott téglák használata ezeken a helyeken jár a legnagyobb veszéllyel és kockázattal. A boltozat keresztirányú, szélességi irányú ívmagassága rendszeren 250—300 mm; hosszúsági irányban a boltozat rendszerint nem ívelt, hanem egyenesvonalú. A legnagyobb kemencék boltozata néha hosszirányban is ívelt, de ennek az ívnek a magassága rendszeren 250 mm alatt marad. A kemence felső részének legkényesebb része a munkatér és a tűzfej boltozatainak közös válla; nemcsak azért, mert ket-tős terhet visel, hanem azért is, mert természeténél fogva szűkre szabott olyan helyet zár, amelyben állandó a nagy hőmérsékletű lánggal való közvetlen érintkezés. A boltozat-vállak építése tehát a legjobb építőanyagot és a leggondosabb építőmunkát kívánja meg.

A kamrák építése.

A kamrák építómódja alkalmazkodjék azok céljához és minél nagyobb tartósságához. Ha csak a kivitel egyszerűségét néznők, úgy a kemence felső részét mindig közvetlenül a kamrákra építenők. Ez azonban semmiképen se lenne helyes, mert így a kemence alsó és felső építménye se tágulás és összehúzódás, se pedig hozzáférhetőség és javíthatóság tekintetében nem lehetne független egymástól. Ezért a kemence felső részét ma már mindig előrehúzzuk; ez az elrendezés azzal az előnnyel is jár, hogy a salakkamrák célszerűen,



24. ábra.

A kamrák Quigley-rendszerű elhelyezése.

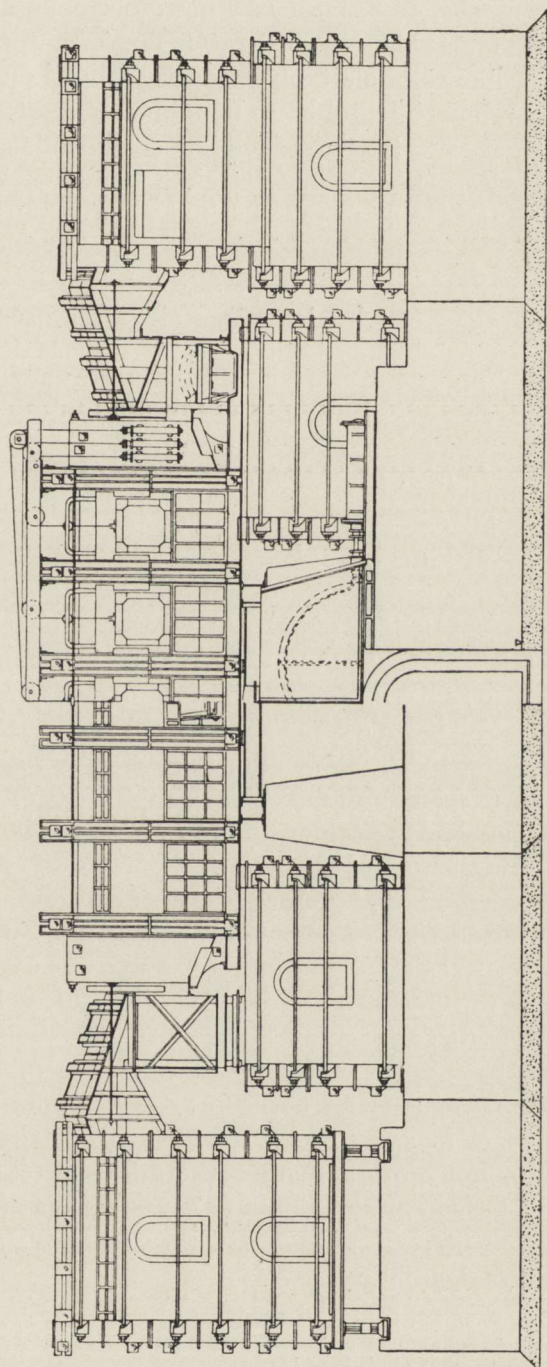
kellő nagyságban és jól hozzáférhetően képezhetők ki. Elvi tekintetben mindenképen helyes a kamráknak az amerikai acélművekben szokásos Quigley-féle elrendezése, amelyben a két kamrapár tengelyei nem párhuzamosak egymással, hanem összehajlók és a kémény előtt egy pontban találkoznak (l. a 24. sz. ábrát). Ennek az elrendezésnek főleg az az előnye, hogy a gáz, a levegő és a füstgáz áramlásának útjában kevesebb az éles fordulat, ami a belső ellenállás előnyös alakulásához vezet.

Az a kérdés, hogy a négy kamra sorrendjében a gáz-

kamrák kerüljenek-e a szélre, a levegőkamrák pedig a középre, nem túlságosan nagyjelentőségű. Igaz ugyan, hogy általános szokás szerint a gázkamrák szoktak a szélen állni, mégis tagadhatatlan, hogy a megfordított sorrendnek is jelentős előnyei vannak. Így pl. igen nagy előnynek kell tekintenünk azt a lehetőséget, hogy minden kamrából csak egy-egy felszálló csatornát vezethessünk ki. Ez a körülmény ugyanis alkalmat ad arra, hogy a tűzfej szélességi méretével erősen takarékoskodhassunk, ami viszont jelentős pénzbeli megtakarítást és a fejszerkezet egyszerűsítését teszi lehetővé.¹⁾ A kamrák ilyen elrendezésével Moll igen jó tapasztalatokat szerzett. Moll e megoldás keretében a levegőkamrák méretezését egészen új alapra fektette. A 25. és 26. sz. ábra mutatja, hogy Moll ennél a kemencetípusnál csökkentette a levegőkamrák vízszintes keresztszelvényét, hogy azok magassági méretét annál jobban megnövelje. A levegőkamrák magassági méretének növekedése akkora, hogy a levegőkamrák építményének legfelsőbb vonala a kemence boltozatának legmagasabban fekvő pontja fölé került. A levegőkamráknak ez a magasságnövekedése a levegőnek sokkal jobb előmelegítését biztosítja, egyben pedig a kamra-építmény célszerűbb és alakállóbb fegyverzését teszi lehetővé. A levegőkamrák magasbitásának az a főcélja, hogy a levegőnek a kamrában tartózkodása meghosszabbíttassék. Amíg ugyanis a gáz melegátvétele a gázban levő sugárzó testek révén gyorsabban történik, addig a sugárzó testeket nem tartalmazó levegő melegátvételehez jóval több időre van szükség. Így tehát feltétlenül megokolt, hogy a felmelegítendő levegőáramnak a kamrakeresztelvény szűkítése révén nagyobb sebességet adjunk, de a kamra magasságának növelése révén viszont meghosszabbítsuk a levegő és a sugárzó fal érintkezésének útját. Ez a megoldás lehetővé teszi, hogy a gázt a nagyobb sebességgel haladó levegő áramába — alulról — kisebb sebességgel vezethessük be.

A kamráknak teherbíró és feltétlenül száraz talajra épített (betonozott) alépítményen kell állniuk. Erre az alépítményre egy sor jólégetett (klinker-) téglá, majd egy sor samottégla kerül. Erre a samottkőrétegre építik a kb. 250 mm

¹⁾ Stahl u. Eisen, 1923. évf. 85. old.



25. ábra.
Magasbított levegőkamrákkal épített Martin-kemence.

széles, 800 mm magas, egymástól 1—1 m távolságban álló pil-lérek, amelyekre a kamra rácsozatát tartó boltozatokat rakják fel.¹⁾ A kamrák falait olyan anyagokból kell építenünk, amelyek a lehető legjobban ellenállnak a szállópor el-salakító hatásának, mert a falak felületi salakosodása nem-csak a hőátadás és a hőátvétel feltételeit, hanem a kamrák tartósságát is rontja. A kamrafalak anyagában lehetőleg ki-csi legyen a Fe_2O_3 -tartalom, minthogy a vasoxidtartalmú anyagot a nagy hőmérsékletű generátorgáz hamar tönkre-teszi. Ezeknek a feltételeknek a megfelelő minőségű sa-mottkővek felelnek meg legjobban.²⁾ A kamrák bolto-zatait azonban legtöbbször szilikatéglákból építik és pedig rendszeren kettős boltozat alakjában. A boltozat íve lehető-leg teljes félkör legyen, nehogy a kamrák függőleges falai oldalirányú nyomást is kapjanak. Az egy párba tartozó gáz-és levegőkamra közös (elválasztó) falát kellő vastagságban (500—750 mm) kell kiképezni, hogy a járat végéig feltét-lenül tömör, gázt át nem bocsátó maradjon.

Egy gáz- és egy levegőkamrát, illetőleg egy-egy kamra-párt úgy szoktak jóminőségű vöröstéglával körülfalazni, hogy ez a vöröstéglából való körfal a kamrapárt egységes tömbbé tegye. Ezt a szokást az alaprajzi terület jó kihasználása, a jobb állékonyosság és a fegyverzet egyszerűsítésének szempontja is megalapozta teszi.

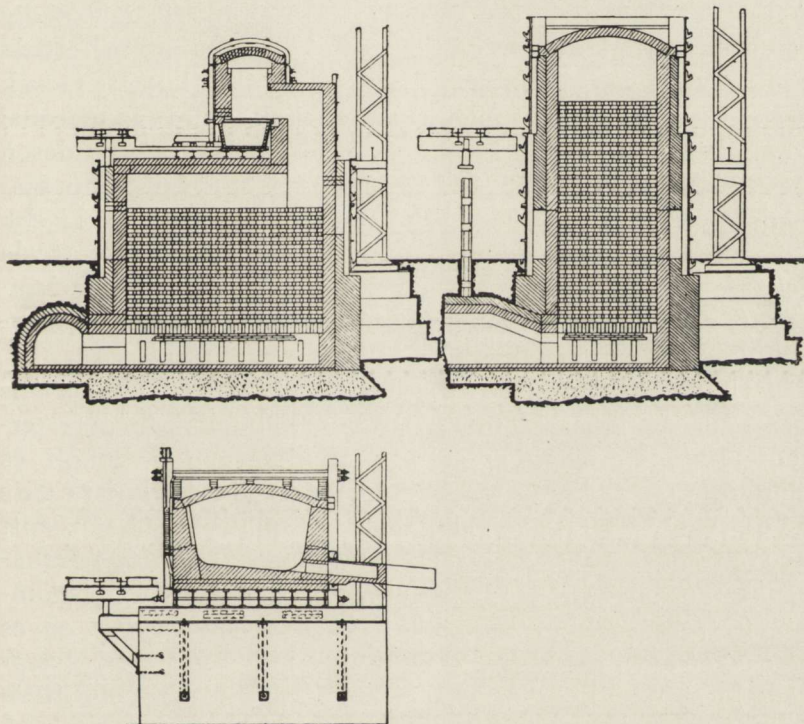
Angolországi Martin-kemencéken a levegő- és a gáz-kamra közös elválasztó falában vékony (szigetelő) üres rést szoktak hagyni. Amerikai kemencék acéllemezzel burkolt kamráin a páncél és a kamra körfala között ha-gyott rést szilárd (poralakú) szigetelő anyag-gal töltik ki. Ilyen szigeteléssel megjavítjuk a kamrák teljesítményét és megakadályozzuk a külső levegőnek beju-tását a kamrákba. A szigetelés tehát a füstgáz minőségét, értékét is védi. A m e r i k á b a n a Martin-kemence füstgá-zait rendszeresen füstgáz kazánokban értékesítik s így megérthető, hogy ott a füstgáz termikus értéke is je-lentős tényező.³⁾ A kamrák közfalának vastagsága rendszeren 380 és 540 mm között változik. A gáz- és a levegőkamra tér-fogatának aránya legtöbbször 3 : 4.

¹⁾ Eisenhütte, 1930. IV. kiadás, 356. old.

²⁾ Litinsky, Schamotte u. Silika, Leipzig 1925. 93. old.

³⁾ Stahl und Eisen, 1924. évf. 667. old.

A kamrák teljesítménye és jósága szempontjából fontos a rács téglák anyagának, alakjának és méreteinek helyes megválasztása. A kamrák feladatának legnagyobb részét ugyanis a rács tömeg, illetőleg a rácsfelület végzi. Hogy a rácszat jól megfelelhessen ennek a feladatának, azt rendszeren igen jóminőségű samottéglákból rakjuk. A rácszat — még részben is — igen ritkán készül szilikatéglából. A sa-



26. ábra

Magasbitott levegőkamrákkal épített Martin-kemence.

mottkövek azért sokkal jobbak erre a célra, mert kevésbé salakosodnak. A tapasztalat azt bizonyítja, hogy a kemence járatának végén — megfelelő tisztítás után — a samottanyagú rács tégláknak 70%-a, a szilika-rács tégláknak pedig csak kerekén 30%-a mutatkozik további felhasználásra alkalmasnak. S. M. Phelps azt is bebizonyította, hogy a szilikakövek hőtároló képessége is kisebb, mint a samottköveké.¹⁾ Ez azonban korántsem je-

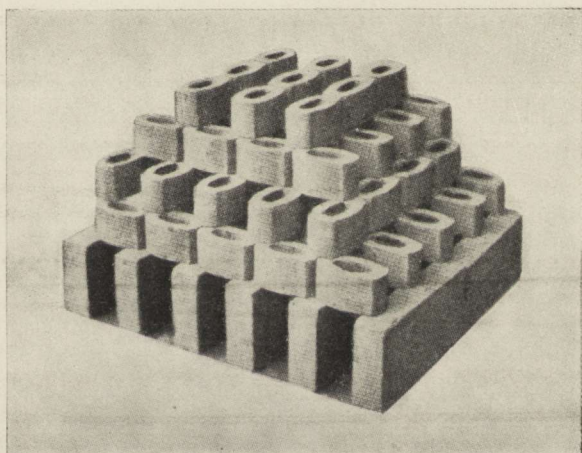
¹⁾ Stahl und Eisen, 1926. évf. 1360—61. old.

lenti azt, hogy a rácsozat feladata szempontjából bármelyik samottanyag jobbnak tekinthető, mint általában a szilikaanyag.

A rácsstéglák alakja és méretei tekintetében a legnagyobb változatosság tapasztalható, még egyazon ország Martin-műveiben is. Régebben a nagyméretű rácsstégla volt az általános divat. A nagyméretű rácsstéglák európai méretei: 300.150.80, esetleg 250.125.80 mm, az amerikaiak pedig rendszeren 267.114.114, esetleg 230.114.63,5 mm méretűek. Ennek megfelelően az amerikai téglákból alkotott rácsok szabad csatornaszelvényei is nagyobbak, mint az európai kamrákéi. A nagyobb kemencék kamráinak rácsát rendszeren úgy rakják, hogy az egész rácsmagasságon végigmenő szabadszelvényű függőleges csatornák képződjenek. A kisebb kemencék rácsának minden második rétegében keresztstégla fekszik a függőleges csatornában, azért, hogy a felmelegítendő gáznak és levegőnek útját a kamrában meghosszabbítsák.

Újabban különleges alakú idomtéglákat is használnak a kamrarácsok rakásához; használatuk egyre terjed, minthogy alkalmazásuk sok tekintetben megokolt és előnyös. Így a németországi „Rhenania”-művek üreges rácsstéglája („zsemlyekő”-nek is mondják) határozott kedveltségnek örvend. Ennek a téglának alakját és felrakásának módját a 27. ábrán látjuk. A zsemlyeköveket legömbölyített csúcsukkal sorakoztatják egymáshoz és az egyes rétegeket egymást keresztezve rakják fel. A téglafalvastagsága kicsi, úgy, hogy ezzel a rácsstéglával a legnagyobb fűtőfelületet, illetőleg a legkisebb fajlagos rácssúlyt érhetjük el. (A zsemlyekőnek olyan kedvező alakja és méreteloszlása van, hogy nagyolvasztók léghevítőinek rácsozatához is szívesen használják és pedig úgy, hogy a léghevítőt kétharmad magasságig rendszeralakú rácsstéglával rakják meg — szabályos rácsképzés mellett —, a felső harmadot pedig egyszerűen beszórt zsemlyekövekkel töltik ki. Ez a módszer igen jól bevált.) A zsemlyekövekből rakott rácsnak az a legnagyobb előnye, hogy a felület egységére aránylag igen nagyméretű szabad csatornaszelvény jut úgy, hogy egyrészt a kamra belső ellenállása jelentékenyen csökken, másrészt maga az összkamraterület is csökkenthető.

A kamrákkal kapcsolatban építendőek meg a salakkamrák is, amelyek a regenerátorkamráknak előépítményei. Minthogy a salakkamrák — amint láttuk — meglehetősen nagy köbtartalommal épülnek, szokásban van olyan megoldás is, amely az elhasználódásból keletkezett salaktömeg gyűjtése és eltávolítása céljából nem salakkamrát, hanem vasból, vagy acélból való gyűjtőedényt alkalmaz. Ez a gyűjtőedény (tűzfejenként egy-egy) a salakkamra tulajdonképeni helyére kerül, és úgy van beépítve, hogy helyéről aránylag könnyen



27. ábra.

Zsemlyekőből rakott kamrarács részlete.

elhúzható. Ezeket a salakgyűjtő edényeket körülbelül 1 m^3 ürtartalommal készítik, és kiváltásuk mindössze 2—3 órát vesz igénybe.

Az összekötő részek építése.

A tűzfej — mint a kemence alsó és felső építményének összekötő része — rendszeren szilikakövekből épül és pedig lehetőleg tisztán idomkövekből. A tűzfej minden része, de főleg a gáz és a levegő csatornáit egymástól elválasztó fala, gázt át nem bocsátó tömörséggel építendő, minthogy a tűzfej belsejében történő égés nemcsak magát a tűzfejet teszi időelőtt tönkre, hanem a munkatér melegítését is fogyatékosná teszi. Tekintettel a tűzfej falainak

rendkívül nagy igénybevételére, legcélszerűbb volna, ha a tűzfej falait tisztán magnezitanyagból építenők. Minthogy azonban a magnezittéglák anyaga olykor viszonylag alacsony hőfokon lágyulni kezd, ennek a megoldásnak is sokáig voltak nehézségei. Az újabb, különlegesen jóminőségű és a hőfokváltozásokkal szemben kevésbé érzékeny magnezittéglákból (Radex, Magnesidon) azonban ma már igen tartós Martin-tűzfejeket építenek. A tűzfejek gázcsatornáinak talpát és azokat az alsó téglasorait, amelyeket a felhabzó fürdő salakja elérhet, mindig magnezitanyagból rakjuk.

A tűzfejek tartósságát javítja, ha a tűzfej egyes részeit — levegővel, vagy vízzel — hűtjük. A vízhűtés sokkal hatásosabb, de drágább és nem is mindig áll rendelkezésre kellő mennyiségű és megfelelő minőségű hűtővíz.

A két gázbeömlés között álló elválasztó pillér szélessége legalább 500 mm legyen.

A kemence páncélozása.

A páncélozásnak, a fegyverzetnek az a célja, hogy a kemence alakállóságát tartósan biztosítsa. A kemence páncéljának tehát alkalmazkodnia kell a kemence egyes részeinek tágulásához és összehúzódásához. Ez a föltétel dönti el a kemencepáncél szerkezeti összeállításának elveit. A kemence páncéljának ugyanis — feladatának különlegességénél fogva — részben merevítő, részben pedig hosszabbítható, illetőleg rövidíthető alkotórészekből kell állania. Merevítő alkotórészek a páncél vasgerendái és lemezei, hosszúságukat változtatók pedig a csavarok, illetőleg csavarorsók. Ez utóbbiaknak megfelelő beállítása teszi lehetővé, hogy a páncél követhesse a kemence falazatának lassú mozgását, tágulását, összehúzódását. Ezzel a lehetőséggel főleg a kemence felfűtésekor és leállításkor kell lelkiismeretesen élnünk. Abból a célból, hogy a kemence falazatának egészen kismértékű mozgását ne mindig a csavar mozgásával kelljen ellensúlyozni, illetőleg, hogy a kemence munkások kisebb-nagyobb elnézése ne járjon komoly veszedelemmel, a csavaranyák alá jókora magasságú tekercsrugót szerelünk a páncélba. Ezzel bizonyos mér-

tékü egészen önműködő alkalmazkodó képességet biztosíthatunk a páncél számára.

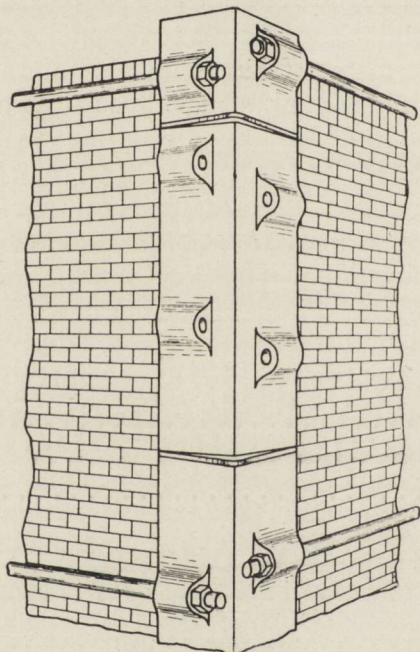
A kemence felső részének páncélja olyan gerendákból, vagy gerendarácsokból áll, amelyeket úgy hossz-, mint keresztirányban megfelelő vastagságú (30—50 mm) csavarorsók kötnek össze egymással. A felső csavarorsók a munkatér és a tűzfejek boltozatai fölött helyezkednek el, az alsók pedig a munkatér alatt, illetőleg valamivel a munkapódium felett. A falazat alakállóságát nagyon javítja, ha a gerendarácsot nem közvetlenül a falakra fektetjük, hanem a kemence falára — a gerendarács alá — vaslemezeket teszünk. Ennek a megoldásnak azonban van egy hátránya is; a lemezekkel borított fal nem látható és hozzáférhetetlen. A gerendarácsot lehetőleg erős tagokból (260—400 mm-es gerendákból) készítsük, mert a gyengébb tagok maradó alakváltozást szenvedhetnek a kemence falainak terjeszkedése következtében.

A berakóajtók keretei — közepes és nagyobb kemenéken — vízzel hűtött acél-, vagy bronzöntvények. Maguk az ajtók vagy samottéglával bélelt acélöntvények, vagy erős laposvaskeretbe foglalt tűzálló téglaszerkezetek.

A kamrák páncélozása különös gondot igényel. A kamrasor ugyanis — mint a kemence alépítménye — sokkal nagyobb élettartamra kell, hogy épüljön, mint a kemence felső része, amelyet a nagy hőmérséklet mindenképen gyorsabban tesz tönkre. A kamra páncélozásának elvei — nagyjából — ugyanazok, amelyeket a kemence felső részének páncélozásánál szoktunk követni. Minthogy azonban a kamrák négyszögszelvényű, élessarkú, egységes faltömeget alkotnak, itt legfontosabb mégis a függőleges sarokvonalak helyzetének és egyenességének tartós biztosítása. A kamrapár tömbjének alakállóságát ezért úgy biztosítjuk legjobban, ha a kamrapár tömbjének négy sarkára olyan vas-, vagy acélöntésű, széles sarokvasalakú páncélt fektetünk, amelynek fülein erős kötőcsavarokat húzunk keresztül, úgy, amint azt a 28. ábra mutatja. Ha ez a sarokpáncél elég vastag, illetőleg elég merev, akkor a kamrafalak kiduzadásától nem kell tartanunk, minthogy a sarokpáncél a kamrák falát azok egész magasságán végig megtámasztja.

Minthogy a kamrafalak esetleg tömitetlen helyein és re-

pedésein a kamrába húzódó levegő nagyon rontja a füstgáz thermikus értékét, a kamrák biztos tömítése mindig komoly előnyökkel jár. A kamrák szigetelése terén elért minden javulás a kamrák hatásfokának javulásához vezet.¹⁾ Mindenképen megokolt tehát a kamrák olyan páncélozása, amely a külső levegőnek a kamrák belsejébe jutását teljesen lehetetlenné teszi. A páncélozás egyszerűvé tétele érdekében ilyenkor rendszeren köralakú alaprajzi alakot kapnak a kamrák. Ez



28. ábra.

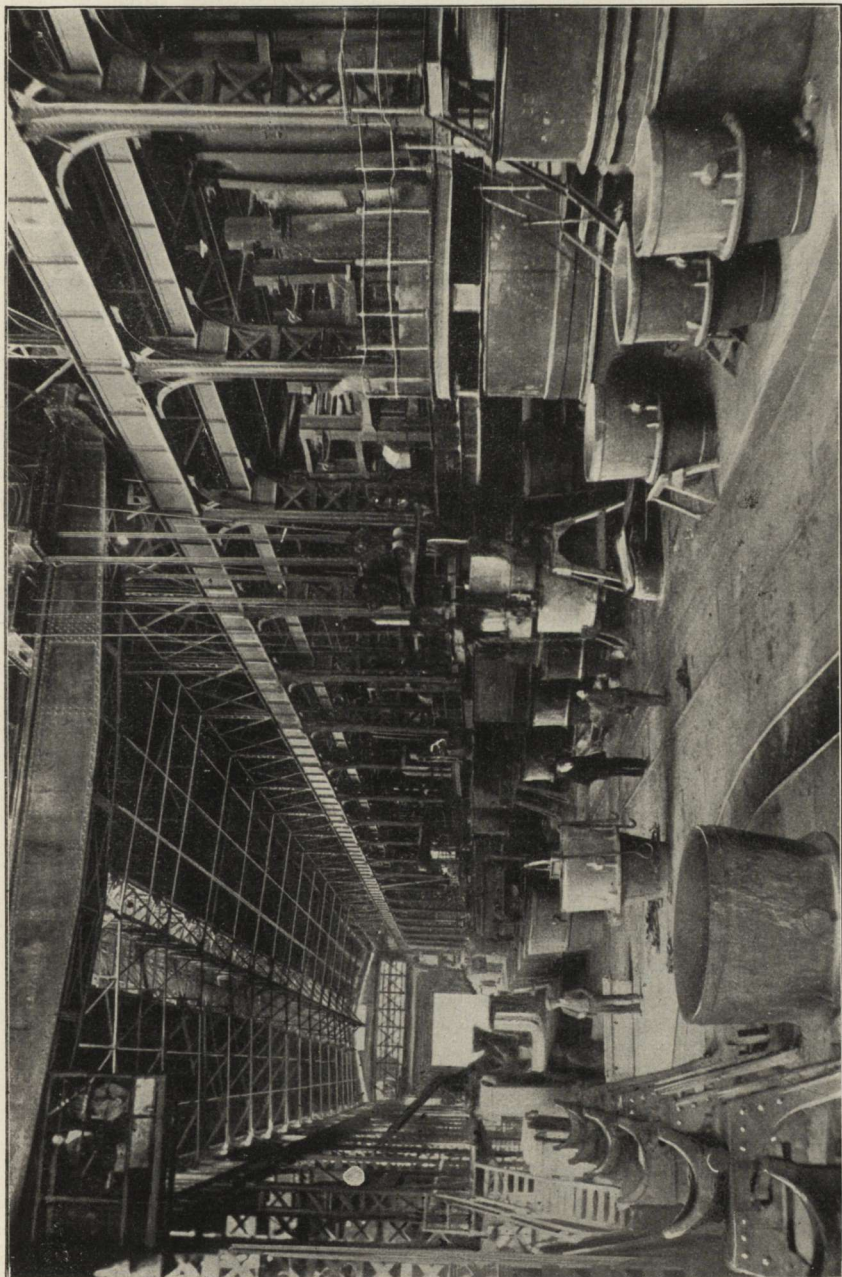
Kamrapár tömbjének sarokpáncélozása.

a Batho-féle rendszer, amelynek vaslemezzel burkolt körszelvényű kamrái a legnagyobb magyar acélműben is igen jól beválnak (l. a 29. ábrát).

A váltószelepek.

A váltószelepeknek az a céljuk, hogy a levegő, a gáz és a füstgáz váltakozó irányú járását megbízhatóan szabályoz-

¹⁾ E. Herzog, Der Temperaturverlauf in den Kammern, St. u. E. 1928. évf. 8. old.



29. ábra.
Az ózdi Martin-acélmű öntőcsarnoka.

zák, illetőleg váltsák. A váltószelepek szerkezete tehát olyan kell, hogy legyen, hogy megfelelhessen az alábbi feltételeknek:

1. a szelep működése és kezelése egyszerű, illetőleg biztos legyen. Az egyes alkotórészeknek egyszerűeknek, erőseknek és könnyen kiválthatóknak kell lenniök;

2. a szerkezet olyan legyen, hogy a munkások úgy a szelep belsejéhez, mint a csatlakozó csatornához könnyen hozzá tudjanak férkőzni;

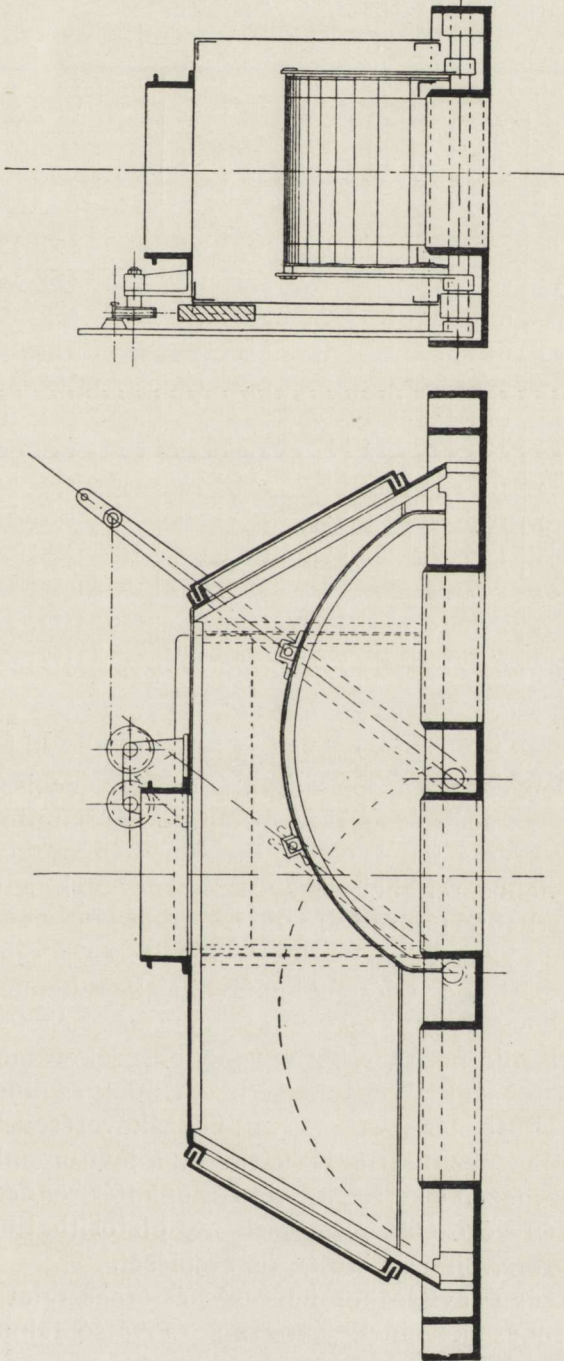
3. a szelepeknek gázbiztosan kell zárniok. Ennek elősegítése érdekében szokták a vízzárat is alkalmazni;

4. a szabad áramlási szelvényeknek bőségeseknek kell lenniök;

5. az átváltó berendezés könnyen és gyorsan működjék, hogy a váltás minél kisebb gázvesztéssel járjon. A legtöbb váltószelep ugyanis olyan szerkezetű, hogy váltáskor a gázcsatorna és a kémény közvetlen kapcsolatba kerül egymással.

Ezeknek a feltételeknek általában jól megfelel a ma is leginkább használt Forter-szelep, amelynek szerkezeti vázlata a 30. ábrán látható. A szelep alsó része öntvény, felső részei pedig szegecselt acéllemezről valók. A Forter-szelep egyaránt alkalmas úgy a gáz-, mint a levegőcsatornára. Működtetése rendszeren kézzel történik s a működés módját az ábra világosan szemlélteti.

A Forter-szelepnek mégis van két gyengéje. Az egyik a váltáskor beálló, elég számottevő gázvesztés, a másik pedig az a körülmény, hogy a belső harang átemelő szerkezetének kényesebb része nagyhőmérsékletű térben mozog. A duisburgi Demag-cég újabb szerkezetű váltószelepe megszünteti a váltószelepeknek ezeket a hibáit. A Demag-féle szelep (l. a 31. ábrát) ugyanis olyan szerkezetű, hogy a belső harang vízszintes síkon csúszva kapcsolja hol a gáz, hol a levegő csatornáját úgy, hogy a váltás alatt a gáz áramlása lefojtódik. Ennél a rendszerenél a csúszófelületet nyomóke-néssel zsírozzák, a belső harang vonórúdját pedig — az átállítás után — kihúzzák a nagyhőmérsékletű térből. A Demag-rendszerű szelep különböző nagyságú típusainak méretezését a 6. sz. táblázat tartalmazza.



30. ábra.

A Forter-szelep szerkezeti vázlata.

6. sz. táblázat.
A Demag-szelepek méretei.

A szelep száma	A csatorna			Kőfal	Szélesség		Szelephossz	Hengerhossz	A lég-szelep	A gáz-szelep	A lég-szelep	A gáz-szelep
	szélessége	hossza	szelvénye		a lég-szelepen	a gáz-szelepen			egész	hossza	egész	magassága
	A	B	m ²		D ¹	D ²						
5	50	40	0'200	25	115	140	270	160	430	590	130	145
6	60	47	0'280	25	125	150	290	165	455	620	140	155
7	70	55	0'385	35	135	160	315	175	490	665	155	170
8	80	63	0'504	35	145	170	340	185	525	710	165	180
9	90	71	0'604	35	155	180	365	195	560	750	175	190
10	100	80	0'800	35	165	190	390	205	595	800	185	200
11	110	86	0'950	35	175	200	410	220	630	850	190	205
12	120	94	1'130	35	185	210	430	230	660	890	200	215
13	135	100	1'350	46	195	220	475	245	720	965	215	230
14	150	103	1'540	46	210	235	485	260	745	1005	220	240
15	160	110	1'770	46	225	250	505	275	775	1050	230	245
16	170	120	2'020	46	235	260	530	300	830	1130	240	255
17	180	126	2'270	46	245	270	550	320	870	1190	250	265

A kemence karbantartása és javítása.

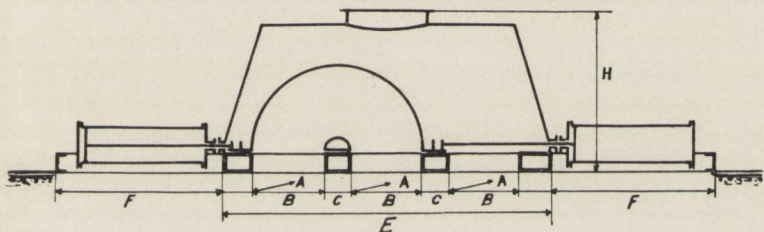
A minden egyes csapolás után állandóan megismétlődő javítómunka az acél- és salakfűrdő által kimart falfelületek, az ajtópillérek és a fenék sérült, illetőleg felmart helyeinek gondos és alapos rendbehozatalára és magának a csapoló nyílásnak karbantartására irányul.

Legtöbbet szenved a munkatér feneke és a salakzóna. A fenék kimart mélyedéseiből eltávolítják a bennmaradt acélt és a hibás helyet 5—20 mm szemnagyságú égetett magnezittel döngölik be. Kisebb egyenetlenségeket mészvizes magnezitliszttel szoktak elegyengetni. A falak és pillérek hibás helyeit oltott mész, vagy agyag hozzákeverésével összesülöbbé tett magnezitliszttel javítják. Ez a javítómunka csak akkor járhat igazán sikerrel, ha azt a munkatér rendes üzemi hőmérsékletén végezzük, mert csak így biztosíthatjuk a javítóanyag gyors, biztos kötését, összesülését.

A salakzóna javításához ügyesség és tapasztalat kell. A salakvonal hibás helyeinek javítása — a hátsó falon — la-

pátról odadobott szemcsés magnezittel történik. Ha az ezzel foglalkozó munkás nem ügyes, akkor a hátsó falra dobott magnezit nagy része visszahull a munkatér fenekére, aminek egyrészt anyagpazarlás, másrészt túlságosan bázikus salak lesz a következménye.

Minél öregebb a kemence, annál nagyobb a gyakori javításra szoruló helyek száma és annál nagyobb a javítások mértéke is. A boltozat és a tűzfejek csatornái fokozatosan elhasználódnak úgy, hogy ezen elég gyakori a foltozó, javító munka. Ezek a foltozó munkák mindaddig megokoltak, amíg a kemence egyéb — értékes — részei épek, és amíg a kemence üzemének gazdaságossága kielégítő. Minthogy ezeket a foltozó kőművesmunkákat nagy hőmérsékletű falakon



31. ábra.

A Demag-rendszerű váltószelep vázlata.

kell végezni, csak ritkán számíthatunk azok nagyobb tartósságára. Az ilyen munkák egyszerűbb és biztosabb végrehajtására igen jóknak bizonyultak a dolomit-illetőleg magnezit-hajító gépek. Használatuk révén számos Martin-acélműben sikerült a kemence személyzetét egy-két munkással csökkenteni és a javító munkák időtartamát 50%-kal megrövidíteni.¹⁾

Hasonló javító munkák célszerű és gazdaságos végzésére a Torkret-eljárás is igen alkalmas. Ez az eljárás híg anyagnak a hibás helyekre irányzott gépi fecskendezésével dolgozik és szintén igen jól bevált.²⁾ A Torkret-eljárást nemcsak a kemence javító munkái során, hanem a célüstők rendszeres karbantartására is használják, ami szintén igen célszerűnek mutatkozik nemcsak a gaz-

¹⁾ Stahl u. Eisen, 1928. évf. 210. old. és 1929. évf. 433. old.

²⁾ Stahl u. Eisen, 1926. évf. 13. old.

daságosság, hanem a metallurgiai folyamatok szempontjából is. ¹⁾ Ha a javító, foltozó munkák már mind rövidebb időközökben követik egymást és terjedelmük is mind nagyobb lesz, akkor a kemence üzemét le kell állítanunk, hogy egyes részeket egészen megújíthassunk. Ezek a nagyobb átépítő munkák az egészen kiváltandó részek számához és terjedelméhez képest 6—14 napig szoktak tartani, tehát jelentékeny termelésveszteséggel járnak. Két ilyen természetű átépítés között elért termelés, illetőleg adagszám jellemzi a kemence építményének tartósságát. A kemence üzemének gazdaságossága szempontjából mégsem ez a — két átépítés között elért — termelés, vagy adagszám a legfontosabb, hanem az évi (vagy havi) acéltermelés súlyegységére jutó tűzállóanyag-fogyasztás.

¹⁾ O. Schweitzer, Erfahrungen mit dem Auskleiden von Stahlgiesspfannen, St. u. E. 1927. évf. 998. old., továbbá H. Küppers, Die Rückphosphorung bei Verwendung saurer Torkretierung, St. u. E. 1927. évf. 1142. old.

7. A Martin-acélművek teleptervei.

A) A telep.

Martin-acélművek telepítéséhez olyan területre van szükségünk, amelynek hossza az építendő kemencék számához, szélessége pedig a munkamódok természetéhez, a teleprészek és a segédüzemek elhelyezésének módjához igazodik. Ebből következik, hogy egészen kifogástalan és szabályszerű Martin-telep elrendezéséről csak ott lehet szó, ahol elegendő hosszúságú és szélességű telek áll rendelkezésünkre. A legcélszerűbb munkabeosztás ugyanis azt hozza magával, hogy a folyékony nyersvasnak és a kész tuskóknak szállítása a kemencék hosszirányában, a generátorgáznak vezetése és a szilárd betétanyagok szállítása pedig — erre merőlegesen — a kemenceszélesség irányában történjék. Természetesen valamennyi futódaru pályája is a kemencék hosszának irányában fekszik.

A fenti megállapításból a Martin-művek telepei számára olyan csarnok- és térrendszer adódik ki, amelynek egységei hosszirányukban szorosan egymáshoz csatlakoznak. A kemence- és az öntőcsarnok természetüknél fogva is összefüggnek egymással s így ezek egymástól el sem választhatók, sőt igen sokszor — helyesen — közös fedelet kapnak. Külön fedél esetén ugyanis mindig ki vagyunk téve annak a veszélynek, hogy az összefutó fedélrészek legmélyebb részéből az eső- és a hóvíz éppen a kemence csapoló csatornájába csurog, ahol kellemetlenséget, sőt veszedelmet okozhat.

A többi csarnok és tér sorrendje persze már nem mindig ugyanaz. A sorrend ugyanis attól függ, vajjon a gázfejlesztők csarnokát, avagy az ócskavasteret kívánjuk-e a kemencecsarnok mellé telepíteni. A gázfejlesztőcsarnokot akkor szoktuk közvetlenül a kemencecsarnok mellé helyezni, ha a gázok szabad melegét akarjuk hasznosítani, vagy ha

attól tartunk, hogy a hosszú vezetékben a gázösszetétel lényegesen megváltozik, illetőleg, ha a gázok bomlása nagymennyiségű korom-, vagy kátránylerakódást okoz a vezetékben. Túlságosan nagy távolság a Martin-kemencék és a gázfejlesztők között mindig hátrányos, már csak azért is, mert a két teleprész személyzetének érintkezését megnehezíti, esetleg megakadályozza. A gázfejlesztőknek közvetlenül a Martin-kemencék mellé való telepítése azzal a gyakran számottevő előnnyel is jár, hogy az egyes kemencék különálló gázfejlesztő csoportokkal járhatnak és így (főleg kísérletek alkalmával) minden egyes kemence szénfogyasztása kétséget kizáró pontossággal megállapítható. Az is határozott előnye ennek a telepítésnek, hogy az egyes kemencék üzeme különféle gázosítások és tüzelési módok, valamint különféle tüzelőanyagok használata mellett, széngazdaság szempontjából, pontos megfigyelés alatt tartható. Tagadhatatlan mégis, hogy a telep egységessége és egyszerűsége szempontjából viszont a közös gázvezetéknek is igen nagy előnyei vannak.

A gázfejlesztők csarnokának a kemencecsarnok mellé telepítése ezek szerint mindig hógazdasági előnnyel jár. S ha — ennek ellenére — mégsem ez a telepelrendezés a legelterjedtebb, úgy ennek az az oka, hogy az óriási tömegű betét- és pótlékanyagoknak a gázfejlesztők szomszédsága esetében az egész gázfejlesztő telepet meg kell kerülniök, sőt a kemencesor egy része előtt is felesleges utat kell megtenniök. Az anyagtömegek mozgatásának egyszerűbbé tétele céljából tehát leginkább az az elrendezés szokásos, amelyben a kemencecsarnok mellé az ócskavastér kerül. Nagyobb acélműveknél ugyanis, főleg, ha a szilárd betétanyagok részesedési százaléka is nagy, az anyagszállítás előnyeit általában többre becsülik, mint a másik elrendezési mód említett előnyeit. Természetesen meg kell találnunk a módját annak, hogy a generátorgázt a legrövidebb úton juttassuk a kemencékhez. Ez legcélszerűbben vagy földalatti csatornában, vagy földbe süllyesztett lemezcsőben történik, az ócskavastéren keresztül. Az utóbbi esetben — nehogy a daruról esetleg lehulló súlyos tárgyak a gázvezetékét veszélyeztessék, és hogy fölötte vágányok is mehessenek — a besüllyesztett gázvezeték árkat erős öntöttvasráccsal földjük be. Ez a megoldás

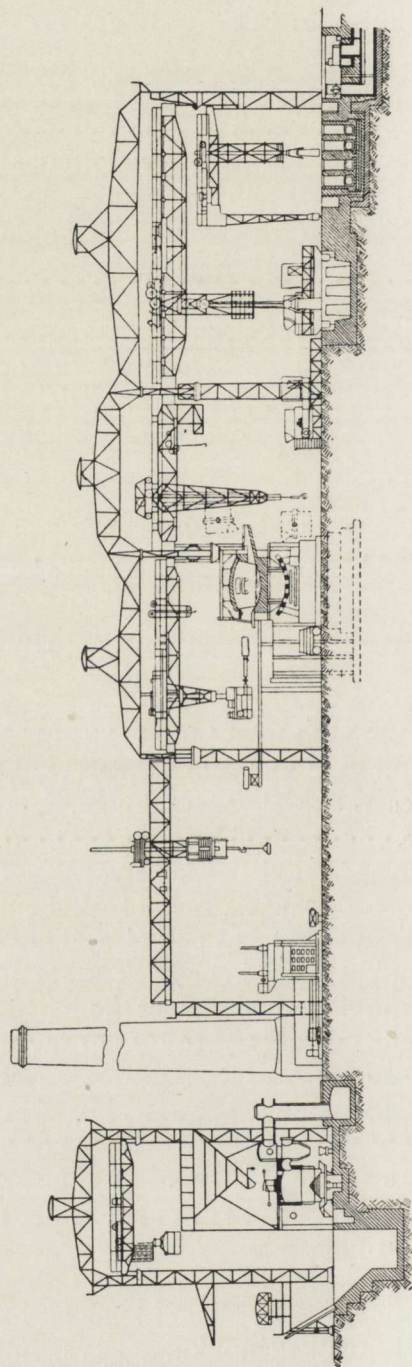
a gázvezetéknek külső és belső hozzáférhetőségét is biztosítja.

A telepelrendezés tehát akkor lesz legcélszerűbb, ha az ócskavastér a kemencecsarnok és a gázfejlesztőcsarnok közé kerül, de az ócskavastér szélességével feltétlenül takarékoskodunk. Az ócskavastér számára tehát gyorsanjáró és célszerű felszerelésű darukról, valamint helyesen elrendezett (keskeny és rendes nyomtávolságú) vágányzatról kell gondoskodnunk, hogy a tér szélességét a lehető legjobban kihasználhassuk. Újabban nemcsak ócskavasterről, hanem ócskavacsarnokról, ócskavasházról is beszélhetünk, minthogy ma már nem ritkán fedél alá kerül ez a tér is, egyrészt, hogy az ott dolgozó munkásokat az időjárás viszontagságaitól megóvjuk és ezzel teljesítőképességüket növeljük, másrészt, hogy elkerülhessük nagyobb mennyiségű víz- és hőtömegeknek a kemencébe való berakását.

A csarnokok vasszerkezetűek, és rendszeren hullámlemezzel fedettek. A csarnok oldalai vagy falazottak, vagy leemelhető, illetőleg eltolható hullámlemezzel borítottak abból a célból, hogy a borításokat az időjárásnak megfelelően használhassuk. A kemencecsarnok szélessége rendszerint 20 m. Az öntőcsarnoké körülbelül ugyanannyi, vagy valamivel nagyobb; sok kistuskó rendszeres öntése a rendesnél nagyobb csarnokszélességet kíván. Az is növeli a csarnokszélességet, ha nagyobb teljesítményű és állandó üzemű acélöntőművet is el akarunk helyezni az öntőcsarnokban. A csarnokok magasságát a bennük végbemenő műveletek és a bennük alkalmazott darupályák száma szerint állapítjuk meg. A csarnokhossz a kemencék számától függ. Két kemence között annyi szabad helyet kell hagynunk, hogy két szomszédos kemence egyszerre legyen javítható és hogy a szükséges szerszámokkal, segédeszközökkel ezen a helyen egyidőben is akadálytalanul lehessen közlekedni, illetőleg dolgozni.

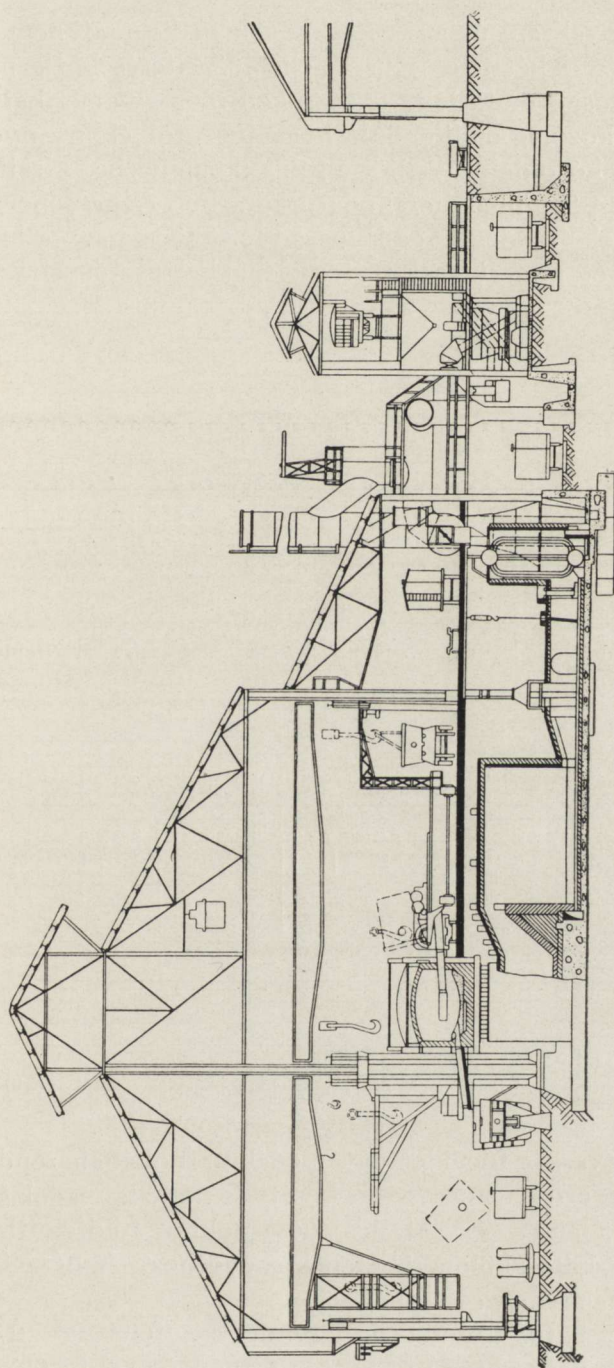
A német és amerikai Martin-acélművek legelterjedtebb elrendezésű telepeinek függőleges metszetét a 32. és 33. ábrán látjuk.

A német telepnek legtöbbszörre buktatható kemencéi vannak, az amerikaiak pedig állók. A német Martin-művek csak ritkán vannak füstkazánokkal ellátva, míg az ameri-



32. ábra.

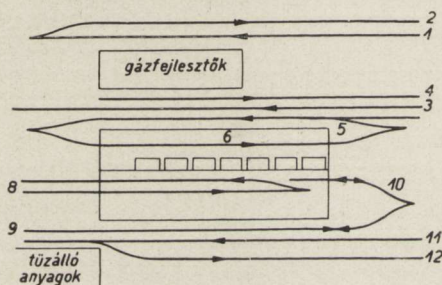
Német Martin-acélművek szokásos elrendezése. (Stahlwerksbericht Nr. 90.)



33. ábra.

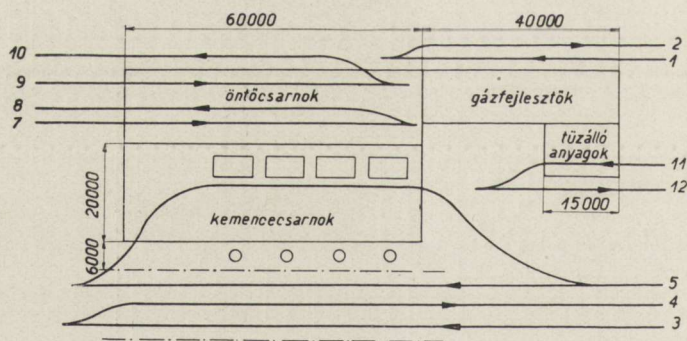
Amerikai Martin-acélművek szokásos elrendezése.
(Stahlwerksbericht Nr. 90.)

kaiak igen gyakran, új amerikai művek pedig majdnem kivétel nélkül. A két teleptípusra jellemző eltéréseket a metszetek világosan mutatják, de meg kell még az amerikai telepre vonatkozólag említenünk, hogy itt a folyékony nyersvasat a berakó oldalon üstből öntik a kemencébe, a szilárd betétet pedig 5 tonnás berakódarú adja be. A kemence alépítményének (rendes és előkamrák) feltűnően nagy a hosszúsági mérete; vízűtéses fojtószelepekkel és füstgázkazá-



34. ábra.

Martin-acélmű vágányzata. (H. Hermans, Das moderne S.-M.-Stahlw.)



35. ábra.

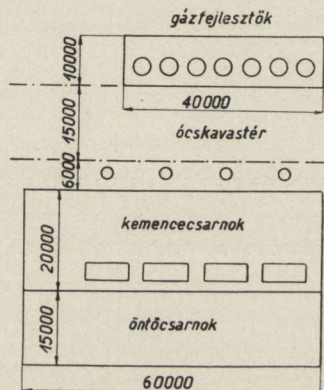
Martin-acélmű vágányzata. (H. Hermans, Das moderne S.-M.-Stahlw.)

nokkal ellátva. A főépület egy mellékcsarnokában rendező vágányok nyertek elhelyezést a betét- és pótlékanyagok szállításának céljaira. A gázfejlesztőcsarnokból földfeletti vezeték megy külön-külön minden kemencéhez. A német teleprajz földalatti gázcsatornát jelez.

Igen szabatos és helyes elrendezésű telep az ózdi Martin-acélmű telepe. Tíz kemencéjével és egy ke-

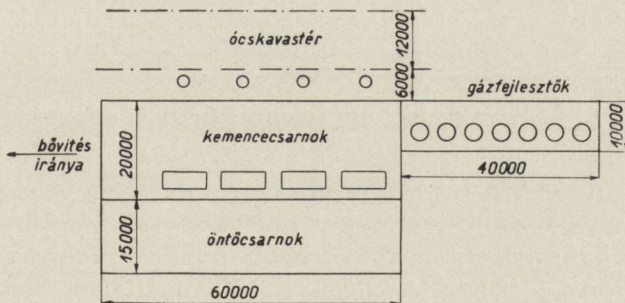
verőjével különben is Európa legnagyobb Martin-művei közé tartozik.

Az ócskavastér az ózdi telepen is a kemencecsarnok és a gázfejlesztők közé van telepítve. A kémények között az ócskavastéri daruk forgó karja benyúlik a kemencecsarnokba. A bázikus műhely a gázfejlesztők tengelyvonalában



36. ábra.

Martin-acélmű helyszinvázlata. (H. Hermanns, Das moderne S.-M.-Stahlw.)



37. ábra.

Martin-acélmű helyszinvázlata. (H. Hermanns, Das moderne S.-M.-Stahlw.)

áll, ahonnan vágányok vezetnek az ócskavasdaruk alá. A keverő a főcsarnoknak a kohók felé néző szélén van, a többi tíz kemencének közös tengelyvonalában. A Martin-kemencék mind B a t h o - rendszerűek, vaslemezzel burkolt körszelvényű kamrákkal. A kemence- és öntőcsarnoknak közös fedele van. A Martin-műnek a tuskóhengerművel kapcsolatos hosszoldalán három öntőhíd van elhelyezve, előttük vágá-

nyok az ingotkocsik számára. Az öntőhidak között szabadon maradt helyeken vasbakok vannak felállítva az üst javításának és szárításának céljaira. A kokillák lehúzására szolgáló daruberendezés már a hengerművel kapcsolatos külön épületrészben van elhelyezve. A kokillák hűtőrácsa is kívül esik a tulajdonképeni Martin-mű épületén.

A vágányok kérdése olyan módon oldandó meg, hogy a rakott és az üres kocsik külön-külön vágányon mozogjanak, vagyis minden anyag szállítására (szén, építőanyag, izzó tuskó, salak) váltóval kapcsolt v á g á n y p á r o k építendők. Martin-acélműveknek ilyen szempontok szerint készült két célszerű vágányterve a 34. és a 35. ábrán látható.

Mint minden vasgyári telepnél, a Martin-művek telepének tervezésénél is igen fontos, hogy az általános telepítési elveken túl a kibővítés lehetőségére is gondoljunk. Föltéve, hogy a rendelkezésre álló terület hosszúsága elegendő, az ismertett tervek alapján létesült telep mindenkor könnyen lesz tovább fejleszthető. Ha azonban valamelyik üzembrészt a területméretek adottságánál fogva nem az említett párhuzamos rendszer szerint, hanem excentrikusan kell elhelyeznünk, akkor a továbbfejlesztés lehetőségét úgy biztosítsuk, hogy az egyes üzembrészek legalább egy irányban legyenek továbbépíthetők. Ilyen esetekre a 36. és a 37. ábra mutat rá.

B) A Martin-acélmű telepeinek berendezése.

A Martin-művek berendezéséből csak azoknak a részeknek ismertetése tartozik ide, amelyek a kemencével és annak üzemével szorosabb kapcsolatban állanak. Ezek között legfontosabbak azok, amelyek a betétanyagok berakásának és a folyékony acél leöntésének céljait szolgálják.

Kemencepódium. A kemencék munkapódiuma vasszerkezet, amely oszlopokra van fektetve, burkolata pedig öntött vaslapokból áll. A hengerelt lemezből készült borítás, ha könnyebb is mint az öntött vaslapokból való, mégsem célszerű, mert nehezebb tárgyak alatt behajlik, gödrös lesz. A kemencecsarnok vasszerkezetével egyszerre készül, minthogy így a kemencék építése is könnyebbé lesz. A munkapódium magassági helyzetét a kemence munkaterének magassági helyzetéhez szabjuk úgy, hogy a munkapódium felső síkja kereken 0,75—0,80 m-rel álljon a berakó ajtó küszöb-

lapja alatt. Kohószintfölötti magassága főleg a kamrák kohószintfölötti magasságától függ és rendszeren 4 m körül szokott lenni.

Berakógépek. A betét anyagainak a kemencébe való berakására berakógépek, berakódaruk szolgálnak. Ezek vagy gyorsjáratú, darupályán járó futódaruk, vagy pedig a kemencepódium sínein járó adagológépek, amelyeknek karja felveszi a megtöltött berakóteknőt, a kemencéhez viszi, abba betolja és kiborítja. Dacára ennek a sokféle mozgásnak, ezeknek a daruknak munkája olyan biztos és gyors, hogy néha (ha a folyékony nyersvas aránya jelentékenyebb) egy-egy ilyen daru négy, sőt öt kemence kiszolgálását is meggyőzi. Általában azonban három kemencéhez szoktak egy berakódarut alkalmazni. A futódaru alkalmazása célszerűbb, minthogy a kemencepódiumon járó kocsidaru esetleg zavarhatja a szomszédos kemencék személyzetét, de meg nem is könnyű a pódiumra épített vágányt mindig teljesen szabadon és tisztán tartani.

Az adagoló teknők biztos megfogására a kar tárcsája belehelyezkedik a teknő fejének kivágásába és abban mechanikusan rögzítődik. A kemencepódiumnak az ócskavastérre néző szélén sorjában teknőpadok vannak elhelyezve. Az ócskavastéri daruk karja egészen ide nyúlik be a teknőpadokra.

A folyékony nyersvasat a nyersvasüst hozza át a keverőtől, vagy közvetlenül a nagyolvasztótól. A folyékony nyersvasat eltolható csatorna közvetítésével folytatjuk a kemencébe, a berakóajtón át. De beönthető a nyersvas — ha a helyi viszonyok így kívánják — az öntőcsarnok oldala felől is, amikor is a kemencének ezen az oldalán külön nyílást kell e célra alkalmazni, amely megfelelő csatornával és ajtóval is fel van szerelve.

Az öntőüst. Az öntőüst hengerelt acéllemezből készül és tartógyűrűjén két csap van, amelyeken az üst vagy a bakok csapágynak, vagy az öntődarú kajmóján nyugszik. Az üstöt a legjobb minőségű samottéglával bélelik és pedig rendszeren két rétegben. Az acéllal érintkező felső réteg 10—30 öntést szokott kibírni. Az acélüst fontos és kényes része a fenékfalban nyugvó kagyló és az ezt nyitó, vagy záró dugó. A dugó az ugyancsak tűzálló csőtéglával borított du-

górúddal mozgatható föl- és lefelé. A kagylót és a dugót minden öntés után újjal kell kicserélni. A dugó és a kagyló szintén a legjobb minőségű samottból (néha grafitból) készül.

Ha akár a kisebb súlyú ingotok öntése, akár egyéb ok kíváncsiság teszi az acélüst tartalmának minél gyorsabb kiürítését, illetőleg a kagylónak és dugónak minél kevesebbszer történő nyitását-zárását, akkor két kagylót és két dugórúdat alkalmazunk, amely utóbbiakat közös emelőszerkezet hozza mozgásba. Ha az acélmű is, a kemenceegység is kicsi (legfeljebb 20 t), akkor üstkocsiról történik az öntés, öntődaru helyett. Üstkocsiról természetesen csak öntőgödörbe önthetünk.

A kemence salakjának felvételére a salakedények, salakfázekak szolgálnak. Ilyenek az ózdi acélmű öntőcsarnokának képén láthatók.

A kiürített öntőüstök lehűtés, javítás, esetleg torkretálás céljából az öntőcsarnok kevésbé forgalmas részein elhelyezett bakokra tételnek, amelyek a kemence előtt állókhoz teljesen hasonlóak.

Az acélüstnek minden egyes csapolás előtti kellő felmelegítése legcélszerűbben a csapolócsatorna előtt álló bakokon történik az üstnek abban a helyzetében, amelyben a folyékony acélt fel fogja venni. Ez az előmelegítés a kemence gázvezetékéből vett generátorgázzal történik csuklósan kihajtható csőelágazás segítségével. Ajánlatos az égő csővére az üst alsó 1/3 részének magasságában lemeztárcsát alkalmazni, hogy a láng az üst falazatához tereltesse.

Az acél leöntése az öntőcsarnoknak mélyebben fekvő helyein, az úgynevezett öntőgödörben történik, amelynek oldalfalai öntött vaslapokkal vannak páncélozva. Az öntőgödört főleg kisebb tuskók öntéséhez, valamint alulról való öntéshez szokás használni, amely utóbbi esetben az öntés — tölcseren át — öntőlapon történik. Ez az öntőlap erős öntöttvaslap, 120—150 mm vastagsággal, és a csatornatéglák elhelyezésének céljaira megfelelő mélyedésekkel van ellátva.

Nagyobb súlyú tuskók öntése rendszerint öntőhídról, öntőpadról történik a lapos ingotkocsikon álló kokillákba, a tuskóformákba. A még izzó, de már megszilárdult tuskókról különleges szerkezetű daru húzza le a tuskómintákat. Az

izzó tuskók az ingotkocsikon állva tolatnak át a hengermű izzítókemencéjéhez.

Tuskóminták. A tuskómintáknak (kokilláknak) az a céljuk, hogy a leöntött és bennük megmerevedő acélnak a további feldolgozás céljaira alkalmas keresztoszervényt és hosszúságot, illetőleg megfelelő darabsúlyt adjanak. A tuskóminták keresztoszervénye rendszerint tompított sarkú négyzet és csak kivételesen hat- vagy több szögletű (kovácsolási célokra), esetleg körszervényű (csőhengerlés céljaira). Kis-súlyú ingotok öntéséhez nem ritkán két- és négynyílású ko-killákat használunk.

Az anyag minőségének helyes megválasztása nemcsak azért fontos, mert a tuskóminták beszerzési ára az acél ön-költségeinek jelentékeny tételét alkotja, hanem azért is, mert meg nem felelő minőségű kokillák használata tisztátalan, hi-bás tuskófelületeket okoz, és a kokilláknak a tuskókról való lehúzását is megnehezíti, vagy lehetetlenné is teszi. A jó kokillákkal szemben tehát az a főkövetelményünk, hogy azok minél több öntést bírjanak el és hogy belső felületük hosszú használat után is elfogadhatóan síma, tiszta maradjon.

A kokillák anyaga általában öntöttvas (lehetőleg P-szegény haematitvas) és csak kivételesen acél. Az öntöttvaskokillák ugyanis nem mutatnak hajlandóságot a tuskók anyagával való összeforradásra, minélfogva az öntött-vaskokillák belső felülete sokkal tovább marad síma, mint az acélkokilláké. Az a nézet azonban, mintha az acélból való kokillák általában alkalmatlanok volnának acéltuskók önté-sének céljaira, határozottan téves. K o r o m p á n p l., ahol a háború alatt az acélmű nem tudott a szokott jóminőségű ön-töttvaskokillákhoz jutni, éveken át acélból való (a ko-rompai acélműben öntött) k o k i l l á k k a l dolgozott a Mar-tin-mű. Ezekkel az acélkokillákkal szerzett tapasztalatokról S c h i v e t z Ferenc, az acélmű akkori vezetője — aki az acél-kokillák használatát ott meghonosította — a St. u. E. 1922. évi folyamának 1897. oldalán számol be¹⁾ és megállapítja, hogy az olyan acélkokillák, amelyeknek összetétele:

C	0'34—0'36%
Mn	0'40—0'50 „

¹⁾ Fr. Schivetz, Zur Frage der Verwendung von Stahlkokillen statt Graugussformen, St. u. E. 1922. évf. 1897. oldal.

P	.	.	.	.	.	0'08%
Si	.	.	.	.	.	0'05 „
S	.	.	.	.	.	0'04 „

volt, és amelyek magnezitből készült magra öntettek, 270 öntést is kibírtak. Minthogy ez a szám az öntöttvaskokillák tartósságával szemben igen kedvező, kétségtelen, hogy acélkokillákkal határozott gazdasági előnyöket lehet elérni, bár belőlük a tuskók — legalább is a kokillák hosszabb használata után — nem olyan tiszta felülettel kerülnek ki, mint a vaskokillákból. A korompai többéves kísérletek kétségtelenül bizonyítják, hogy a vaskokillák éppenséggel nem nélkülözhetetlenek többé, sőt az acélkokillák — akár kiségitésül, akár kevésbé kényes hengerelt áruk tuskóinak állandó öntéséhez — jelentékeny gazdasági előnyöket biztosíthatnak.

Újabban kényesebb tuskók öntéséhez víz hűtésű vörösréz kokillákat is szoktak használni. W. Hessenbruch és W. Bottenberg hosszas üzemi kísérletei bebizonyították, hogy a vízhűtéses vörösréz kokillák tartóssága szinte határtalan és a bennük öntött acéltuskók felülete mindig egészen tiszta és síma.¹⁾

Tekintve, hogy az általában használt öntöttvaskokillák csak körülbelül 100—150 öntést szoktak kibírni, áruk pedig rendesen nagy, ajánlatos a kokillák lelkiismeretes kezelése. Ez a kezelés a kokillák rendszeres hűtéséből, tisztogatásából és esetleges kikenéséből áll. A hűtés úgy történik, hogy a tuskóról lehúzott kokillákat minden öntés után azonnal a hűtőrácsra tesszük. A hűtőrács rendszerint ócska, vagy selejtes vasúti sínekből van összeállítva s vagy az öntőcsarnok belsejében, vagy azon kívül, de mindenestre ahhoz közel elhelyezve. A tisztítást a kokilláknak darun függő helyzetében, belülről, drótkefével végezzük. A hibás helyeket, kimart részeket és repedéseket különféle jól tapadó tűzálló anyaggal szokták bekenni.

A kokilláknak minél kisebb súlyban, de mégis olyan falvastagsággal kell készülniök, hogy tartósságuk minél nagyobb legyen. A tartósságot előmozdítja, ha a kokillák hossza azok keresztszelvényéhez képest nem túlságosan nagy és

¹⁾ Mitteilungen aus d. K.-W.-Institut für Eisenforschung. XIII. köt. 205—213. old.

ha a kokillák belső szabad szelvénye felfelé megfelelően ki-sebbedik. Persze ebben a két kívánságban a tuskókat feldolgozó művek igényei szabják meg a határt.

Az ócskavastér berendezése. Ezek között legfontosabbak a keskeny és rendes nyomtávolságú vágányok, valamint a vasúti kocsikból való kirakás és a berakó teknőkbe való átrakás céljait szolgáló daruk. Ez utóbbiak futódaruk (a mozgósított anyagtömeg mennyisége szerint több is lehet egy ócskavastéren), amelyek a kirakást és a teknők megtöltését legtöbbször emelőmágnással végzik. Ugyanezek a daruk forgókarjaikon fogókengyelekkel is fel vannak szerelve abból a célból, hogy a megrakott teknőket felfoghassák és a kemencecsarnok teknőpadjára helyezhessék. A kocsinak az ócskavastéren való tolatására igen jóknak bizonyultak a vontatóköteles villamos orsók.

Nagyobb forgalmú ócskavastereket ollóval és hulladékprésszel is fel kell szerelni, hogy a túlságosan nagy darabok, ha lágy acélból valók, felapríthatók legyenek és a laza lemez-hulladék pedig összeálló, nagyobb sűrűségű darabokká legyen sajtolható.

A Martin-acélművek felszerelését a magnezit, a dolomit, a használt tűzálló téglák stb. őrlésére szolgáló műhely egészíti ki, amelyben a keverő és kátránymelegítő berendezések is helyet kapnak. A nedvességtől megóvándó anyagok (tűzálló téglák, ferromangán, égetett mész) részére a Martin-műhöz közel fekvő fedett helyiségekről is kell gondoskodnunk.

8. A Martin-acél termelési költségei.

A Martin-acélgyártás termelésének költségei részben a gyártással szorosan összefüggő, részben pedig attól független tételekből tevődnek össze. Az első csoportba azok a kiadások tartoznak, amelyek — végösszegükben — együtt emelkednek a termelés növekedésével, ha nem is egyenlő arányban. Ilyenek például a betétanyagok ára, a kemence építőanyagainak költsége, a munkabér és más hasonló tételek. A tételek második csoportjába az általános jellegű kiadások tartoznak, amilyenek a tisztviselői fizetések, az adók, a szociális terhek, stb.

Az ipari áruk gyártásának műszaki feladata a költségek kérdésével mindig szorosan kapcsolatos, minthogy minden ipari tevékenység gazdasági természetű is. Az ipari tevékenység sikerének ugyanis egyik legfőbb feltétele, hogy az ipari munka a kitűzött termelési feladatot a lehető legkisebb költséggel oldja meg. Az ipari üzem vezetőjének tehát mindig tájékozottnak kell lenni abban a tekintetben, hogy munkájának melyik részterülete az, amelyen leggyorsabban és leghatásosabban javíthat termelési költségének tételein. A Martin-acélgyártás üzemeiben éppen ezért rövid időközökben, havonként készítenek önköltségkimutatást.

A 7. sz. táblázatban közölt önköltségi kimutatás olyan Martin-acélműből való, amelyben öt 30 tonnás kemence dolgozott vegyes betéttel. Az évi termelés kereken 130.000 t volt.

A Martin-acélgyártás gyártási költségeinek tételeihez a következőket kell megjegyeznünk. Az önköltségi ar legnagobb részét a betétanyagok tételei teszik ki. Esetünkben például az önköltségi árnak majdnem pontosan 80%-át teszi ki a betétanyagok költsége. A betét költségtétele után már a viszonylag legnagyobb tétel

7. sz. táblázat.

Egy bázikus Martin-acélmű önköltségkimutatása.

Anyag vagy bér	Súly kg	Egyenként P	Együtt P
Generátorszén	26'6	—	0'62
Betét: nyersvas, folyékony	53'8	4'94	
nyersvas, szilárd	13'6	1'26	
ócskavas	35'6	3'26	
ferromangán	0'4	0'14	9'60
Pótlékok: vasérc	6'8	0'26	
hengerreve	3'7	0'04	
mészkö	6'2	0'02	
égetett mész	3'0	0'05	0'37
Tuskóminták (kokillák)			0'23
Tűzálló anyagok: a gázfejlesztőhöz		0'03	
a kemencéhez		0'35	
üstökhöz, stb.		0'11	0'49
Olaj, öntvények, szertári anyagok			0'11
Munkabérek: a kemencéknél		0'14	
az öntőcsarnokban és a gázfej-			
lesztőknél		0'11	
kőművesbérek		0'07	
darúvezetők és gépészek bére		0'19	0'51
A gépműhely és a vill. közp. számlája			0'09
Részesedés az általános jellegű terhekben			0'09
100 kg acéltuskó önköltsége P 12'11			

értéke is csak 5%-a az önköltségi árak. Ezek közül a kisebb tételek közül viszonylag legnagyobbak a generátorszén, a munkabérek, a tűzálló anyagok és a kokillák tételei.

Minthogy a betét egyes anyagainak kémiai összetétele és részesedési aránya nagy befolyással van az adag időtartamára és a beadandó pótlékanyagok mennyiségére, kétségtelen, hogy a betét anyagainak tartós minőségváltozása az acél gyártási költségeinek jelentős változását fogja maga után vonni. A betétanyagok karbontartalmán kívül főleg a szilícium-, foszfor- és kéntartalom nagyobb mennyiségeinek

frissítő művelete okoz költségtöbbletet. A betétviszonyok és a különféle minőségű pótlékanyagok megváltozásának az önköltségi ár alakulására gyakorolt befolyását C. L. Kinney vizsgálta és megállapította, hogy a vasérc kavasvtartalmának és a betét kéntartalmának növekedése mindig az önköltségi ár növekedésével jár. Kinney azt tapasztalta, hogy igen nagy előnye van annak, ha a betétben nagyobb mangántartalom van, illetőleg, ha abból minél több marad vissza a fürdőben.¹⁾

¹⁾ Amer. Inst. Min. Met. Eng. 1924. évf. 136. oldal, illetőleg St. u. E. 1925. évf. 1077. old.

9. A Martin-acélgyártás hőgazdasága.

A) A hőmérleg.

Minthogy a kemencében lejátszódó folyamatok és az ezekhez felhasznált tüzelőanyag hasznosítási foka végeredményben pénzértékben jut kifejezésre, kétségtelen, hogy a Martin-kemence hőgazdaságának vizsgálata nemcsak a hőenergia, hanem a pénzgazdaság szempontjából is jelentőséggel bír. A felhasznált anyagok (betét, pótlék, tüzelő) mennyiségét és árát az önköltségi kimutatásban találjuk meg. Azt azonban, hogy a tüzelőanyag hőenergiájából mennyi fogyott el az acélgyártás közvetlen céljának szolgálatában, és mennyi ment veszendőbe, csupán a hőmérleg alapján tudjuk megállapítani. A hőmérlegnek éppen az a legfőbb előnye, hogy rámutat a veszteségek tételeire, illetőleg ezeknek az egész hőforgalomban való részesedési arányára. Ez pedig már csak azért is fontos, mert tájékozódást nyerünk abban a tekintetben, hogy hol van szükség javításra, tökéletesítésre, nagyobb figyelemre.

A hőmérleg azon az alapon készül, hogy az acél súlyegységének termelésével kapcsolatban felhasznált tüzelőanyag fűtőértékét és szabad melegét, valamint az exotermás folyamatok melegtermelését, mint hőbevételei tételeket, szembeállítjuk a betét felmelegítéséhez, megolvasztásához és túlhevítéséhez felhasznált és a füstgázokkal elvitt melegmennyiségekkel, mint a hőkiadás tételeivel. Minthogy minden nagyipari tűzfolyamat során számottevő veszteségek szoktak mutatkozni, hőmérlegünk csak akkor nyer igazi mérlegszerűséget, ha a hőbevétel és a hőkiadás imént felsorolt tételeinek összegei között mutatkozó különbözetet — mint a vezetés és sugárzás veszteségének tételét — hozzáírjuk a hőkiadás oldalához. Ez az utóbbi tétel számszerűség tekintetében sohasem lehet egészen pontos, mint-

hogy nem közvetlen megfigyelés, vagy mérés eredménye. A vezetés és sugárzás vesztesége véglegesen elkallódott melegértéket jelent és arra int, hogy a veszteség eme tételének nagyságát szigeteléssel, a repedések elzárásával és az ajtók jobb illesztésével igyekezzünk csökkenteni. A füstgázvesztességet jelentékenyen csökkenthetjük, ha a Martin-kemencehez füstgázkazánt építünk.

A Martin-kemence méretei, sajátos alakja, három nagy ajtója, igen nagy sugárzó felületei, adagolásának és próbavételeinek módja okozzák azt, hogy a gyártás hőmértékének vezetési és sugárzási vesztesége aránylag igen nagy, mert a hőforgalomnak mintegy 40%-át teszi ki. Ha tudjuk, hogy a füstgázvesztesség is közel ugyanennyi szokott lenni, akkor megállapíthatjuk, hogy a Martin-kemence üzeme a beruházott hőnek csak mintegy 20—24%-át hasznosítja. A Martin-kemence üzemében tehát az igen fejlett metallurgiai eljárással szemben viszonylag fejletlen kemenceszerkezet, illetőleg tüzelőmód áll szemben. E különbség kiegyenlítésének kereséséből állott elő a füstgáz szabad melegének értékesítését célzó füstgázkazán mindgyakoribb alkalmazásának rendszere is. A Martin-kemence építményének fejlődését csak akkor mondhatnók befejezettnek, ha a füstgázkazánban hasznosított melegmennyiséget magában a kemencében tudnók értékesíteni. Ebből a szempontból a fejlődés igen helyes lépésének kell tekintenünk a Kühn-féle kamrarendszert, amelyben a füstgázok útja jelentékenyen meghosszabbodik.¹⁾

Annak a Martin-műnek, amelynek önköltségeit a megelőző fejezetben ismertük meg, hőforgalma, illetőleg hőmértéke az alábbiak szerint alakul. A gázosításhoz használt kőszén 72,8% C-t, 7,8% hamut, 4,6% nedvességet és 8,1% kötött vizet tartalmazott, fűtőértéke pedig (évi átlagban) 6950 he volt. Bár ez a fűtőérték kalorimetrikus úton állapítottatott meg, ugyanehhez az értékhez jutunk Goutal és Lenoble használatos képletével is, amellyel esetünkben:

$$H = 87,4 [100 - (4,6 + 8,1 + 7,8)] = 6948 \text{ he-nyi}$$

fűtőértékéhez jutunk.

¹⁾ Thaler, Das Kühnsche Regeneratorsystem, Feuerungstechnik, 1928. évf. 123. old.

A generátorgáz összetétele évi átlagban a következő volt:

CO ₂	. . .	5'9	térf. %
CO	. . .	23'5	„ „
CH ₄	. . .	2'8	„ „
H	. . .	9'6	„ „
N	. . .	58'2	„ „

Ennek a gáznak fűtőértéke az „Anhaltsszahlen für den Energieverbrauch in Eisenhüttenwerken“ 1931. évi III. kiadása 94. oldalának adatai szerint 1202- he-gel adódik ki normálköbméterenként, minthogy:

a CO elégése	. . .	0'235 . 3050 = 716'7	he-t
a CH ₄	„ . . .	0'028 . 8580 = 240'2	„
a H	„ . . .	0'096 . 2560 = 245'7	„ ,
összesen pedig . . .		1202'6	he-t termel.

Ha most föltesszük, hogy a szén C-tartalmából 2'8% elégetlenül a hamuban marad, részben pedig finom por alakjában a gázvezetékben rakódik le, úgy az elgázosítandó kőszén minden 100 kg-jában 70 kg C áll rendelkezésre a gázfejlesztés céljaira. Minthogy pedig gázunkban

$5'9 + 23'5 + 2'8 = 32'2$ térf. % C-tartalmú alkotó van, azért

$\frac{100}{32'2 \cdot 0'536} = 5'74 \text{ m}^3$ generátorgázt kapunk az elgázosított karbon minden kg-ja után, illetőleg:

$$5'74 \cdot 0'70 = 4'01 \text{ m}^3 \text{ száraz generátorgázt}$$

az adott összetételű kőszén minden kg-ja után.

A fenti összetételű generátorgáz elégetéséhez szükséges oxigénmennyiség a következőképen tevődik össze:

a CO elégetéséhez	. . .	23'5 . 0'5 = 11'75	m ³
a CH ₄	„ . . .	2'8 . 2'0 = 5'60	„
a H	„ . . .	9'6 . 0'5 = 4'80	„

vagyis 100 m³ gáz elégetéséhez 22'15 m³,
illetőleg kb. 10% többlet hozzászámításával 24'00 „
oxigénszükséglet. Ez az O-mennyiség

$$24 \frac{100}{21} = 114'2 \text{ m}^3 \text{ levegőszükségletet jelent.}$$

A súlyegységnyi (1 kg) szénből fejlesztett $4'01\text{ m}^3$ gáz levegőszükséglete tehát:

$$4'01 \cdot 1'14 = 4'5\text{ m}^3.$$

A gáz elégéséből keletkező füstgáz mennyiség a következő részmennyiségekből tevődik össze:

a CO elégéséből $23'5\text{ m}^3\text{ CO}_2$,
 a CH_4 „ $2'8$ „ „ és $5'6\text{ m}^3$ vízgőz,
 a H „ „ „ $9'6$ „ „
 elégtelenül marad $5'9\text{ m}^3\text{ CO}_2$. . . $58'2\text{ m}^3\text{ N}$
 a fel nem használt oxigénmennyiség . $1'8\text{ m}^3\text{ O}$

$$24\text{ m}^3\text{ O-nek megfelel } 24 \cdot \frac{79}{21} . . . 90'2\text{ m}^3\text{ N}$$

100 m^3 gáz elégése tehát $32'2\text{ m}^3\text{ CO}_2$, $15'2\text{ m}^3$ vízgőz, $148'4\text{ m}^3\text{ N}$, $1'8\text{ m}^3\text{ O}$ képződésével, vagyis $197'6\text{ m}^3$ füstgáz képződésével jár.

A súlyegységnyi kőszénből fejlesztett $4'01\text{ m}^3$ gáz elégése után tehát

$$4'01 \cdot 1'976 = 7'9\text{ m}^3\text{ füstgázt}$$

kell számításba vennünk.

A betéthez használt nyersvas összetétele:

$3'72\text{ C}$, $2'28\text{ Mn}$, $0'29\text{ P}$, $0'75\text{ Si}$, $0'03\text{ S}$.

A füstgázok hőmérsékletméréseinek átlaga 700°C volt, 100 kg acéltuskó gyártásával kapcsolatos szénfogyasztás pedig (az előbbi fejezetben tárgyalt önköltség-kimutatás adatai szerint) $26'6\text{ kg}$.

A felsorolt adatok ismeretében hőmérlegünk tételei a következőképpen fognak alakulni:

Hőmérleg.

Hőbevétel.

I. A gáz melegértéke:

1. A gáz fűtőértéke $26'6 \cdot 4'01 \cdot 1202$. . . 128.212 he
2. A gáz szabadmelege 600°-on
 $26'6 \cdot 4'01 \cdot 600 \cdot 0'33$. . . 21.120 „

II. A betét melege:

A folyékony nyersvas melege $53'8 \cdot 260$. . . 13.988 „

III. Exotermás változások. Kb. $2'4\text{ kg C}$ a fürdő-

ben CO -dá, majd CO_2 -dá ég, $2'4 \cdot 8080$. . . 19.393 „

Együtt . . . 182.713 he

Hőkiadás.

I. A fürdő melegtartalma (hasznos meleg):		
1. A folyékony lágy folytácél melege	100 . 350	35.000 he
2. A kereken 18 kg salak melege	18 . 525 . . .	9.450 „
II. Füstgázveszteség	26'6 . 7'9 . 700 . 0'36 . . .	52.948 „
III. A sugárzás és vezetés vesztesége, mint a hő-bevétel és a hőkiadás többi tételeinek különbsége	. . . . .	85.315 „
Együtt	. . .	182.713 he

Az így összeállított hőmérlegeket mindig megfelelő kritikával kell olvasnunk, amelynek szempontjai körülbelül a következők. Az exotermás átalakulások termelte melegmennyiségek egyrésze figyelmen kívül maradt, minthogy a többi tételhez képest egészen jelentéktelenek. Ha a kiadás oldalának legnagyobb tételét csak mint különbséget kell beállítanunk a mérlegbe, nem volna sok célja alig néhány hőegységet kitevő tételek beállításának. Ugyanilyen okokból mellőzhetjük azoknak a hőmennyiségeknek számbavételét is, amelyek a pótlékanyagok, a vasérc és a mészke vegyületeinek felbontásához szükségesek.

A különbözet gyanánt mutatkozó „vezetési és sugárzási” veszteségek tételében a kezelés hiányosságainak következményei is bennfoglaltatnak. Újabban a tényleg sugárzás és vezetés révén veszendőbe menő melegmennyiséget részben számítás, részben mérés útján igyekeznek szabatosan is megállapítani. Így C. Schwarz megállapította, hogy a kemence hőveszteségének nagysága nem állandó, hanem a kemence járata alatt folyton változó, helyesebben növekedő érték. Schwarz vizsgálatai szerint ez a megállapítás különösen a kemence boltozatára vonatkozik, amelynek sugárzási vesztesége viszonylag is a legnagyobb tétel. A kemence felső részének vesztesége az összes veszteségnek kereken 60%-át teszi ki. A veszteségek növekedésének nevezetes helye a tűzfej és a munkatér boltozatainak közös válla, amelynek sugárzása annál nagyobb, minél több olvadt már le a tűzfej falainak belső részeiről.¹⁾ Schwarz méréseinek eredményeit a 8. sz. táblázatban foglaltuk össze.

¹⁾ Dr. C. Schwarz, Die Strahlungsverluste eines S.-M.-Ofens, Stahlwerksbericht Nr. 104.

8. sz. táblázat.

Egy 65 tonnás kemence hőfogyasztása és veszteségei.

Adagszámok	Meleg fogyasz- tás	Hasznos idő	Órákénti hőfogyasz- tás	Órákénti füstgáz- veszteség	A boltozat kisugárzása óránként	A boltozat kisugárzása m ² -ként he	A boltozat kisugárzása a hasznos hő %-ában
	tonnánként						
	millió hőegység						
22.—41.	0·944	0·252	8·41	2·43	0·330	6420	14·5
378.—395.	1·810	0·257	14·54	4·86	0·630	8840	30·6

A hőmérleg adatai alapján megállapítható a Martin-kemence termikus hatásfoka. Így a kemencehatásfok az az érték, amely a fürdő melegtartalmának, hasznos melegének és a kemence által felvett egész melegmennyiségnek viszonyát fejezi ki. Nahoczky a hatásfok gyors megállapításához hatásfoktényezőt alkalmaz.¹⁾ A kemencehatásfok alkalmas az energia hasznosítása mértékének szemléltetésére és egyben valamely más Martin-kemence termikus eredményével való összehasonlításra. Tárgyalt hőmérlegünk esetében a kemence hatásfoka:

$$\frac{35.000 + 9450}{182.713} = 0.24.$$

Bulle szerint a Martin-kemencék hatásfoka általában a következő értékhatárok között mozog:

Jójarású vegyesbetétű kemencéknél .	0'20—0'30
Jójarású nyersvasbetétű kemencéknél	0'10—0'20
Jójarású Talbot-kemencéknél . .	0'02—0'05

Természetes, hogy a kemence betétviszonyainak, a betétanyagok összetételének változása lényeges befolyást gyakorol a hőmérleg tételeinek, és ezeken át a hőmérleg egész képének alakulására. Kisebb lesz a kemence hőszükséglete akkor, ha növeljük a betétben a nyersvas mennyiségét és még jobban csökken a kemence hőszükséglete akkor, ha a nyersvasat folyékony állapotban adjuk be.

¹⁾ Nahoczky A., Wärmewirtschaft im S.-M.-Betrieb, Mitteilun-
gen 1929.

B) A füstgáz melegének értékesítése.

Minthogy a Martin-kemencék jelentékeny (30—40%) füstgázvesztéssel dolgoznak, és a füstgázok hőmérséklete nem ritkán az 500^o-ot is meghaladja, mindenképen megokolt az acélműveknek az a törekvése, hogy ennek a tetemes melegvesztésnek legalább egy részét értékesíthessék. A tapasztalat azt bizonyítja, hogy megfelelő berendezés révén a füstgázok hőmérsékletét egészen 200^o-ig csökkenthetjük, amiből következik, hogy a Martin-kemence füstgázai nagymennyiségű víztömegek melegítésére, vagy elgőzítésére igen jól felhasználhatók. A legtöbb helyen a kemencék füstgázait gőztermelésre használják fel. Amerikában általában, Európában pedig minden újabb Martin-acélműben füstgázkazánt építenek a kemencék mellé. A füstgázkazánnal elérhető megtakarítás jelentékeny, minthogy a kazánban hasznosított melegmennyiség a Martin-kemencébe vezetett egész melegtömegnek közel 30%-a. A kazánban termelt (9—12 légkönyomású) gőz mennyisége is tekintélyes, minthogy az a termelt acél tonnájaként 400—500 kg-ot szokott kitenni. A füstgázkazán üzeme tehát az acélmű üzemének gazdaságosságát nagymértékben javítja. Régibb telepítésű Martin-acélművekben azonban a füstkazán alkalmazása nem egyszerű kérdés, részben azért, mert a régibb telepítésű vas- és acélművekben a gőztermelés ügye már korábban megoldást nyert, részben pedig azért, mert füstgázkazánt — a Martin-telep természetéből folyóan — alig lehet célszerűen elhelyezni olyan acélműben, ahol a telepítéskor arra nem gondoltak.

Az a feltevés, hogy a füstgázkazán üzeme esetleg zavarhatja a Martin-kemence, illetőleg az acélmű üzemét, régen megdőlt. Ellenkezőleg, a kazán üzeme csak előnyére, javára van a kemencék üzemének, minthogy a gőzkazán exhausztorja erőteljesen támogatja a kémény huzatát. A füstgázkazánnak ez az előnyös hatása különösen akkor nyer rendkívül nagy fontosságot, amikor az öregedő kemence kamrai kezdenek eldugulni, illetőleg a kemence belső ellenállása jelentékenyebben növekedni kezd.

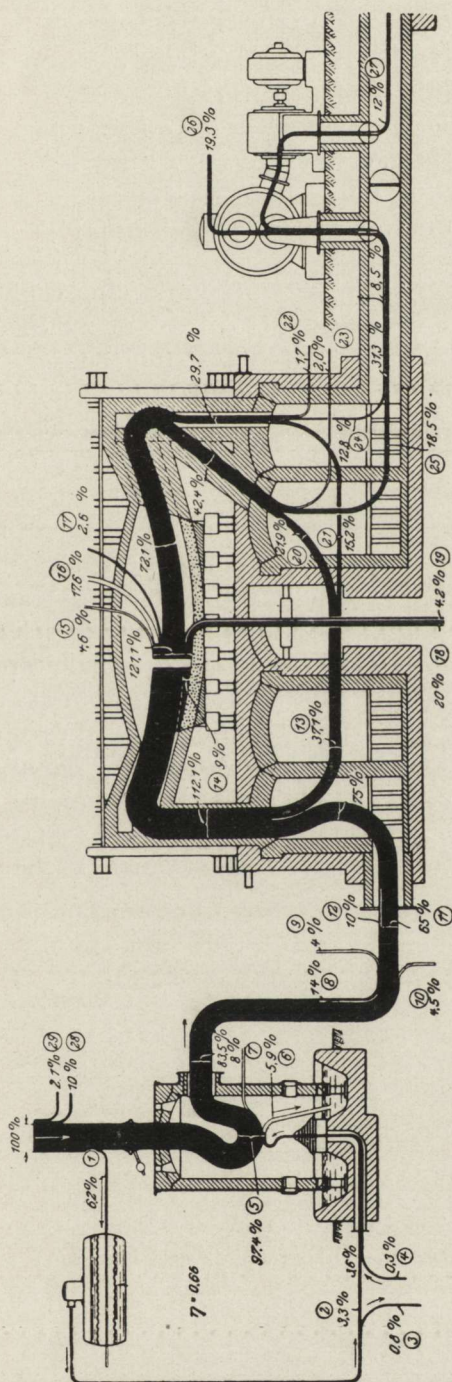
A Martin-kemencével kapcsolatos füstgázkazánok régebben vízcsöves rendszerűek voltak, ma pedig általában

füstcsöves kazánokat alkalmaznak. A füstcsövek vízszintes fekvésűek. A füstcsöves kazánok igen jól beváltak, mert fajlagos gőztermelésük jóval nagyobb, mint a vízcsöves kazánoké és a füstgáz melegét is jóval nagyobb mértékben használják ki.¹⁾

A Martin-kemence hőforgalmának, a befektetett meleg hasznosításának és a veszteségeknek szemléltető képét nyújtja a 38. ábra hőforgalmi képe. Ez a kép világosan és hűen ábrázolja a Martin-kemence gázfejlesztőjébe befektetett hőtömeg útját és munkáját, a Martin-kemencén és a füstgázkazánon át, a kéményig. A hővonulást ábrázoló, fokozatosan vékonyodó fekete vonal mellett álló számok jelentése a következő:

1. A gázfejlesztőbe fűjtatott gőz hőfogyasztása	6'2%
2. A gázfejlesztőbe fűjtatott gőz hőtartalma	3'3,,
3. A ventilátor gőzfogyasztásának hőtartalma	0'6,,
4. A külső levegő hőtartalma	0'3,,
5. Az elgázosítás céljaira jut	97'4,,
6. A víz- és hamumentes maradék fűtőértéke és szabad melege	5'9,,
7. A vezetés és sugárzás vesztesége	8'0,,
8. A gáz szabad melege	14'0,,
9. A gázvezeték sugárzásának vesztesége	4'0,,
10. Kátrány és porlás okozta veszteség	4'5,,
11. A gáz fűtőértéke	65'0,,
12. A gáz megmaradó szabad melege	10'0,,
13. A kamrákban keringő meleg	37'1,,
14. A betét folyamatainak melegtermelése	9'0,,
15. A kemence felső részének kisugárzása	4'6,,
16. Melegveszteség a tűzfejen és az ajtókon át	17'6,,
17. A pótlékok felbontásának melegfogyasztása	2'6,,
18. Az acél melegtartalma	20'0,,
19. A salak melegtartalma	4'2,,
20. A levegő kamráiból visszanyert meleg	21'9,,
21. A gáz kamráiból visszanyert meleg	15'2,,
22. A gázkamrák sugárzási vesztesége	1'7,,
23. A légkamrák sugárzási vesztesége	2'0,,

¹⁾ W. Schuster, Abhitzeanlage der Hütte Donawitz, Mont. Rundschau, 1926. évf. 263. old.



38. ábra.

A Martin-kemence hóforgalmi képe. (Wärmestrombilder aus dem Eisenhüttenw. Stahleisen 1922.)

24. A gázkamrák füstgázvesztesége	12'8 %
25. A légkamrák füstgázvesztesége	18'5 „
26. A füstgázkazánban hasznosított hő	19'3 „
27. A kéménygázok szabadmelege és a kazán vezetései és sugárzási vesztesége	12'0 „
28. A kemence felfűtésének hőfogyasztása	10'0 „
29. Az üzemi munkafogyasztás (vill. energia)	3'2 „

Újabban — különösen az amerikai acélművekben — önműködő égésszabályozó berendezésekkel igyekeznek befolyást gyakorolni a hőgazdaság állandóan kedvező alakulására. Bulle megállapította, hogy ilyen berendezéssel az acéltermelés kb. 15%-kal növelhető, a tüzelőanyagfogyasztás pedig 30—40%-kal csökkenthető.¹⁾ Nálunk — egyelőre — inkább csak a „Duplex-Mono-K.” ellenőrző készüléket használják az acélművek a Martin-kemencék égésfolyamatának ellenőrzésére. Ez a készülék tulajdonképpen csak arra való, hogy oxigénben szegény gázoknak — felváltva — majd szénsavtartalmát, majd pedig elégetlen éghető gázalkotóit (CO, H) megbízhatóan meghatározza, illetőleg elemezze. Maguknak a generátorgázoknak ellenőrzésére a „Generátor-Duplex-Mono” készüléket szokás használni. Ezeken a készülékeken kívül a legutóbbi években az amerikai Morgan Construction Company ellenőrző készülékét, az Isley-kemenceellenőrzőt is szívesen alkalmazzák Martin-kemencék hőforgalmának ellenőrzésére.

¹⁾ G. Bulle, Verbrennungsregler für S.-M.-Öfen, St. u. E. 1926. évf. 1524. old.

10. A Martin-acél.

A) A Martin-acél jelentősége és világstatisztikájának vázlata.

A Martin-acélnak azért van sokkal nagyobb jelentősége, mint bármely más vas-, vagy acélfajtának, fémnek és fém-ötvözetnek, mert egyesegyedül a Martin-acél az, amely — amellett, hogy olcsó — megfelel a legnagyobb műszaki igényeknek is, amelyeket nagyipari tömeggyártás keretében előállított fémes anyaggal szemben támasztani lehet. A Martin-acélnak ez az eddig példátlan kedveltsége főleg azon alapszik, hogy fizikai, technológiai tulajdonságait — a műszaki igények különbözőségéhez alkalmazkodva — igen tág határok között és az ötvözésnek lehető leggazdaságosabb, legolcsóbb eszközeivel módosíthatjuk. A Martin-acél húzószilárdságát, rugalmassági határát, nyúlását, keménységét a tömeggyártás legegyszerűbb és viszonylag legolcsóbb módszereivel úgy változtathatjuk, módosíthatjuk, amint az céljainknak éppen megfelel. A régibb évtizedekben annyira kedvelt kavartacélnak azért kellett a szinterről letűnnie, mert kitűnő forraszthatóságának és hőkezeléssel szemben tanúsított igen nagyfokú érzéketlenségének értéke többé nem állt arányban fokozódó drágaságával és minőségének mindjobban érezhető egyenetlenségével. A Bessemer- és a Thomas-acél, amint e könyv első fejezetében láttuk, ugyancsak nem tudja mindenben kielégíteni korunk technikájának igényeit.

A Martin-acél műszaki jelentőségével vetekedik a Martin-acél világgazdasági jelentősége. Ez a gazdasági jelentőség elsősorban annak a ténynek a következménye, hogy a Martin-acélgyártás lépésről-lépésre kiszorította és kiszorítja a régibb acélgyártási módok — főleg a kaválás és a szélfrissítés módjainak — divatját. A Martin-acélgyártás hatalmas előretörését legjobban úgy szemléltethetjük, ha a Besse-

mer-, a Thomas- és a Martin-acél termelésének háborúelőtti és jelenlegi (illetőleg legutóbbi) világstatisztikáját szembe-állítjuk egymással. A világháború előtti acéltermelésnek a 9. sz. táblázatban felsorolt adatai J. W. Reichert „Die Weltgewinnung an Eisen und Stahl” című munkájából (St. u. E., 1926. évf., 65. old.), a legújabb idők acéltermelésének a

9. sz. táblázat.

A legtöbb acélt termelő államok Bessemer-, Thomas- és Martin-acéltermelése 1913-ban.

Állam	Thomas-	Bessemer-	Martin-
	acéltermelés 1000-t-ban		
Északamerikai Egyes. Államok	—	9'698	21'945
Németország	10'630	155	7'976
Angolország	561	1'066	6'160
Franciaország	2'806	253	1'582
Belgium	—	2'192	213
Luxemburg	1'286	—	40

10. sz. táblázat.

A legtöbb acélt termelő államok Bessemer-, Thomas- és Martin-acéltermelése 1934-ben.

Állam	Thomas-	Bessemer-	Martin-
	acéltermelés 1000-t-ban		
Északamerikai Egyes. Államok	—	2'179	23'812
Németország	5'844	—	7'760
Angolország	—	248	8'569
Franciaország	4'075	42	1'849
Belgium	2'405	—	278
Luxemburg	1'900	—	25

10. sz. táblázatban olvasható adatai pedig a németországi Stahlwerks-Verband 1935. évi világstatisztikai könyvéből (Statistisches Jahrbuch für die Eisen- und Stahlindustrie, 1935. Verlag: Stahleisen, Düsseldorf) valók.

Az egész világ együttes évi acéltermelése — valamennyi acélfajtát egybeszámítva — meghaladja

a 80,000.000 tonnát, az együttes termelőképesség azonban ma már az évi százmillió tonnát is jóval túllépte.¹⁾ Rendkívül érdekes, hogy a 80 milliós évi termelés miként oszlik meg az egyes államok között, főként pedig, hogy miként változik, csökken és növekszik a különféle államok évi acéltermelése. A Statistisches Jahrbuch 1936. évi kiadványának 199. oldaláról vettük át ezeket az érdekes adatokat, amelyeket 11. sz. táblázatunk foglal össze. Ezek az adatok világosan mutatják, hogy amíg Németország acél-

11. sz. táblázat.

Néhány ország évi acéltermelése a legutóbbi hat év alatt
1000 t-ban.

Állam	1930.	1931.	1932.	1933.	1934.	1935.
Németország . . .	13'473	9'830	7'232	9'288	13'866	16'446
Franciaország . . .	9'446	7'821	5'640	6'530	6'174	6'276
Angolország . . .	7'442	5'285	5'345	7'136	9'001	9'999
Oroszország . . .	5'798	5'350	5'800	6'900	9'565	12'520
Japán	2'289	1'883	2'398	3'200	3'742	4'000
Amer. Egyes. Áll. .	41'350	26'360	13'900	23'600	26'472	34'638
Magyarország . . .	369	316	180	227	315	446

termelése 1934-ben újra elérte, 1935-ben pedig 22%-kal meg is haladta az 1930. év termelését, és Angolország, Japán, valamint Oroszország acéltermelésének növekedésében még ennél is sokkal nagyobb lendület tapasztalható ebben az időközben, addig Franciaország és az amerikai Egyesült Államok acéltermelésében igen jelentős (33, illetőleg 16%-os) visszaesés mutatkozik az 1930. év termelésével szemben. Hazánk acéltermelésében ugyanebben az időközben 20%-os növekedés állott be.

B) A Martin-acél tulajdonságai.

A különböző gyártású folyasztott acélok tulajdonságai általában közel egyezők egymással, mégis azokkal a kü-

¹⁾ Cotel E., A vas jelentősége az emberiség haladásának szempontjából, Természettud. Közl. 1924. évf. okt.

lönbségekkel, amelyeket a gyártás különbözősége idéz elő, és amelyekről e munka során több ízben megemlékeztünk. Itt is ki kell emelnünk azt a tényt, hogy a tömeggyártású folyasztott acélok közül a Martin-acél az, amelynek tulajdonságai — viszonylagosan — a legjobbak.

Az acél szövete.

A megszilárdult Martin-acélnak, mint minden más vas-és fémötvözetnek, kristályos szövete van. A kockillába, vagy az öntőmintába folyékony állapotban beöntött acél — megszilárdulása közben — egész tömegében kristá-



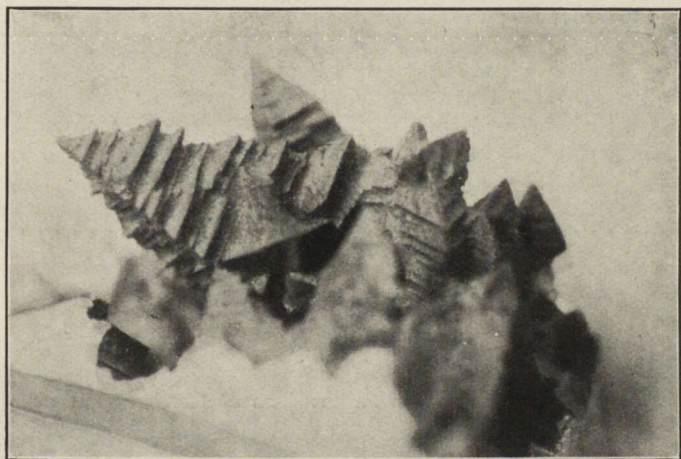
39. ábra.

Az acéltuskó törött keresztszelvényének kristályos szövete. (St. u. E. 1930. évf. 1082. old.)

lyossá válik. A kristályos szövetnek az eltört acéltuskó keresztszelvényén mutatkozó alakulásában legtöbbször az tűnik fel, hogy — a tuskóminta vasának erőteljes hűtőhatása alatt — a keresztmetszet határvonalaira merőlegesen álló kristályoszlopok — szálas kristályok — alkotják a tuskó töretének kerületi részeit (39. sz. ábra). A kristálynövekedés kezdő irányát tehát a hőelvonás, a hűtőhatás iránya szabja meg, amiből az is következik, hogy — például négyzetes szelvény esetében — a kerületi öv szálas kristályképződésének (gyakran egészen világosan látható) elhatároló vonalait a tuskószelvény átlói képezik, amint az az ábrán is világosan megállapítható.

Az acél töretének kristályos állapota szabad szemmel

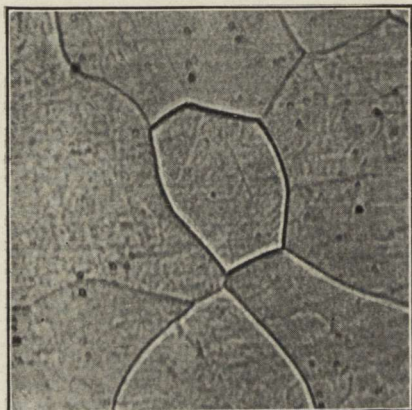
nem mindig vehető észre. Az egyes kristályok szabályszerű kialakulását ugyanis az acéltömeg egyszerre kristályosodó szomszédrészeinek nagy nyomása megakadályozza. Teljesen zárt, egységes acéltömegben tehát nem várhatjuk szabályszerű kristályalakok képződését. Szabályszerű kristályok alakulása csak ott lehetséges, ahol a folyékony acél részecskéinek megszilárdulása nyomás nélküli térben mehet végbe. Ilyen terek — például — az acéltuskó és az acélöntvény fogási üregei, amelyek nem ritkán egészen „légüres”, tehát nyomásmentesek is. Az ilyen üregek felülete



40. ábra.
Dendrites vaskristályok.

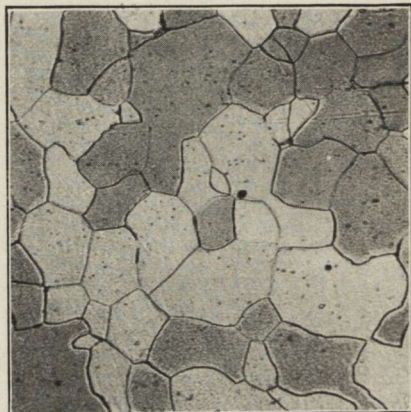
mindig éleshegyű zeg-zúgokkal van borítva, éppen a szabadon képződött vaskristályok tömeges felületi mutatkozása következtében. Kedvező körülmények között az egymásronőtt oktaéderkristályok olyan méretűek lehetnek, hogy — „fenyőfa”-alakban — magasan kiemelkednek az üreg felületéből. A dendrites kristályképződésnek ilyen esetét mutatja be a 40. ábra.

Az acél anyagszerkezetének megfelelő fizikai és kémiai feltárása révén azonban mikroszkóppal, illetőleg mikro-fotografálással mindig hozzá tudunk férkőzni a kristályos felépítés láthatóvá tételéhez. Az acél anyagszerkezetének feltárási módjaival és a feltárt szövetek tudományos rend-



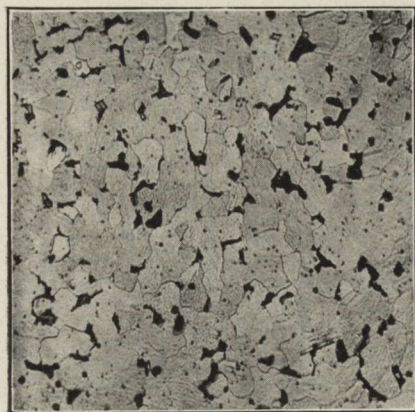
41. ábra.

Elektrolitacél tisztán ferrites szövete.



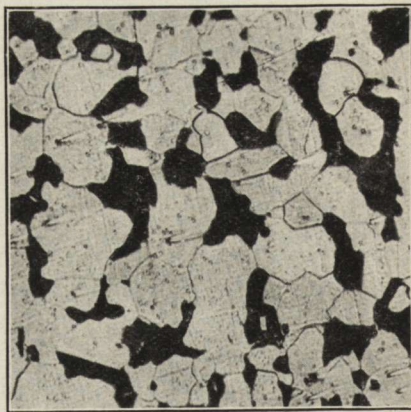
42. ábra.

0'05% C-tartalmú Martin-acél mikroszövete. Világos ferritmezők között apró, sötét perlitfoltok.



43. ábra.

0'13% C-tartalmú Martin-acél mikroszövete. Ferritmezők között növekedő terjedelmű perlitfoltok.



44. ábra.

0'3% C-tartalmú Martin-acél mikroszövete. A perlitmezők már terjedelmesebbek.



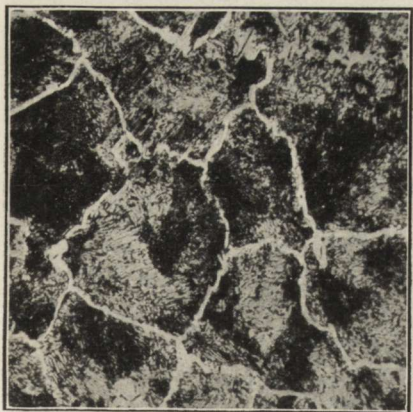
45. ábra.

0'95% C-tartalmú Martin-acél
tiszta perlites szövettel.



46. ábra.

1'3% C-tartalmú Martin-acél
mikroszöveti képe.



47. ábra.

1'5% C-tartalmú Martin-acél
mikroszöveti képe.



48. ábra.

Ugyanaz mint 47., de erősebb nagyítás-
ban. A perlitmezők vonalozása
jól látható.

szertanával külön tudomány, a metallografia, foglalkozik. Itt tehát csak egészen vázlatos összefoglalást adhatunk a Martin-acél finomszövetének, mikroszövetének alkotó szöveteleiről.

Az acél vasanyagának legfeljebb 17%-nyi karbont tartalmazó szilárd oldatait (amelyeket tulajdonképpen a γ -vas és a vaskarbid szilárd oldatainak kell tekintenünk) austenit-nek nevezi a metallografia. Az austenit éppen úgy oktaéderekben (dendritesen) kristályosodik, mint a tiszta vas. A Fe_3C -összetételű vaskarbid — mint szövetelem — cementit nevet visel.

A metasztabilis $\text{Fe}-\text{Fe}_3\text{C}$ -rendszer szerint szilárduló acél szövete a vas állapotábrája¹⁾ értelmében — a különböző karbontartalmaknak megfelelően — a következő szövetelemekből alakul:

1. 0'9%-os karbontartalom esetében perlit-eutektoidból áll az acél anyagának szövete. Ez a szövetelem tulajdonképpen a ferritnek és a cementitnek finoman szálaz, vagy szemcsés keverékéből áll.

2. 0'9%-nál kisebb karbontartalmak mellett az acél szövete ferritből és perlitből áll. A ferrit részesezése annál nagyobb, minél kisebb az acél C-tartalma. A C-ban legszegényebb lágy acél szövete tehát tisztán ferritből áll.

3. 0'9—17% C-tartalmú acélok szövete perlitből és cementitből áll. A cementit annál több lesz, minél magasabbra emelkedik az acél C-tartalma.

Mindez az acél nem befolyásolt, lassú lehűlésének esetére vonatkozik. Ha gyors hűtéssel, edzéssel erőszakosan megváltoztatjuk a szövetet fentebbi normális alakulásának képét, úgy azt utólagos izzítással, megereztéssel újból normálisra változtathatjuk.

A ferrit C-szegény, egyben a leglágyabb szöveteleme az acél anyagának. Maratással ferritszemek, ferritpoligonok alakjában tárható fel. A ferrit-sokszögek határvonalai olyan határozottak, hogy átlagos területük planiméterrel kellő pontossággal megállapítható.

A cementit 6'67% C-tartalmú vaskarbid, amely az

¹⁾ Cotel E., A nyersvasgyártás alapelvei, Sopron, 1933. 106—109. o.

acél szövzetében főleg igen nagy keménységével (a Mohs skála szerint = 6) tűnik ki. Az edzett acéltű például nem fogja a cementitot. Ezt a körülményt a cementit kétségtelen felismeréséhez is fel szokták használni.

A perlit, mint eutektoid, akkor mutatkozik világosan a ferrit és a cementit bensően keveredett együttes szövet-elémének, ha az acél lassan hűlt le úgy, hogy a kétféle szövetalkotónak módja és ideje volt egymástól különválni. Kisebbségi nagyításnál a perlitmezők sötétebb foltok alakjában mutatkoznak a mikroszöveti képen (l. pl. a 44. ábrát). Nagyobb nagyítások esetében a perlitmezőkön párhuzamos vonalozásban jelentkeznek a két szövetalkotó különbözősége¹⁾ (l. pl. a 48. ábrát).

A Martin-acél felsorolt szövzeteinek mikroképeit a 41.—48. ábrákon mutatjuk be.

Minthogy azonban a Martin-acéladagok anyagának metallografiai vizsgálata inkább csak kivételesen, nem pedig rendszeresen szokott történni, a minőség gyors megítélése szempontjából az acéltöret szabad szemmel való vizsgálatának is jelentősége van. A Martin-acél törésfelülete vagy szálas, vagy szemcsés. A Martin-acél törésfelülete csak azokban a kivételes esetekben szokott szálasnak mutatkozni, amelyekben a lágy acél többszörös erőteljes nyújtáson ment át, vagy pedig megfelelő ötvözésben részesült. A Martin-acél törésfelületére tehát általában a szemcsés mineműség jellemző. A törésfelületen mutatkozó szemcsék nagysága azonban változó, és a szemcsék nagysága főleg az acél karbontartalmától, valamint a hőkezelés módjától függ. A közönséges karbonacélok szemcséi annál nagyobbak, minél több bennük a karbon és minél kevesebb megmunkálásban volt részük. Az ötvözött acélok némelyikének törésfelülete annyira finomszemcséjű, hogy a szemcséket a szabad szem észre sem veszi úgy, hogy az ilyen bársenyos acéltöret szinte a kristálytalan amorf anyag benyomását teszi a fegyverzetlen szem számára. A megmunkálás és a javító hőkezelés (edzéssel kapcsolatos utólagos izzítás) mindig csökkenteni a szemcsenagyságot. A javító hőkezelés onnan kapta a nevét, hogy az ilyen kezelés-

¹⁾ P. Goerens, Einführung in die Metallographie, Knapp-Verlag, Halle, 1932. VI. kiadás, 95—103. old.

ben részesült acélanyag szilárdsági tulajdonságai is lényegesen megjavulnak.

A Martin-acél vegyi összetételének ingadozásai.

Bár a Martin-acél anyaga valamennyi tömeggyártású folyasztott acélanyagnál egyenletesebb összetételű, a Martin-acélból való tárgyak (tuskók, öntvények, bugák stb.) anyagának vegyi összetétele — a kérdéses acéltárgy különböző helyein — mégsem tökéletesen ugyanaz. Az acél néhány kísérő elemének %-os mennyiségében, egy-egy acéltuskó különböző helyén, igen jelentős különbségek mutatkozhatnak. Ilyen kísérő elem a foszfor és a kén, esetleg — néha — a szilícium. Igen valószínű, hogy a különféle ötvözetek higan folyó oldatának tekinthető acélfürdő magában a Martin-kemencében még tökéletesen egyenletes vegyi eloszlású, vagyis teljesen homogén. Ez az állapot a kemencéből kiöntött acélban csak addig maradhat fenn, amíg az acéltömeg különböző helyeinek hőmérsékletében nem mutatkoznak lényeges eltérések. A tuskómintának folyékony acéllal történt megtöltése után azonban csakhamar olyan nagy különbségek állanak be a lehülő és merevedésnek induló acéltömegben, hogy az egyenletes kémiai eloszlásban tüstént lényeges változásnak kell bekövetkeznie. A mintába öntött acéltömegnek a tuskómintával érintkező részei igen gyorsan lehűlnek és megszilárdulnak, míg — ezzel szemben — a tuskó belső, főleg pedig tengelymenti vonalán elhelyezkedő középső része aránylag hosszú ideig folyékony marad. Ebben a folyékonyan maradt középső részben — a hidrosztatikus nyomás következtében — felfelé szállni, felúszni törekszik az acéltömeg minden olyan ötvözetalkotója, amelynek fajsúlya és merevedési hőfoka kisebb, mint az acéltuskó anyagának fő tömegeé. Minthogy viszont a fokozatos lehűlés kívülről befelé, tehát a tuskó felületéről annak tengelye felé halad, az acéltuskó folyékony tömegében olyan lassú áramlásnak kell megindulnia, amely ezeket a — kísérő elemekben dús — ötvözeteket egyrészt a tuskó tengelye felé, másrészt a tuskó felső része felé hajtja. Az acélban oldott ilyen ötvözetek és vegyületek merevedési hőfoka és fajsúlya annál kisebb, mi-

nél több van bennük a metalloidjellegű kísérőelemekből. Az acéltuskó anyagának átlagos vegyi összetételétől leginkább eltérő összetételű részek, vagyis a kísérő elemekben leginkább megdúsult részek, a tuskó függőleges tengelyvonalának felső negyedében, közvetlenül a fogyási üreg alatt helyezkednek el. Így, mikor egy alkalommal a korompai Martin-acélműben a közép kemény (0.30% Si-tartalmú) acéltuskók Si-tartalmának eloszlását tanulmányoztuk, azt találtuk, hogy a hossz tengelye síkjában átgyalult 3 tonnás tuskó 17 különböző helye közül csakis közvetlenül a fogyási üreg alatt fekvő tengelymenti részen ugrott fel a Si-tartalom 0.53%-ra, míg a próbavétel valamennyi helyén úgyszólván teljesen egyforma (0.34—0.37%) volt az acéltuskónak egyébként is jóval kisebb és teljesen egyenletesen eloszlott szilícium-tartalma.

A kémiai összetétel helyi változását, illetőleg a kísérő elemek helyi dúsulását kiválásnak, ötvözetek helyi kiválásának mondjuk (németül újabban „Entmischung“, régi mesterszóval pedig „Seigerung“ a neve). A kiválások, a helyi dúsulások, amelyek a tuskó feldolgozása során néha igen sok gondot okoznak, annál nagyobb mértékben jelentkeznek, minél nagyobb az acéltuskó súlya, tömege, minél nagyobb — tuskóöntéskor — a folyékony acél hőmérséklete és minél több van az acélban azokból a kísérő elemekből, amelyek kiválásra, helyi dúsulásra különösen hajlamosak.

A helyi dúsulások nagyobb mértéke nemcsak azért veszedelemes, mert sokszor megnehezíti, esetleg lehetetlenné teszi a vegyi elemzés megbízható próbavételét, hanem azért is, mert a kísérő elemekben dús helyeknek esetleg lényegesen megváltozott szilárdsági viszonyait gyakran egyáltalában nem ismerhetjük meg. Ha tehát valamely acélgyártmány szilárdsági értékeinek megbízhatóságától emberek életbiztonsága függ (például vasúti sínek anyagáról van szó) és okunk van attól tartani, hogy a foszfortartalom helyi megdúsulása nagyobb mértékű lehet, úgy föltétlen szükség van arra, hogy a kérdéses acélból hengerelt áru egész keresztmetszvényét megvizsgáljuk abban a tekintetben, hogy mekkora a helyi dúsulás és a keményedés, illetőleg a szívósság csökkenésének mértéke. Az acélgyári gyakorlatból vett alábbi példa

jól megvilágítja a helyi dúsulások vizsgálatának fontosságát.

Egy Martin-acélművel kapcsolatos durvahengerműben készült elsőrangú (44'3 kg/m súlyú) vasúti sín házi próbái során kitént, hogy az egyik Martin-adagból hengerelt sínszálak nem bírják az ütőpróbát; a sínek mindjárt az első ütés alatt úgy törtek el, hogy a sínfej alatt a gerinc végigrepedt a sín hossza mentén. Minthogy a tuskóöntéskor vett acélpróba kémiai összetétele és a szakító próba eredménye kifogástalan volt, a hiba forrását a kiválások okozta helyi P-dúsulásban kellett keresni. A P-kiválások Baumann-próbája a feltevés helyességét tökéletesen igazolta. (A Baumann-próba, illetőleg Baumann-lenyomat egyébként a következőképen készül: A vizsgálandó szelvényt tükörfényesre csiszoljuk és erre a csiszolt felületre 1—2%-os híg kénsavval megnedvesített fényérzékeny brómezüst papírt tapasztunk.)

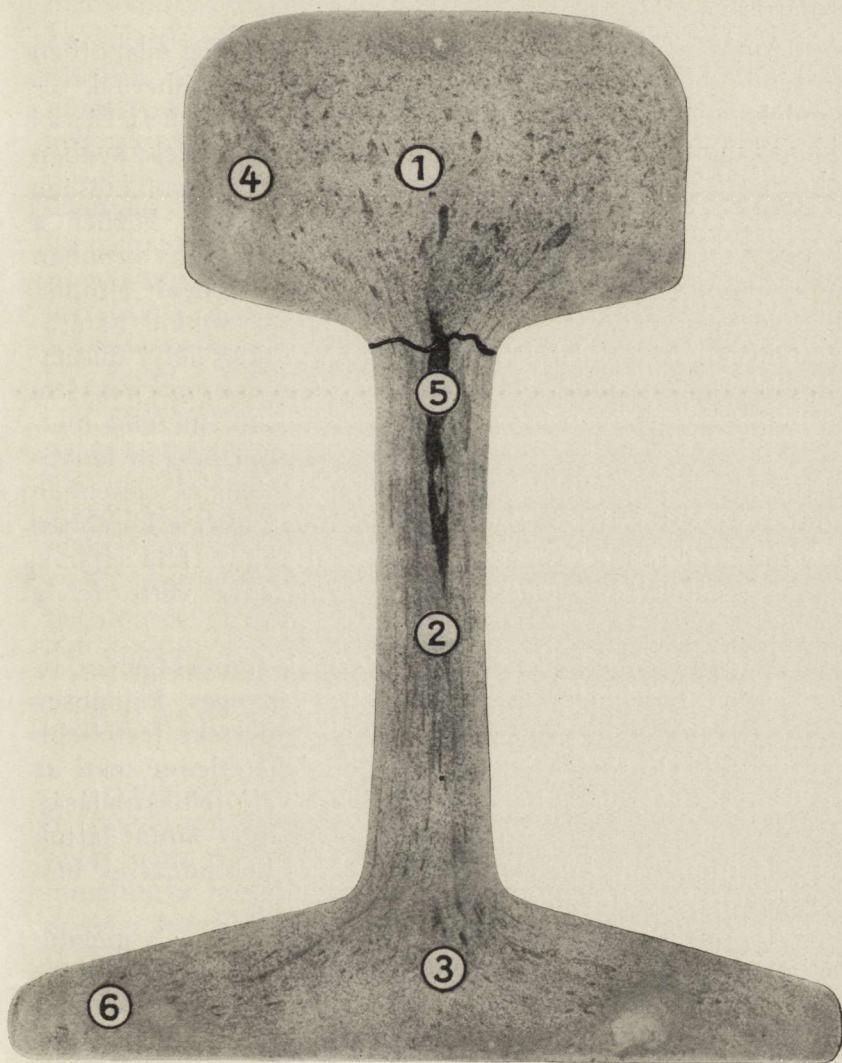
A 49. ábrán látható Baumann-féle lenyomaton képződött feketés ezüsfoszfid foltok világosan mutatják a foszfordúsulások helyeit és terjedelmét. Közvetlenül a sínfej alatti nyakrészben fekvő hosszúkás sötét folt teljesen érthetővé teszi az ütőpróba sikertelenségét, valamint a sintörés okát, helyét és módját. Az ábrán számokkal is megjelölt öt helyen most már helyi elemzési próbák vették, amelyeknek elemzési eredményeit a 12. sz. táblázat mutatja.

12. sz. táblázat.

A próbavétel helye	C	Mn	P	Si	S
	tartalom %-ban				
a tuskóöntéskor vett próbában . .	0'57	0'82	0'06	0'10	0'03
1. sz. hely a fejben	0'57	0'80	0'06	0'04	0'03
2. sz. hely a gerinc közepén . . .	0'66	0'84	0'11	0'04	0'06
3. sz. hely a láb közepén	0'53	0'78	0'06	0'04	0'04
5. sz. hely a nyakban	—	—	0'30	—	—

A sín nyakrészének P-dúsulása tehát igen nagy, ötszöröse a készpróba, illetőleg a sín többi része P-tartalmának. Minthogy P-tartalomban ennyire megdúsult acélötvözetnek alig van szívóssága, a kérdéses Martin-acéladag merevsége, törékenysége, mint a nagymértékű helyi P-dúsulás követke-

ménye, a vizsgálat alapján tökéletes magyarázatot talált. Természetes, hogy ennek a Martin-adagnak összes sínszárait ki kellett zárni a hivatalos átadásra került adagok anyagai közül. A szívósság helyi csökkenésének, illetőleg a merevség helyi növekedésének számszerű kimutatása céljából a sínszelvény fentebb említett öt helyén a Brinell-keménységet



49. ábra.

Egy Martin-acélsín foszfordúsulásainak Baumann-féle lenyomata.

is megvizsgálták. Ez a vizsgálat azt mutatta, hogy amíg az 1., 2., 3., 4. és 6. számú helyek Brinell-keménysége 200—205 volt, addig a legnagyobb P-dúsulásnak 5. sz. helyén 277-re emelkedett a Brinell-keménység értéke. A kérdéses sínanyag főtömegének 70 kg/mm^2 -es húzószilárdságával szemben tehát kb. 100 kg/mm^2 -re emelkedett a P-dúsulás helyének húzószilárdsága.

Amíg a foszfordúsulások az acélananyag hideg állapotban történő feldolgozása, vagy igénybevétele során válhatnak veszedelmessé, addig a kén tartalom helyi dúsulásai az acél meleg feldolgozása, kovácsolása és hengerlése közben okozhatnak bajokat. A kén tartalmú acél kovácsolhatósága ugyanis erősen romlik; kovácsolás és hengerlés közben a kénben dús helyek szakadoznak, törnek. Minthogy azonban a Baumann-lenyomaton képződő kénszulfid foltjait elfödik, illetőleg elmosódottá teszik a lenyomatra sokkal határozottabb ezüstfoszfid foltjai, célszerű, ha a kén helyi dúsulásait külön lenyomattal, a Royen—Ammermann-féle szublimátpapírra vett lenyomattal kutatjuk föl, illetőleg teszszük szemléltethetővé.¹⁾ A szublimátpapíron készült lenyomat a kéndúsulás helyeit sokkal világosabban és élesebben tünteti fel, mint akár a Baumann-lenyomat, akár a korábban szintén gyakran alkalmazott Heyn—Bauer-féle eljárás, amely megfelelően előkészített selyemdarabra vette fel a képet.

A foszfor és a kén helyi dúsulásainak fontosságában, illetőleg veszedelmeiben mindenesetre lényeges különbség van. A kén helyi dúsulásainak nagyobb mértéke legfeljebb megnehezíti, legrosszabb esetben pedig lehetetlenné teszi az acél kovácsolási vagy hengerlési célokra való felhasználását, az észre nem vett foszfordúsulások azonban — amint láttuk — a legfontosabb közlekedő eszközök és berendezések biztonságát is veszélyeztethetik.

A Martin-acél anyagának többi kísérő eleme is megdúsulhat, kedvezőtlen esetekben néha — főleg a karbon — nagyobb mértékben is, mégis általában egyik sem szokta elérni a helyi dúsulásnak azt a nagy százalékos különbségét, amellyel a foszfornak és a kénnek helyi dúsulásaiban olyan

¹⁾ Royen u. Ammermann, Verfahren zum Nachweis von Schwefel in Stahlschliffen, St. u. E. 1927. évf. 631. old.

gyakran találkozunk. A többi kísérő elemnek eloszlásában mutatkozó ingadozások egyébként is kevesebb jelentőséggel bírnak és kevesebb veszedelemmel is járnak, mint a foszfor és a kén eloszlásának ingadozásai.

A mondottakból kétségtelenül következik, hogy az acél-nak azok a kísérő elemei szoktak leginkább és legnagyobb mértékben különválni az acél főtömegétől, amelyeknek fizikai tulajdonságai a leginkább eltérnek a vas fizikai tulajdonságaitól. Minthogy ilyenformán a kiválás folyamata tulajdonképpen a merevedés közben fellépő fizikai kényszerűségnek tekinthető, könnyen belátható, hogy a kiválások, a helyi dúsulások megakadályozására egészen biztos eszközeink sem lehetnek. A különválások mértékét mégis csökkenthetjük, ha egyrészt minél kén- és foszforszegényebb betétanyagokat használunk az acélgyártáshoz, másrészt, ha minél kisebb hőmérsékletű acélt öntünk a tuskómintákba. Az első eszköz a kiválásra hajlamos ötvözetek mennyiségét, a második eszköz pedig a kiválásokat elősegítő áramlás erejét és időtartamát csökkenti. A német kohásznak általános ismert mondanása: „heiss arbeiten und kalt giessen“, mind a két vonatkozásában tökéletesen helytálló. A minél nagyobb hőmérsékleten történő acélgyártás szabálya a nagyfokú reakcióképességnek minden irányban érvényesülő nagy előnyére utal, míg a viszonylag kis acélhőmérséklettel történő tuskóöntés szabálya az ötvözetekre való szétetés megakadályozására, illetőleg csökkentésére céloz.

Az acéltuskó anyagának folytonossági hiányai.

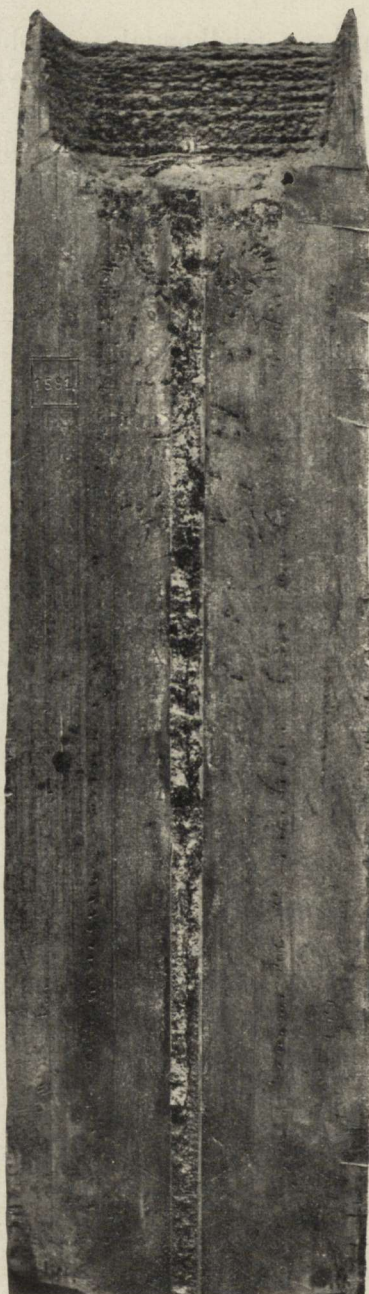
Azok az üregek, hézagok, esetleg egészen kis rések és hólyagok, amelyek a Martin-acéltuskó anyagának folytonosságát nem ritkán megszakítják, két okból keletkezhetnek, minélfogva jellegük, természetük is kétféle lehet. A folytonossági hiányok keletkezésének egyik oka az acél megszilárdulásával kapcsolatos fogyasztás, másik oka pedig a gyártás során a folyékony acéltömeg által elnyelt és részben a megszilárdulás után is az acélban maradt kisebb-nagyobb mennyiségű gázkeverék.

Fogyási üreg (régí német mesterszóval: Lunker) nemcsak acélban, fémben és fémötvözetben keletkezik, ha-



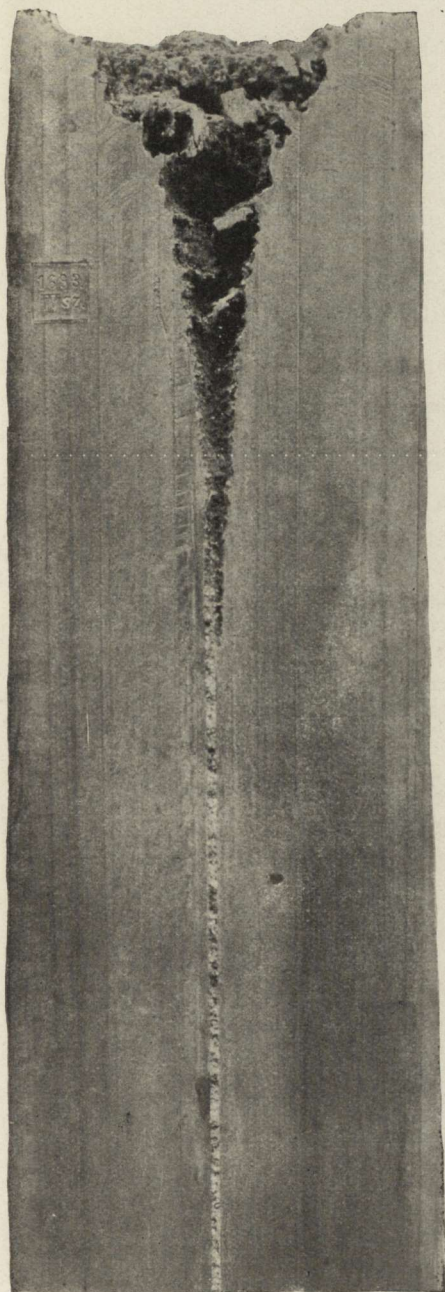
50. ábra.

Lágymartin-acéltuskó (0.087% C)
hosszmetszete.



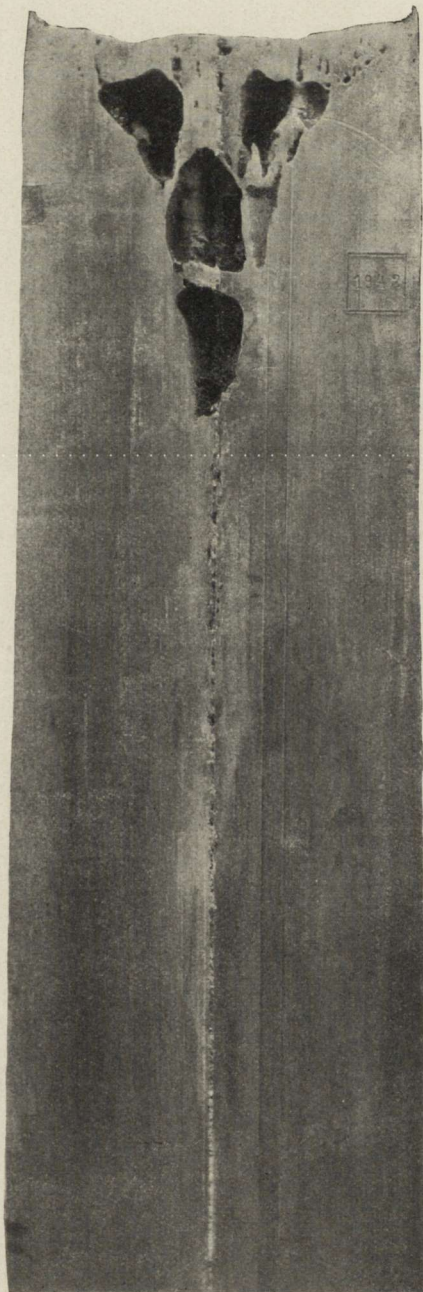
51. ábra.

Lágymartin-acéltuskó (0.08% C)
hosszmetszete. A tuskó teteje erősen
leszállt.



52. ábra.

Lágy Martin-acéltuskó (0'10% C)
hosszmetszete. A gáztalanításhoz 0'10%
Al-pótlékot használtak.



53. ábra.

Ferroszilíciummal gáztalanított acéltuskó.

nem majdnem minden olyan anyagban, amelynek folyékony állapotból szilárd állapotba való átmenetele nagyobb mértékű térfogatcsökkenéssel jár. A fogyási üregek keletkezésének okából és természetéből egyrészt az következik, hogy a fogyási üreg keletkezését nem lehet megakadályozni (legfeljebb csak terjedelmét csökkenteni és elhelyezkedésének módját befolyásolni), másrészt pedig az, hogy a fogyási üreg mindig ott helyezkedik el, ahol az acél legtovább marad folyékony állapotban. Az acéltuskókban tehát a tengelyvonal legfelsőbb részén fog a fogyási üreg elhelyezkedni. Az ilyen üregek alakja nem mindig egyforma. Néha függőleges irányban erősen megnyúltak, máskor inkább laposabbak. Gyakran teljesen egybefüggő, meg nem szakított zárt teret alkotnak, néha pedig több részre osztottak. Egészen lágy, dezoxidáló pótlékok nélkül készült Martin-acél tuskóinak fogyási üregei igen gyakran sok kisebb önálló üregből tevődnek össze, amint azt például az 50. és 51. ábrán láthatjuk. Ha azonban fémaluminiumot, vagy ferroszilíciumot adunk dezoxidáló pótlék gyanánt az acéladagba, és a tuskó anyagának híg folyása nagyobb mértékű lesz, akkor megváltozik a fogyási üreg alakja; hosszú, tölcseralakú lesz, gyakran részekre oszlott képződésben. Ilyen üregek láthatók az 52. és az 53. ábrák tuskószelvényein. Ha a tuskó fedőrétege viszonylag vékony, akkor a külső levegő nyomása beszakíthatja az üreg felső falát (52. ábra) és az üregbe levegő hatol be. Ha az acéltuskó fedőrétege vastag és ellenálló (53. ábra), akkor az üreg légmentes maradhat.

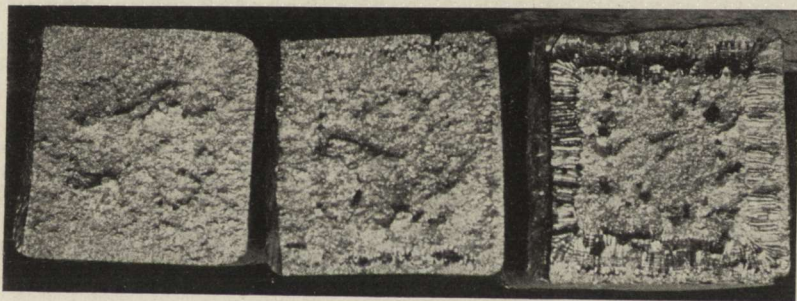
A fogyási üreg megnehezíti, sokszor lehetetlenné is teszi az acéltuskónak teljes hosszban (magasságban) való feldolgozását. A fogyási üregeket ugyanis a kovácsolás és sajtolás, vagy a hengerlés még a legnagyobb nyomás alkalmazása árán sem tudja tökéletesen eltüntetni. A kellően kinyújtott tuskó anyagában ugyan nem marad többé határozott üreg, mert az üregfelületeket a nagy nyomás szorosan egymásra fektette, az üregnek egymással szemben álló felületei azonban sohasem forradnak össze. Erről legjobban úgy győződhetünk meg, hogy az acéltuskó felső, üreges részéből vékony finom lemezt hengerlünk és ezt a lemezt — hideg állapotban — néhányszor ide-oda hajlítgatjuk. Azt fogjuk tapasztalni, hogy a lemez — az üregen áthaladó nyírás vonalában —

felszakad, kettéválik, annak bizonyítékául, hogy a fogyási üreg felületei nem forradtak össze. A forradás két lényeges feltétele ugyanis ebben az esetben teljesen hiányzik. A forradás egyik lényeges feltétele a felületek fémes tisztasága, másik feltétele pedig a kísérő elemekben való minél nagyobb szegénység. A tuskó meleg feldolgozása során a fogyási üreg fedele mindig szétszakad és az üregbe jutó levegő oxidálja az üreg falának felületeit. De ha az üregfelületek — véletlenül — nem is oxidálódnak, hanem fémesen tiszták maradnának, forradásról akkor sem lehetne szó, mert — amint láttuk — az üreg falfelületei éppen a kísérő elemekben legdúsabb acélanyagból valók, minthogy a helyi dúsulások ott a legnagyobbak. Az acéltuskó felső negyedét, esetleg harmadát, tehát legtöbbször nem is lehet feldolgozni. Kovácsolásra, sajtolásra, tengelygyártásra, edénylemezgyártásra szánt acéltuskók felső egynegyedét feltétlenül el kell távolítani a feldolgozásra kerülő háromnegyedrésztől, nehogy a körülményes és költséges feldolgozás után mutatkozzék az áru hibásnak. Értékesebb acélgyártmányok tuskóinak öntéséhez a tuskómintára tűzálló bélésű toldatot szoktak tenni azért, hogy a fogyási üreg ebben a toldatban helyezkedjék el. A tűzálló bélésű toldatban sokkal tovább marad folyékony az acél, mint a tuskóminta vasrészében úgy, hogy a fogyási üreg csak a toldat hosszára fog szorítkozni, föltéve, hogy a toldat hossza helyesen volt megszabva. Ennek a toldatnak, amelyet „felöntés”-nek szoktak nevezni, kettős előnye van. Egyrészt csökkenti az elvesztett magassági, illetőleg hosszúsági méretet, másrészt csökkenti az eltávolítandó csonk keresztiszelvényét is.

Az elnyelt gázok okozta üregek, a gázhólyagok úgy keletkeznek, hogy a nagyrészből hidrogénből és kismennyiségben nitrogénből álló gázkeverék, amelyet az acél a kemencében elnyelt, tuskóöntéskor sem tudott teljes mennyiségében kiszabadulni a megszilárduló acélból. A gázhólyagok az acéltuskónak a tuskómintával érintkező felületi rétegeiben, kérgében helyezkednek el és — mint kis fajsúlyú zárványok — onnan a merevedés folyamata alatt a belső, folyékony anyagoszlopokba igyekeznek. Az a tény, hogy a gázhólyagok legjelentékenyebb csoportja az acéltuskó keresztiszelvényének területén helyezkedik el, továbbá az a körülmény, hogy az

egyes kerületi gázhólyagok iránya befelé, illetőleg felfelé mutat, mind az előbbi megállapításunkat erősíti meg. A kerületi hólyagoknak, amelyeket a német szakirodalom — sajátságos szúrágáshoz, illetőleg szújáráthoz hasonló voltuk miatt — „Wurmgänge”-nek is szokott nevezni, kerületi elhelyezkedése, eloszlása és váltakozó hajlásszöge az 50. ábrán tisztán látható. Ugyancsak jól megfigyelhető ezen az ábrán az a jelenség is, hogy a gázhólyagok annál meredekebb fekvésűek és annál ritkábban sorakoznak egymás mellé, minél magasabb a helyzetük, illetőleg minél közelebb fekszenek a tuskó felső harmadához, vagyis ahhoz a tuskórészhez, amelyben az acél legtovább marad folyékony. A legfelső tuskórészben azután nem is találunk kerületi gázhólyagot (l. az 50. és 50a. ábrát). Az ábrán azt is megfigyelhetjük, hogy az acéltuskó belső részében egy második — gyöngysorszerűen elhelyezkedő, apró üregecskékből álló — gázhólyagrendszer is képződik. Ez az utóbbi belső gázhólyagrendszer a további feldolgozás szempontjából semmiféle nehézséget, vagy veszedelmet nem jelent, egyrészt belső fekvésénél, másrészt igen csekély terjedelménél fogva. Annál veszedelmesebbek a további feldolgozás és megmunkálás szempontjából az előbb tárgyalt kerületi gázhólyagok, főleg akkor, ha csak nagyon vékony hibátlan kéreg borítja azokat. Vékonyra hengerelt áruk — például edénysajtoláshoz való finom lemezek — további megmunkálása, sajtolása és savas maratása során az ilyen tuskóból készült anyag kerületi hólyagkoszorúja felszakad, vagy lencseszerűen kiduzzad a vékony acélárunak egyébként síma felületén. Mindenképen előnyös tehát, ha valamilyen módon gondoskodhatunk róla, hogy a kerületi gázhólyagok keletkezését megakadályozzuk, vagy legalább is a tuskó felületétől nagyobb távolságra, nagyobb mélységre szorítsuk vissza. Ferrosziliíciumnak vagy fémalumíniumnak az acélgyártás befejező művelete során történő pótlékolása révén módunkban van a gázhólyagrendszer keletkezését tökéletesen megakadályozni. Az említett pótlékoknak gáztalanító hatása onnan ered, hogy úgy a Si, mint az Al sokkal jobban és gyorsabban oldódik a folyékony acélban, mint bármely szóbjázhethő gázkeverék. A könnyebben oldódó pótlék tehát gyorsan és biztosan szorítja ki a folyékony acélból az abban gyengébben

oldódó gázkeverékeket. Ugyanaz a fizikai jelenség ez, amelyet szénsavval telített vizes oldatok (természetes és mesterséges szénsavas ásványvizek) szemléltetnek akkor, ha beléjük cukrot dobunk. A gyorsan és jól oldódó cukor kiszorítja a vizes oldatból a szénsavat, amely számos gázbuborék alakjában — pezsgés közben — azonnal kilép az oldatból. Az 52. és az 53. ábrán bemutatott tuskószelvények képe világosan mutatja, hogy a gáztalanító pótlékok hatása — a tuskó anyagának gázmentesítése tekintetében — tökéletes. Ennek a gáztalanító módszernek azonban az a hátránya van, hogy az acélban feloldódó pótlékanyag megváltoztatja a gáztalanított acél fizikai tulajdonságait, illetőleg csökkenti az acél



50a. ábra.

A kettős hólyagkoszorú elhelyezkedése a tuskó töretein.

szívósságát, képlékenységet, nyújthatóságát. A gáztalanító pótlék tehát, — amellet, hogy gáztalanít —, az acéltuskó anyagának legértékesebb tulajdonságaiban tesz kárt. Így például a külön pótlékkal gáztalanított leglágyabb Martin-acél hideg képlékenysége annyira csökken, hogy edényszerűség céljaira rendesen nem is alkalmas többé. Helyesen állapítja meg Mars, hogy a gáztalanító pótlékok használata éppen azért marad korlátolt, mert alkalmazásukkal kapcsolatban olyan anyagoknak feloldódásával kell számolnunk, amelyek az acél minősége szempontjából nem mindig kívánatosak.¹⁾

Célszerűbb tehát, ha az acéltuskó anyagának gáztalanítása érdekében olyan módokhoz nyúlunk, amelyek vagy pótlék nélkül hatnak, vagy olyan anyagokkal dolgoznak, amelyek nem változtatják meg (számbavehetően) az acél

¹⁾ Dr. G. Mars, Die Spezialstähle, II. kiadás 634. old.

összetételét, illetőleg fizikai tulajdonságait. Ha a betét anyagai jóminőségűek és főleg nem nagyon rozsdásak, akkor a kellő gáztalanítás egyszerűen azzal biztosítható, hogy a dekarbonizált, illetőleg lágyanyagú, acélfürdőt — jócskán túlhevítve — hosszabb ideig nyugodtan hevertetjük a kemencében. A túlhevített, igen hígán folyó acéltömegből az elnyelt gázzárványok könnyűszerrel léphetnek, illetőleg lépnek ki. Az 51. ábrán ilyen módszerrel gáztalanított acéltuskó függőleges metszete látható.

Oberhoffer olyan módot is említ,¹⁾ amellyel az acéltuskó kerületi gázhólyagjait legalább a tuskó belseje felé lehet visszaszorítani. Ez a módszer abban áll, hogy a tuskó anyagába — öntés közben — rozsdá- és zsírmentes acélforgácsot dobnak be. A tuskó hólyagmentes kérge — ilyen módon — háromszor olyan vastaggá tehető, mint amilyen közönséges tuskóöntés mellett szokott lenni.

Az acél kovácsolhatósága, forrasztathatósága és edzhetősége.

A kovácsolhatóság az acélnek az a — legértékesebb — tulajdonsága, amelynél fogva valamely acéltárgy alakját meleg megmunkálás keretében úgy változtathatjuk meg, hogy anyagának folytonosságában akkor sem áll be megszakítás, ha a kérdéses acéltárgy alakjának megváltozása nagymértékű, mélyreható.

Az acél melegben való alakíthatóságának karbonhatára mindig bizonytalan volt. Ezt világosan bizonyítja az a tény, hogy amíg például Ledebur klasszikus könyvének (Handbuch der Eisenhüttenkunde) 1903. évi kiadása még 2'6%-ban adja meg a kovácsolhatóság felső karbonhatárát, addig ma már szinte általános érvénnyel az 1'7%-os karbontartalmat tekintik a kovácsolhatóság határának. A lefolyt harminc esztendő időközben közbeeső C-tartalmakat is emlegettek kovácsolhatósági határ gyanánt; így Brisker 1907-ben²⁾ 2'2%-ot, Osann pedig 1921-ben³⁾ 2'0%-ot állapít meg. A kovácsolhatóság karbonhatárát tehát az idők folyamán a tapasztalat és a Fe—C-ötövö-

¹⁾ P. Oberhofer, Das technische Eisen, II. kiadás 327. old.

²⁾ Brisker, Einführung in das Studium der Eisenhüttenkunde, 1907.

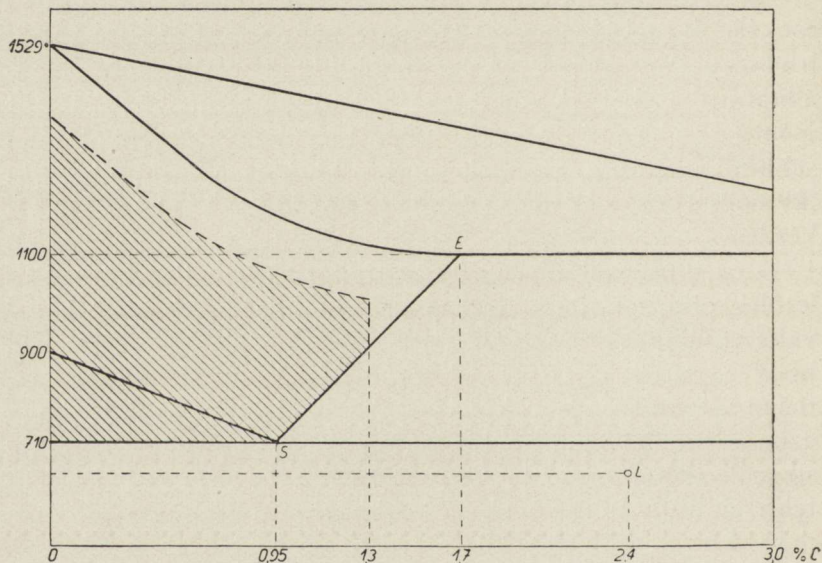
³⁾ Osann, Lehrbuch der Eisenhüttenkunde, II. Bd. 1921.

zetek alaposabb ismerete jelentékenyen le szállította. Az acél meleg állapotban való képlékenysége mértéke azonban a valóságban 17% karbontartalom mellett is annyira elenyésző, sőt bizonyos meleg megmunkálási módokra nézve (például hengerlésre) gyakorlatilag fel sem használható úgy, hogy az 17%-os karbonhatárnak sincsen általános, vagy éppen gyakorlati jelentősége.

Kétségtelen, hogy az acél meleg állapotban mutatkozó csekély képlékenysége még nem jelent kovácsolhatóságot és hogy valami rendkívüli óvatossággal megállapított csekély kovácsolhatóság viszont még nem jelent hengerelhetőséget. Ezen képlékenységi fokok élesebb elhatárolása már csak azért is kívánatos, mert elhatárolás nélkül az acél meleg képlékenysége határa (tehát a kérdéses karbonhatár is) mindig bizonytalan marad. Bár az 17%-os kovácsolhatósági karbonhatárt a vegyileg kötött, illetőleg oldott karbon maximális mennyiségének mértékével való egybeesése látszólag támogatja, mégis tagadhatatlan, hogy egyrészt az 17%-os határon jóval alul se tudunk biztosan és rendszeresen kovácsolni, másrészt tény az is, hogy ezen karbonhatáron felül is történtek már bizonyos mértékig sikerült alakváltozások. Így például Ledebur mondja fentebb említett könyvének 712. oldalán, hogy: „Eine von mir untersuchte Eisenprobe mit 24% Kohlenstoff, welche nur eine geringe Menge von Fremdkörper enthielt, war in dunkler Rotglut schmiedbar, ertrug aber keine Erhitzung auf höhere Temperaturen.“

Ledebur szavahihetősége megtámadhatatlan és így kétségtelennek kell tartanunk, hogy a 24% karbontartalmú (de egyébként csaknem teljesen tiszta) „acél” is elbír még bizonyos csekély mértékű képlékeny alakítást. Mindenesetre meg kell azonban jegyeznünk, hogy ez a kísérlet nem tekinthető meleg kovácsolási műveletnek, minthogy a vas sötétvörös izzása 650° C-nak felel meg és így a Ledebur által vázolt eset már hideg megmunkálás volt. Ha körülbelül 500°-nyi tévedésről esetleg szó is lehetne, bizonyos, hogy a Ledebur-féle kísérlet a kérdéses vasnak legmélyebb kritikus pontja alatt, az eutektoidvonal hőfoka alatt történt, tehát meleg kovácsolásnak semmiképen sem tekinthető.

Ami már most a kovácsolhatóság és a hengerelhetőség határait illeti, meg kell állapítanunk, hogy a kovácsolt acélárak legnagyobb karbontartalma általában 1'3—1'4%, a hengereltéké pedig körülbelül 0'9% szokott lenni. A hengerelt áruk teljes keménységi statisztikái¹⁾ és üzemi tapasztalataink azt bizonyítják, hogy 1'0%-nál nagyobb karbontartalmú acélokat csak némileg is körülménye-



54. ábra.

A Fe-C-ötvözetek állapotábrája a gyakorlati kovácsolhatóság területével.

sebb szelvényalakra kihengerelni nem lehet. Bizonyos tehát, hogy 1'0% karbonon felül az acél meleg képlékenységének már csak korlátozottabb alakjával van dolgunk. Ez a korlátozottabb képlékenység alkalmas lehet a legegyszerűbb négyszögszelvények kikovácsolására, de nem elegendő bármilyen szelvény kihengerlésére. Az 1'0%-os karbontartalom tehát nevezetes és fontos határ a képlékenység mértéke tekintetében. A képlékenységnek ezt a lényeges változását csakis a szövetség megváltozása okozhatja, vagyis az a körülmény, hogy a kereken 1% karbontartalomig

¹⁾ Hütte, Taschenbuch für Eisenhüttenleute. IV. kiadás és Osann, Lehrbuch der Eisenhüttenkunde. 1922.

teljesen cementmentes szövzet helyébe 1% karbontartalomra túl a szövzetbe a cementit is belép. A másodlagos kiválású cementit tehát (nagy karbontartalmával és a Mohs-féle VI. keménységi foknak megfelelő nagy keménységével) igen erélyes akadályozója a kovácsolhatóságnak. A merev anyagú cementithálózat egészen úgy szakítja meg a képlékeny alapanyag folytonosságát, mint a grafit a szürke nyersvas anyagát, vagy az első kiválású cementit a fehér nyersvasét. Éppen ezért csökkenti már igen kevés cementit is lényegesen az acél kovácsolhatóságát és megszünteti az acél rendszeres hengerelhetőségét.

Ha a szövetelemeknek részesedési arányait nézzük,¹⁾ szintén azt a meggyőződést kell szereznünk, hogy csakis a szövetelemek arányának az 1'0%-os karbontartalom túllépésével történt lényeges megváltozása okozza a technológiai tulajdonságoknak, tehát a kovácsolhatóságnak megváltozását is és nincs semmi különös ok arra, hogy a kovácsolhatóság gyakorlati határát 1'7%-nál keressük. A gyakorlati tények mind azt bizonyítják, hogy a képlékenységi határozottabb foka — a hengerelhetőség — az 1%-os karbontartalomnál ér véget és innentől kezdve a karbontartalom növekedésével együtt csökken, de nem az elméletileg megállapított 1% karbonnál szűnik meg, hanem az 1% karbontartalom túllépése után fokozatosan enyészik el. Egyébként teljesen tiszta acél az 1'7% karbontartalomra túl is mutatja még a képlékenységi nyomait, kevésbé tiszta pedig már 1'7% alatt se mutatkozik képlékenynek. Mindebből azt kell következtetnünk, hogy az 1'7%-os karbonhatár csak a szilárd oldatban tartható karbonmennyiség felső határértékét jelenti, az acél képlékenysége az 1'7%-os karbonhatár azonban semmiféle közvetlen vonatkozásban nincsen. Sokkal fontosabb és határozottabb határértéke a képlékenységnak a 0'95—1'00%-os karbontartalom, vagyis az a karbonhatár, ameddig a cementit a szövetelemek között semmiféle hőfokon sem jelenhetik meg.

Hogy eme megállapításaink csakugyan helyesek, azt első-

1) G. Mars, Die Spezialstähle, II. kiadás, 211. oldal ábrája.

sorban és legnyomatékosabban Oberhoffernek, a breslauer műegyetem volt tanárának világhírű könyve¹⁾ bizonyítja, amelyben a meleg állapotban való alakítás fogalmának meghatározásakor a következőket állapítja meg: „Das Wesentliche an der Warmbearbeitung ist, dass nicht wie bei der Kaltverarbeitung die Zerfallprodukte der festen Lösung, Ferrit, bezw. Zementit und Perlit, sondern die feste Lösung selbst betroffen wird“ (magyar értelmezésben: „A meleg megmunkálásnak az a veleje, hogy itt nem a szövzet bomlástermékeit, hanem magát a szilárd oldatot éri a megmunkálás hatása”). Minthogy pedig a Fe—C-ötvözetek állapotábrájában (54. ábra) a szilárd oldat területének jobboldali határa meredek ferde vonal (ES), kétségtelen, hogy az 1'0 és 1'7% közé eső karbontartalmú acéloknál sohasem lehetünk biztosak abban a tekintetben, vajjon a rövidebb-hosszabb kovácsolási művelet alatt az acél hőmérséklete nem süllyed-e a meredek ferde vonal hőfokpontjai alá. Mert, ha ez bekövetkezik, akkor a szilárd oldat szövete felbomlik s az eladdig képlékeny szövetelemek között a bomlásnak kemény, merev szövetelemterméke, a cementit is megjelenik és az acél képlékenységi fokát azonnal leszállítja. Mindez azt a megállapításunkat is igazolja, hogy a kovácsolhatóság teljes biztonságát és teljes mértékét csak kerekén 1% karbontartalomig találhatjuk meg, mert ez a karbontartalomnak az a legmagasabb határa, ameddig az acél szöveteletében a cementitnek nyomai sem mutatkozhatnak, akármilyen mélyre száll is le a megmunkálás alatt álló acéltárgy hőmérséklete.

Ha bizonyos acéltárgyak kovácsolását néha az ES-vonal alatt mégis folytatjuk, úgy az vagy azért történik, mert a kovácsolást mindenképen be kell fejeznünk (ebben az esetben persze vállalnunk kell a szakadozásoknak és a hideg megmunkálás következtében fellépő veszélyes feszültségeknek kockázatát), vagy pedig azért, mert a kovácsolás kisebb hőfokon való folytatását különleges céljaink kívánják. Ilyen különleges cél például a damaszki acélpengék ismert mintázatának biztosítása. A damaszki pengék rajzainak

¹⁾ Oberhoffer, Das technische Eisen, II. kiadás 1925. 400. oldal.

világos foltjait ugyanis éppen a savas maratásnak is ellenálló cementitfoltok, illetőleg a kovácsolás által összeroncsolt cementithálók alkotják. Itt tehát egyenesen szükség van arra, hogy a kovácsolást a cementit megjelenése után is folytassuk.¹⁾

Ezen az alapon a kovácsolhatóság gyakorlati területét az 54. ábrán látható állapotdiagramban megközelítőleg úgy ábrázolhatjuk, hogy ezt a területet fent a solidusvonallal párhuzamos, de körülbelül 150° -kal mélyebben fekvő vonal, jobbról pedig olyan függélyes határolja, amelynek hossza körülbelül 100° -nak felel meg. Balról a tiszta fémvas vonala, alul pedig az eutektoid vonal a határ. A gyakorlati meleg megmunkálás ugyanis rendszerint a merevedési pontnál 150° -kal mélyebben fekvő hőfokon szokott kezdődni és a legegyszerűbb kovácsolási munka elvégzése is legalább 100° -nyi lehűléssel szokott járni. A kiindulás alapja az, hogy a meleg megmunkálás alatt szövetbomlás, vagyis cementitkiválás ne állhasson be. Az ábrán (L-betűvel) a Ledebur-féle képlékenységi kísérlet helye is meg van jelölve.

Végeredményben tehát megállapíthatjuk, hogy:

1. A rendes és rendszeres hengerelhetőség felső C-határa 0.95% , vagyis a cementitmentes acélstruktúra felső határa.

2. 1% karbontartalmon túl csak korlátozott meleg képlékenységgel van dolgunk, amely viszont nem szűnik meg 17% -nál sem, hanem (igen csekély mértékben) jóval fölötte is megtalálható.

3. Az állapotábra gyakorlati kovácsolhatósági területe körülbelül 1.30% -os felső karbonhatárt mutat. Az ennél karbondúsabb acélok nem rendelkeznek többé a képlékenynek nevezhető acélok határozott tulajdonságaival és ezért legcélszerűbb azokat átmeneti acélnak (a nyersvasba átmenő acélnak) tekinteni. Ez az elnevezés már csak azért is találó, mert az 1.3% -nál karbondúsabb „acél”, éppen bizonytalan tulajdonságai miatt — általában — nem önálló vasgyártási termék, hanem csak merítési próbák anyagában találkozunk vele az acélgyártás folyamán, tehát a nyersvasnak acéllá való átalakulása alatt.

¹⁾ Lásd K. Harnecker, Beitrag zur Frage des Damaszenerstahls, „Stahl und Eisen“ 1924. évf. 1410. old.

A német irodalom az átmeneti acélt „Halbstahl“-nak nevezi. Az átmeneti acél felső karbonhatára a kutatók leg többjének (Ledebur, Oberhoffer, Osann) véleménye szerint körülbelül 2'50%. Ez a határ persze távolról sem olyan fontos, mint amilyen fontosak a hengerelhetőség és a gyakorlati kovácsolásnak fentebb említett felső karbonhatárai.¹⁾

Az acél forrasztthatósága lehetővé teszi, hogy két erősen izzított acéldarabot, vagy egyazon acéldarab két részét — nyomással, ütéssel — úgy egyesítsünk, hogy az acél kristályainak, részecskéinek adhéziója a forrasztás helyén (a varratban) is akkora legyen, mint az acéldarab egyéb részeiben. A gyakorlati életben akkor is sikerültnek tekintik a forrasztást, ha a varrat anyagának húzószilárdsága eléri a kérdéses acélrúd egyéb részei húzószilárdságának 75—80%-át. A forrasztott rúd anyagának teljes húzószilárdságát a varrat húzószilárdsága még a legóvatosabb forrasztási művelet esetén is csak igen ritkán érheti el, minthogy a bőséges levegő hozzájárulása mellett és igen nagy hőmérsékleten végbemenő forrasztási művelet során a varrat anyagába kisebb mennyiségű oxid, vagy salak majdnem mindig bejut. Az acél annál jobban és könnyebben forrasztható, minél kevesebb kísérő elemet tartalmaz és minél kisebb az oxidképződés az acél forrasztandó felületein. Minthogy pedig a nagy hőmérsékleten izzó acélrúd felületén oxidálódó, eléggé állandó kísérő elemek (C, Mn, Si) sokkal állékonyabb, stabilisabb oxidokat alkotnak, mint amilyenek a Fe oxidjai, kétségtelen, hogy a kísérő elemekben legszegényebb acél, illetőleg maga a tiszta vas, forrad legjobban. A vas és az oxigén vegyi rokonsága ugyanis sokkal kisebb, mint az acél állandó kísérő elemeinek és az oxigénnek vegyi rokonsága.

A kísérő elemekben egyébként szegény karbonacélfajták csak körülbelül 0'5% C-tartalomig forrasztthatók. Ha azonban az acél anyagában számottevő Si, S és P van, akkor a karbonacél esetleg 0'1% C-tartalom esetében is alkalmatlanná válhatik a forrasztásra.

¹⁾ E. Cotel, Die Grenze der Warmbildsamkeit des Stahles, Zeitschrift f. d. Berg-, Hütten- u. Salinenwesen, 73. köt. 1925, továbbá E. Cotel, Limite de la malléabilité a chaud de l'acier, Revue univ. d. mines, Bruxelles 1926. évf. 1. sz.

Czakó Miklós — vizsgálatait alapján — három csoportba sorozza a forrasztás varratminőségeit.¹⁾ Az első csoport varratai (ilyenek rendesen az egyazon anyagból forrasztott tárgyak varratai) alig észrevehetőek. A második csoport varratai jól észrevehetőek ugyan, de a varrat anyagának szövete fokozatos változással megy át a rúd eredeti anyagának szövetébe. A harmadik csoportba azok a varratok tartoznak, amelyek szabad szemmel könnyen észrevehetőek és anyagszövetük is éles elhatárolással csatlakozik a rúd eredeti anyagszövetéhez.

Minthogy a nagy hőmérsékletre hevített forrasztandó acéltárgy felületi oxidációja igen gyors, kétségtelen, hogy a forrasztandó felületeken az acélanyag C-tartalma mindig számbavehetően fogyni fog. A közönséges forrasztások varratanyaga tehát ennél az oknál fogva sem lehet teljesen azonos a rúd egyéb részeinek eredeti anyagával. Ha okunk van arra, hogy a varrat anyagának karbontartalmát lehetőleg eredeti nagyságában tartsuk meg, akkor az acél izzásban lévő forrasztandó felületeire redukáló természetű anyagot (bórszenet, vérlúgsót) szórunk. Ha viszont nem vetünk súlyt a varrat karbontartalmának változására, ellenben annál inkább a forradás bensőségére és a varrat hibátlanságára, akkor a forrasztandó felületekre olyan anyagokat szórunk, amelyek a felületen képződő oxidokat feloldják, illetőleg ezekkel hígban folyó salakot alkotnak. A feloldott oxidok, illetőleg a képződött salak híg folyása a feltétele annak, hogy a nyomás, vagy ütés hatására ezek a fertőzmények könnyen, biztosan kifleccsenjenek az alakulóban levő varratból. Az egészen lágy acélok forrasztásához használt ilyen anyag a közönséges finomszemű kvarchomok; a keményebb acélok forrasztásához boraxot, kősót, szalmiákot, hamuzsirt szoktak használni.

Az újabb évtizedek az acélok forrasztása terén a villamos és az autogénforrasztásnak is nagy szerepet juttattak. (Szokás lett — a közönséges, nyomással vagy ütéssel dolgozó, kovácsoló és sajtoló forrasztással szemben — ezeket az újabb forrasztómódszereket hegesztésnek, villamos- és autogénhegesztésnek nevezni.)

¹⁾ Czakó Miklós, Schweissung legierter Stähle, St. u. E. 1919. évf. 1360. old.

Ezeknek az újabb forrasztó, illetőleg hegesztő műveleteknek egész más a természete, mint a kovácsoló, vagy sajtoló forrasztásoknak. Amíg ugyanis a kovácsoló és sajtoló forrasztásnál ütéssel, nyomással biztosítjuk a nagyhőmérsékletű acél anyagrészcskéinek varratbeli kellő mértékű adhézióját, addig a villamos- és az autogénhegesztés eszköze a varratot alkotó részek felületi megolvasztása (a német irodalom ezért nevezi a közönséges kovácsforrasztást *Pressschweissung*-nak, a villamos-, a thermit- és az autogénhegesztést pedig *Schmelzschweissung*-nak).

A felületi megolvasztással dolgozó hegesztéseknek, különösen pedig a villamos ívfényhegesztésnek rendkívüli előnye, hogy velük úgyszólván minden acélfajta hegeszthető, minthogy az — egyébként itt is igen erőteljes — oxidációnak előnytelen befolyása olvasztó-hegesztés esetében nem érvényesülhet. Az ömlesztő hegesztést — ismételjük: elsősorban az ívfényhegesztést — törött acéltárgyak javítására, vasúti vágányzatok sínszálainak összehegesztésére és egész vasszerkezetek kötésére szokták használni. Néhány nagy budapesti bérház acélváza tisztán ívfényhegesztésű részekből áll és 1935-ben egy Győr melletti közúti Rába-híd egész vasszerkezete ívfényhegesztéssel készült, a szegecs-kötés teljes mellőzésével.¹⁾

Az acél edzhetősége ugyancsak értékes tulajdonság, és abban áll, hogy a kellő hőfokra hevített és utána gyorsan lehűtött acél eredeti (természetes) keménysége és szilárdsága jelentékeny mértékben megnövelhető. (A keménység, illetőleg a szilárdság növekedésével persze együtt jár a nyújthatóság, a szívósság mértékének megfelelő csökkenése.) Az edzésnek izzítással és hirtelen lehűtéssel kapcsolatos művelete a gyakorlatban olyan megoldást nyert, hogy az edzendő acéltárgyat (rudat, szerszámot, gépalkatrészt) átkristályosodásának hőmérsékletét meghaladó hőfokra melegítik, majd hirtelenül annyira lehűtik, hogy átkristályosodás ne állhasson be, illetőleg, hogy az edzett acél anyaga azt a kristályszövetet legyen kénytelen megtartani, amelyet a megelőző izzítás legnagyobb hőmérsékletén felvett. Minthogy az előbb mondottak értelmében az edzés

¹⁾ V. ö. E. Cotel, Elektrische Schmelzschweissungen, „Mitteilungen“, Sopron, 5. kötet, 1930.

alatt álló acélrúd izzításának hőfoka valamivel meg kell, hogy haladja az állapotábra GSK-vonalának (l. az 54. ábrát) hőmérsékletét, kétségtelen, hogy a természetes keménységi állapotukban rendszeren ferrites és karbidos szövetű acélok edzés után a szilárd oldat szövetét fogják felvenni. Ez a szövet a szilárd oldat nagy hőmérsékletén Austenit, az edzett acél szövetében pedig Martensit nevet visel. Ez utóbbi az előbbinek olyan változata, amelynek főleg a sokkal nagyobb keménység a jellemzője a fizikai tulajdonságok különbsége tekintetében.

Az acél edzhetősége annál nagyobb, minél nagyobb a C-tartalma. A lágyabb acéloknak az edzés révén beálló keménységnövekedése azonban oly ritkán és olyan csekély mértékben hasznosítható, hogy Oberhoffer joggal állapíthatta meg, hogy bár a karbonacélok edzhetősége tulajdonképpen csak 0,3%-nál több korbont tartalmazó acélok edzésénél jár határozott gyakorlati előnnyel, azt mégsem lehetne állítani, hogy a 0,3%-nál kevesebb korbont tartalmazó acélok nem edzhetők.¹⁾

Itt kell megemlítenünk, hogy az acél keményítése, természetes keménységének növelése más módokon is lehetséges. A keménységnövelésnek ezek a módjai, amelyeket a magyar műszaki irodalom nem szokott edzésnek (hideg edzésnek) nevezni, a tűzi úton történő felületi keményítés és a hidegalakítással kapcsolatos keménységnövelés.

A felületi keményítés tűzi útja abban áll, hogy a keményítendő acéltárgyat olyan anyagba ágyazva izzítjuk, amelyből az acél felületi rétegei korbont, vagy nitrogént vesznek fel. Az előbbi mód a cementálás, az utóbbi pedig a nitrálás. A cementálás régóta ismert és gyakorolt keményítési módszer, míg a nitrálás rendszeres gyakorlata alig egy-két évtizedes. A nitrálásnak nagy előnye, hogy felületi keményítő hatása nagyobb és egyenletesebb, mint a cementálásé, valamint, hogy a nitrált acéltárgyak nem vete-mednek, nem torzulnak, miért is a nitrálás készre megmunkált finom acéltárgyak keményítésére is igen alkalmas.

¹⁾ P. Oberhoffer, Das technische Eisen, II. kiadás, 457. old.

A Martin-acél szilárdsága, keménysége és koptató ellenállása.

A karbonacélok C-tartalmának hatása az acél húzószilárdságában, illetőleg keménységében nyilvánul meg. Minél nagyobb az acél C-tartalma, annál nagyobb a húzószilárdsága és a keménysége is. Az acél képlékenysége, szívóssága viszont annál kisebb, minél nagyobb a közönséges Martin-acél karbontartalma.

Bár a karbonacélok C-tartalma és húzószilárdsága, illetőleg keménysége között szabályos és határozott összefüggés van, a várható húzószilárdság előzetes megállapítására mégsem igen alkalmas azoknak a képleteknek a használata, amelyek a C-tartalmon kívül egyéb kísérő elemek hatásának számszerű összefüggéseire vannak alapítva. Legcélszerűbb, ha minden Martin-acélmű a saját adatgyűjteménye alapján következtet különböző C-tartalmú acéljainak húzószilárdságára. Egyazon acélműben ugyanis az acél változó C-tartalma mellett a Si- és a Mn-tartalom is mindig bizonyos állandó határok között mozog, illetőleg állandó arány szerint változik. Így szerző a korompai bázikus Martin-acélműben több ezer acéladag elemzési és szilárdsági eredményeinek szembeállítására útján győződött meg a helyi adatgyűjtés előnyeiről és nagy jelentőségéről. A világháború elején 600 bázikus Martin-adag elemzési és szilárdsági adatai alapján az 55. ábrán látható grafikont állította össze, amelyet a több mint négy évig tartó háborúban — és utána — a Martin-mű minden karbonacélja tökéletesen igazolt.

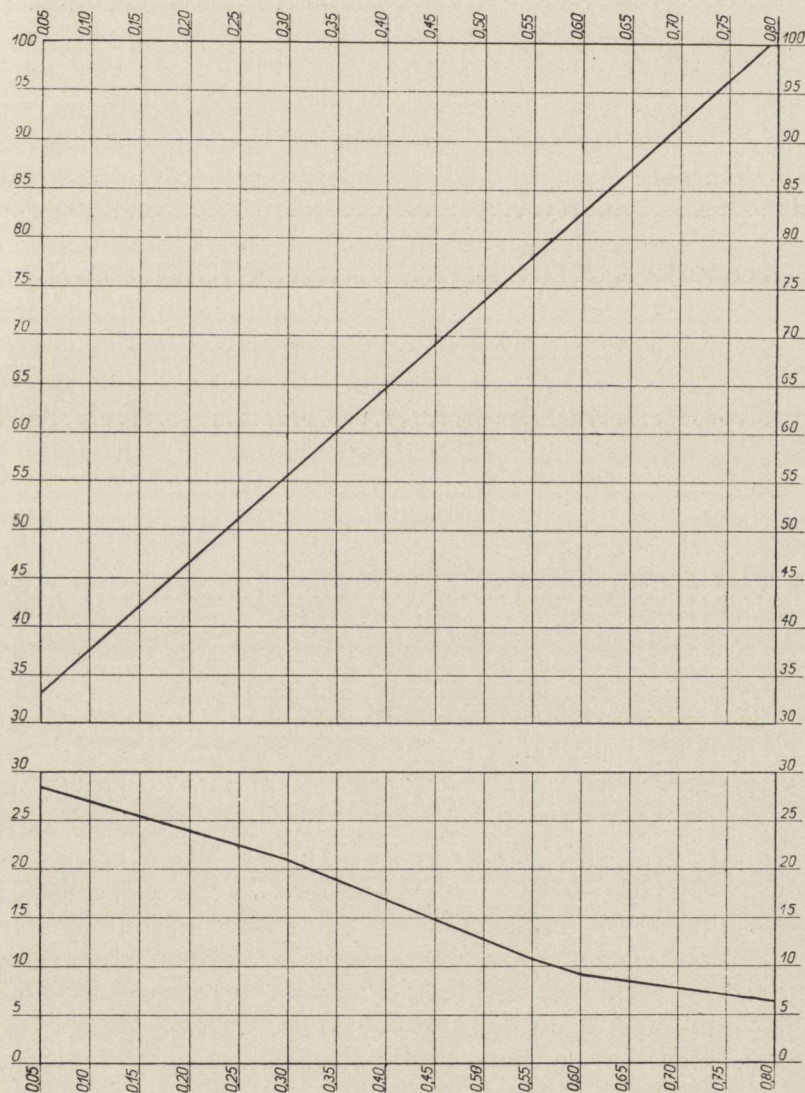
Ehhez a szilárdsági ábrához mindenesetre meg kell jegyeznünk a következőket. A grafikon alapjául szolgált szakítópróbák mind nyers (nem lágyított) hengerelt rudakból vettek, amelyek — kihengerlés után — a hengermű fedett hűtőpadján beavatkozás nélkül hűltek le. Valamennyi próba anyagában 0,3% Cu-tartalom is volt. Ez a Cu-tartalom a magyarázata annak, hogy grafikonunk valamivel nagyobb szilárdsági értékeket ad, mint a „Hütte“ (Taschenbuch für Eisenhüttenleute) idevágó táblázata, de viszont kisebbeket, mint O s a n n szilárdsági grafikonja.¹⁾

Osann grafikonjának szilárdsági vonalát valószínűleg a

¹⁾ B. O s a n n, Lehrbuch d. Eisenhüttenkunde, 2. rész, II. kiad. 778. old.

próbáknak aránylag magasabb Mn-tartalma tette meredekebbé.

Minthogy edzéssel és hideg megmunkálással — mint láttuk — az acél húzószilárdságát és keménységét jelentékenyen növelhetjük, kilagyítással, izzítással, szóval megfelelő



55. ábra.

Martin-acélok C-tartalmának és szilárdsági értékeinek összefüggése.

hőkezeléssel pedig jelentékenyen csökkenthetjük, azt is mondhatjuk, hogy az acélnak nincs állandó szilárdsága és keménysége, hanem csak — a hőkezelésnek és megmunkálásnak megfelelő — szilárdsági és keménységi állapot a. A szilárdság és a keménység fokát ugyanis az acél szövete dönti el, ezt viszont a hőkezelés és a megmunkálás szabályozza.

A Martin-acél koptatószilárdsága. Újabban, különösen a vasútüzemi sínkopással kapcsolatban, nagyobb jelentőségre tett szert az acélok koptatószilárdságának kérdése. Minthogy a kopás folyamatának lényege még nincs teljesen tisztázva, és a koptatószilárdság mértékegysége sincs megállapítva, az eddig forgalomba került koptatógépek (Amsler, Robin, Spindel, Suzuki) kísérleti eredményeit a tudomány semmiképen sem tekintheti megbízhatóknak. Minthogy a vasútüzemi sínkopás rendkívül bonyolult és minden egyes pályán más-más igénybevételi feltételek között lejátszódó folyamatát laboratóriumi kísérletekkel hűen utánozni alig lehetne, előbbi megállapításunk helytállásához kétség nem férhet.

Szerző a fentebb felsorolt koptatógépek módszereitől egészen eltérő, viszont az általános elvi szempontokkal minden tekintetben számotvető tartós laboratóriumi kísérlettel igyekezett elősegíteni a kopás kérdésének tisztázását. Munkájáról, amelyet a Széchenyi Tudományos Társaság támogatásával végzett, az „Anyagvizsgálók Közlönye” 1934. évi 7—8. füzetében számolt be,¹⁾ és eredményei a következőkben foglalhatók össze:

1. A 0,4—0,9% karbontartalmú ötvözetlen acélok kopásának növekedése egyenesen arányos a csökkenő karbontartalommal.

2. Ugyanilyen a viszony a kopás és a keménység, illetőleg a kopás és a húzószilárdság között is. Itt azonban már csak a vas-karbon ötvözetek állapotábrája GOSE-vonalának megfelelő, tehát egységes alapú hőkezelés keménységi állapotára áll meg ez a tétel.

3. Az 1. és 2. alattiakból következik, hogy — mindig

¹⁾ Németül a „Mitteilungen d. berg- u. hüttenmännischen Abt. d. Josef-Universität” 1934. évi kötetében, franciául pedig a „Revue de Métallurgie” 1935. évi kötetének 137—144. oldalain jelent meg.

csak karbonacélokról szólunk — a kopás várható mértékének megítélésében egyedül biztos alap csakis a karbontartalom nagysága lehet.

4. Minthogy pedig a karbontartalom gyors és egészen szabatos meghatározására klasszikus tökéletességű módszerek állnak rendelkezésünkre, kétségtelen, hogy az ötvözetlen sínacél várható vasútüzemi kopásának előzetes megítéléséhez koptató módszerre nincsen szükség.

5. Ha a vasútüzemben az ötvözetlen karbonacélsín lehető legkisebb kopása a legfőbb cél, akkor a tiszta perlitesszövetű legközelebb álló anyagú karbonacél felel meg ennek a célnak legjobban.

6. A hegyi és sűrűn kanyarulatós pályarészek sínei nem annyira koptatásnak, hanem sokkal inkább megmunkálásnak vannak kitéve, miéttis az ilyen pályarészekben az ötvözetlen karbonacélsín kopásának mértéke sohasem lehet kielégítő, helyesebben sohasem lehet versenyképes a megfelelően ötvözött anyagú sínek sokkal kisebb mértékű kopásával.

7. Minthogy a 0.4% és a 0.8—0.9% karbontartalmú sínacélok kopása között mindössze 17% a különbség, azért a síkvidéki, jobbára vízszintes és egyenesvonalú pályákon — a singyártási előnyökre való tekintettel — célszerűbb a karbontartalommal az alsó karbonhatár közelében maradni. Ezt kétségtelenül igazolják a M. Á. V. nagyforgalmú alföldi pályáiba 37 évvel ezelőtt beépített acélsín kopásának egészen kicsiny értékszámai.

8. Megállapítható, hogy a sínek vasútüzemi igénybevételéből — főleg az emelkedő és a kanyarulatós pályaszakaszokon — sokkal nagyobb rész jut a mechanikai megmunkálásra, mint a tulajdonképeni koptatás műveletére.

Ezeket az eredményeket a III. Nemzetközi Sínértekezlet 1935. szeptemberében Budapesten tartott tárgyalásai is megerősítették. Így Szeless László kísérletei alapján megállapította, hogy a karbonacél síneknél nincs feltétlenül szükség előzetes kopásvizsgálatra. Összehasonlító kísérletei azt is igazolták, hogy Spindel koptatógépe tulajdonképen a megmunkálhatóságnak és nem a kopásnak mér-

tékét adja.¹⁾ Walzel R. ugyancsak kísérletek alapján jutott arra az eredményre, hogy a koptatógép eredménye nem szolgáltat biztos alapot a várható kopás megítélése tekintetében.²⁾ Roš M. pedig világosan kimondja, hogy a kopás vizsgálati módszereinek mai állása mellett szó sem lehet arról, hogy hivatalos anyagátvétel céljaira számszerű mértékegységet találhassunk.³⁾

Legújabbán H. Meyer, a németországi vaskohómérnökök egyesülete kopásvizsgáló bizottságának elnöke állapította meg, hogy a koptató ellenállás mértéke az acélnek nem jellemző tulajdonsága, minthogy a kopás mértéke a koptatás módjától függ. Meyer is megállapítja, hogy a ma forgalomban lévő koptatógépek egyike sem alkalmas a várható kopás nagyságának előzetes meghatározására.⁴⁾

¹⁾ ²⁾ ³⁾ III. Internationale Schienentagung Budapest 1935. Szeless idevágó megállapításai a 91. oldalon, Walzeléi a 242—243. oldalon, Roš megállapításai pedig a 247. oldalon találhatók.

⁴⁾ H. Meyer, Die Bestimmung des Abnutzungswiderstandes als Aufgabe der Werkstoffprüfung, Archiv f. d. Eisenhüttenwesen 1936. évf. 10. sz. 501. és 507. old.

A felhasznált irodalom.

(A zárójelben álló számok ennek a könyvnek oldalszámait jelentik.)

- Bansen H.: Abmessungen u. Leistungen der S.-M.-Öfen, St. u. E. 1925. évf. 489. old. (74.)
- Bardenheuer P.: Untersuchungen über den metallurgischen Verlauf des basischen S.-M.-Verfahrens, Mitteilungen aus d. K.-W.-Inst., f. E. 1935. évf. 133. old. (59.)
- Beck L.: Geschichte des Eisens. 5. kötet. (6., 7.)
- Bleibtreu H.: Kohlenstaubfeuerungen, Springer-Verlag Berlin, 1930. (32.)
- Bleibtreu H.: Bau amerikanischer Martin-Werke, St. u. E. 1933. 120. (76.)
- Brisker C.: Einführung in das Studium der Eisenhüttenkunde, 1907. (164.)
- Bronn I.: Verringerung des im Generatorgas enthaltenen Schwefels, St. u. E. 1926. évf. 78. old. (24.)
- Bulle G.: Der Stahlwerksbetrieb in Amerika, Stahlwerksber. Nr. 90. (65., 81.)
- Bulle G.: Verbrennungsregler für S.-M.-Öfen, St. u. E. 1926. évf. 1524. old. (142.)
- Cotel E.: A nyersvasgyártás alapelvei, Sopron 1933. (1, 150.)
- Cotel E.: Le développement probable du profil des hauts fourneaux, Revue de Métallurgie, Paris 1936. évf. 253. old. (21.)
- Cotel E.: Der Bau von S.-M.-Öfen, Feuerfest, Leipzig 1927. évf. (73.)
- Cotel E.: Abmessungen der Martin-Öfen, St. u. E. 1925. évf. 1357. old. (74., 82.)
- Cotel E.: A vas jelentősége az emberiség haladásának szempontjából, Term. Tud. Közlöny, 1924. évf. okt. (145.)
- Cotel E.: Die Grenze der Warmbildsamkeit des Stahles, Zeitschr. f. d. Berg- u. Hüttenwesen, 1925. évf. 73. kötet. (170.)
- Cotel E.: Elektrische Schmelzschweissungen, Mitteilungen, Sopron 1930. (172.)
- Cotel E.: Az acél kopásának kérdése, Anyagvizsgálók Közlönye, 1934. évi 7—8. füzetében. (176.)
- Czakó M.: Schweissung legierter Stähle, St. u. E. 1919. évf. 1360. old. (171.)
- Daeves K.: Die Witterungsbeständigkeit gekupferten Stahles, St. u. E. 1926. évf. 1857. old. (45.)
- Dichmann C.: Der basische Herdofenprozess, 2. kiad. (6, 72.)

- Diepschlag E.: Der Hochofen, Spamer-Verlag, Leipzig 1932. (35.)
- Donner G.: Versuche mit Pressgasbeheizung von Martin-Öfen, St. u. E. 1923. évf. 558. old. (20.)
- Goerens P.: Einführung in die Metallographie, Knapp-Verlag, 1932. évf. VI. kiadás. (151.)
- Göbel O.: Ergebnisse mit Martin-Öfen Bauart Terni, St. u. E. 1935. évf. 882. old. (20.)
- Harnecker K.: Beitrag zur Frage des Damaszenerstahls, St. u. E. 1924. évf., 1410. old. (169.)
- Heger, Sonntag u. Leineweber: Erfahrungen mit neuartigen hochfeuerfesten Steinen, St. u. E. 1935. évf. 265. old. (91.)
- Heiligenstaedt W.: Wärmetechnische Rechnungen für Bau und Betrieb von Öfen, Düsseldorf 1935. (73.)
- Heiligenstaedt W.: Regeneratoren, Rekuperatoren, Winderhitzer, Leipzig, Spamer-Verlag 1931. (80.)
- Herzog E.: Der Temperaturverlauf in den Kammern, St. u. E. 1928. évf. 8. old. (110.)
- Hirsch H.: Die Eigenschaften der Magnezitsteine, Arch. f. d. Eisenhüttenw., 1927. évf. 439. old. (91.)
- Johannsen O.: Geschichte des Eisens, Düsseldorf 1924. (3.)
- Keller W.: Der Einfluss des Zinns, St. u. E. 1929. évf. 138. old. (37.)
- King F. A.: Die wirtschaftliche Grösse der Martin-Öfen, Min. Metallurgy 1928. évf. 550. old., illetőleg St. u. E. 1929. évf. 158. old. (78.)
- Klinger P.: Die magnetische Schnellbestimmung des Kohlenstoffs, Arch. f. d. Eisenhüttenwesen, 1929. évf. 347. old. (54.)
- Küppers H.: Die Rückphosphorung bei Verwendung saurer Torkretierung, St. u. E. 1927. évf. 1142. old. (116.)
- Ledebur A.: Handbuch der Eisenhüttenkunde, 1903. (165.)
- Litinsky L.: Schamotte und Silika, Spamer-Verlag, Leipzig 1925. (90., 92., 104.)
- Lubojatzky E.: Berechnung von S.-M.-Öfen, Feuerfest, Leipzig 1928. évf. 2. sz. (73.)
- Lubojatzky E.: Bewertung von Brennern, Mont. Rundschau, Wien, 1930. évf. 27. old. (73.)
- Mars G.: Die Spezialstähle, Enke-Verlag, II. kiadás, 1922. (163, 167.)
- Meyer H.: Die Bestimmung des Abnutzungswiderstandes als Aufgabe der Werkstoffprüfung, Archiv f. d. Eisenhüttenwesen, 1936. évf. 10. sz. (178.)
- Mitteilungen aus dem Kaiser-Wilhelm-Institut für Eisenforschung. (128.)
- Moll H.: Der Moll-Kopf für S.-M.-Öfen, St. u. E. 1924. évf. 193. old. (16.)
- Monden H.: Beitrag zur Metallurgie des basischen Verfahrens, St. u. E. 1923. évf. 745. old. (37.)
- Müller G.: Martin-Öfen Bauart Lackner, St. u. E. 1929. évf. 79. old. (18.)
- Nahoczky A.: Wärmetechnik und Wärmewirtschaft im S.-M.-Betrieb, Mitteilungen, Sopron, 1929. évf. (138.)
- Oberhoffer P.: Das technische Eisen, Springer-Verlag, II. kiadás. (164., 168., 173.)

- Osann B.: Lehrbuch der Eisenhüttenkunde, II. kiadás. (36, 164, 166.)
- Pavloff M.: Abmessungen von Hoch- und Martin-Öfen, Leipzig 1928. (74, 83.)
- Pavloff M.: Die Abmessungen von Martin-Öfen nach Erfahrungswerten, St. u. E. 1911. évf. 1183. old. (83.)
- Petersen O.: Zum heutigen Stand des Herdfrischverfahrens, St. u. E. 1910. évf. 1. old. (74.)
- Reichert I. W.: Die Weltgewinnung an Eisen und Stahl, St. u. E. 1926. évf. 65. old. (144.)
- Royen u. Ammermann: Verfahren zum Nachweis von Schwefel in Stahlschliffen, St. u. E. 1927. évf. 631. old. (156.)
- Salmang H.: Untersuchungen über die Verschlackung feuerfester Stoffe, St. u. E. 1927. évf. 1816. old. (93.)
- Schenck H.: Physikalische Chemie der Eisenhüttenprozesse, Berlin 1934. (43, 51.)
- Schenck H.: Schnellbestimmung des im flüssigen Stahl gelösten FeO, St. u. E. 1933. évf. 1049. old. (56.)
- Schivetz F.: Zur Frage der Verwendung von Stahlkokillen statt Graugussformen, St. u. E. 1922. évf. 1897. old. (127.)
- Schleicher S.: Untersuchungen über die Wirtschaftlichkeit verschiedener Frischmittel, St. u. E. 1929. évf. 458. old. (38.)
- Schmitz F.: Vergleichende Untersuchungen von basischen und saurem Stahl, St. u. E. 1923. évf. 1536. old. (33.)
- Schönert K.: Die Wärmeausdehnung von feuerfesten Baustoffen, Arch. f. d. Eisenhüttenwesen, 1927. évf. 379. old. (93.)
- Sothen B.: Betriebsergebnisse deutscher Martin-Öfen, St. u. E. 1936. évf. 351. old. (74.)
- Schuster W.: Abhitzeanlage der Hütte Donawitz, Mont. Rundschau, 1926. évf. 263. old. (140.)
- Schwarz C.: Die Strahlungsverluste eines Martin-Ofens, Stahlwerksbericht 104. sz. (137.)
- Schweitzer O.: Erfahrungen mit dem Auskleiden von Stahlgiesspfannen, St. u. E. 1927. 998. old. (116.)
- Stahl und Eisen, Düsseldorf. (11., 16., 27., 36., 68., 94., 102., 104., 115.)
- Statistisches Jahrbuch für die Eisen- und Stahlindustrie, 1935. és 1936. Verlag Stahleisen, Düsseldorf. (144., 145.)
- Taschenbuch für Eisenhüttenleute („Eisenhütte“), IV. kiadás. (35., 104., 166.)
- Thaler H.: Das Kühnsche Regeneratorsystem, Feuerungstechnik, 1928. évf. 123. old. (134.)
- Trinks W.: Industrieöfen, Berlin 1931. II. köt. (73.)
- Verein deutscher Eisenhüttenleute acélműbizottságának jelentései. (23., 24., 28., 32., 82.)
- Wesemann F.: Zusammenhänge zwischen der Kopfbauart, Leistung und Frischwirkung von Martin-Öfen, St. u. E. 1935. évf. 1008. old. (8.)

Név- és tárgymutató.

Acélkokillák 127, 128.
 acél szilárdsága 174—176.
 „ törésfelülete 146, 151, 163.
 „ szövetei 146—151.
 acéltermelés statisztikája 143—145.
 acélüst 115.
 adagmenet 42.
 adagszám 116.
 adagtartam 14, 25, 31.
 adagvezetés 48.
 átmeneti acélok 169.

Bansen H. 75, 76, 81.
 Bardenheuer P. 58.
 Batho-kamrák 110, 123.
 Baumann-lenyomat 154.
 berakás 50.
 beolvadás 51.
 berakógép 125.
 Bernhardt-féle tűzfej 11.
 Bertrand-Thiel 63.
 befejező művelet 48, 55.
 Bassemmer-acél 2, 143.
 betétanyagok 34.
 Bosshardt kemencéje 69.
 Bottenberg W. 128.
 Brisker C. 164.
 Brinell-próba 53, 156.
 Bronn I. 23.
 Bulle G. 29, 138, 142.

Carbometer 54.
 cementálás 173.
 csapolás 60.
 Csepel 30.
 Czakó M. 171.
 Czenstochowa 69.

Dekarbonizálás sebessége 56.
 Demag-szelep 112, 115.
 dendrites kristályosodás 147.
 Dichmann C. 71, 72.
 Diepschlag E. 35.
 dolomit 89.
 Donner G. 20.
 döngölés 98.
 duplex-eljárás 64.

Edénylemezanyag 46, 55.
 edzhetőség 1, 164, 172.
 Egler-toló 30.
 előfrissítés 61.
 előkamrák 28.
 Enlund 53.

Falméreték 80.
 felöntés 161.
 felületi keményítés 173.
 Ferjentsik M. 69.
 fogyási üregek 147, 157, 158.
 folyópát 44.
 forraszthatóság 164, 170.
 Forter-szelep 112, 113.
 főzőszakasz 50.
 Friedrich 9.
 fürdőmélység 76.
 füstcsatorna 87.
 füstgázkazán 139.

Gázcsatornák 84, 85, 86.
 gáztalanítás 57, 58, 162.
 gázvezeték 118.
 gázzárványok 57, 158, 161.
 Georgsmarienhütte 14.

Heiligenstaedt W. 80.
 hengerelhetőség 165.
 Herasymenko P. 56.
 Hessenbruch W. 128.
 Hoesch 15, 65.
 hőforgalom 140—142.
 hőmérleg 133—138.
 hősugárzás 73.
 hűtött rézkokillák 128.

Jung A. 23.

Kamrák 80, 101.
 Keller W. 37.
 kemence Al-fogyasztása 57, 59.
 „ belső ellenállása 12, 13
 „ boltozata 80.
 „ építése 89, 94—112.
 „ fajlagos termelése 36, 75
 „ felfűtése 48.

- kemence ferromangánfogyasztása 36, 57, 58, 59.
 „ ferroszilikiumfogyasztása 57, 58, 59.
 „ hatásfoka 138.
 „ hőmérséklete 49, 50
 „ hűtése 19, 108.
 „ karbantartása 114, 116.
 „ páncélozása 108—110
 „ tűzállóanyagfogyasztása 15, 28, 116.
 „ tűzelőanyagfogyasztása 15, 18, 24, 78, 118.
 keménység 1, 174—176.
 kémény 86, 87.
 kéntelenítés 60, 61.
 keverőkemence 60—63.
 keverősalak 62.
 kokillák 127.
 kopás 176—178.
 koptató ellenállás 174—178.
 Korompa 59, 61, 127.
 kovácsolhatóság 1, 53, 164, 165, 166.
 Königshütte 11.
 Kühn-féle kamrák 134.
 Lackner kemencéje 18, 20.
 lángjárás 8, 12, 86.
 Ledebur A. 164, 169.
 levegőcsatornák 84, 85, 86.
 Lovere 18.
 Maerz kemencéje 12, 20, 78.
 magnésidon 14, 91, 108.
 magnezit 91—94.
 magnezit-dobógép 115.
 Mars G. 53, 163.
 Mars-féle C-meghatározás 53.
 meritőpróbák 46, 53, 54.
 Meyer H. 178.
 Moll kemencéje 15, 20, 76, 102.
 Monell 66.
 munkatér 75, 76, 77.
 Müller G. 18.
 Nemesítő szakasz 2.
 nitrálás 173.
 nyelvfal 11.
 nyersolajtüzelés 30, 31.
 nyersvasbeöntés 50.
 nyersvasüst 125.
 Oberhoffer P. 164, 168, 173.
 ócskavastér 119, 129.
 olajtüzelés 30, 31.
 olvasztóhatás 16.
 Osann B. 24, 36, 75, 164.
 Özd 69 122.
 önköltségek 131.
 öntőcsarnok 119.
 öntőgödör 126.
 öntőlap 126.
 öntőüst 115, 125.
 ötvözetek kiválása 153, 161.
 Pavloff 83.
 Petersen O. 75.
 Phelps M. 105.
 Pondelik G. 56.
 P-dús salak 43, 64.
 P-dúsulás (az acéltan) 154.
 Quigley-féle kamrák 101.
 Rácstéglák 105, 106.
 rács térfogat 83.
 Radenthein 31.
 Radex 14, 31, 91, 108.
 Rasselstein 16.
 reakcióképesség 35.
 revepótlék 37, 62.
 revésedés 8, 40.
 Rockwell-keménység 53.
 Roß M. 178.
 Royen—Ammermann-lenyomat 156.
 Salakfazék 126.
 salakkamra 84, 101, 107.
 salakképzők 37.
 salakösszetétel 46, 71.
 salakpróbák 46.
 salakzóna 114.
 Salmang H. 93.
 samott 91—94.
 Schenck H. 55, 56.
 Schivetz F. 127.
 Schönert K. 93.
 Schweitzer O. 28.
 Schwartz C. 137.
 S-dúsulás 156.
 Siemens-tűzfej 8, 86.
 Sireuil 5.
 Surzycki 66.
 szállópor 104.
 szénportüzelés 32.
 szilika 90—94.
 szigetelés 104.
 Talbot-eljárás 66, 138.
 teleptervek 117—129.
 Terni-acélművek 18.
 „ tűzfej 19.
 Toldt F. 73.
 Torkret-eljárás 115.
 Trinks W. 29.
 tuskóminta 127.
 tükrövspótlék 54, 57, 60.
 tűzálló habarcs 94, 95.
 tűzálló téglák 90—94.
 tűzfej hűtése 19.

Üstkagyló 125.
üstkocsi 126.
üstdugó 125.

Vágányzat 124.
váltószelep 87, 88, 110—112.
vasveszteség 4.
vizhűtés 9, 14.

vörösrézkokillák 128.
vöröstörés 24, 44, 62.

Walzel R. 178.
Weirton Steel Comp. 78.

Ziegler A. 24.
zsemlyekő 106.



Sajtóhibák.

A 156. oldalon felülről a 15. sorban *kénszulfid* helyett *ezüstszulfid* olvasandó.

A 167. oldalon alulról a 17. sorban az *első 1%* helyébe *1.7%* teendő.

