

stal metodą Bessemera. Do nich zaliczamy również arsen, nie dający się w żaden sposób oddzielić i siarkę, oddzielaną za pomocą manganu. Szkodliwym jest również kwas tytanowy, znajdujący się w znacznych ilościach w rudach australijskich, gdyż zwiększa on temperaturę topiania.

Do domieszek pożytecznych należy w pierwszym rzędzie mangan, który może być użyty do odsiarczania rudy lub do wyrobu stali specjalnych. Z tego ostatniego względu za pożyteczne domieszki uważamy również wolfram, molibden i chrom. Fosfor staje się domieszką pożyteczną, o ile zawartość jego w rudzie jest taka, że wytopiony surowiec zawiera ponad 1,5 % fosforu, gdyż wówczas może być przerabiany na stal metodą Thomasa, dając żuźle o znacznej zawartości fosforu, używane w rolnictwie.

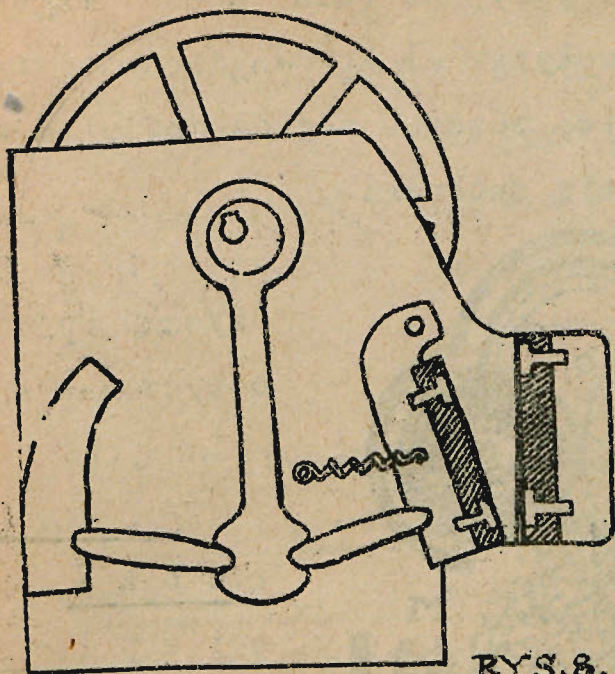
VIII. PRZYGOTOWANIE RUDY DO PRZERÓBK I NA SUROWIEC

1/ Przeróbka mechaniczna

Dla ułatwienia przetapiania ruda musi być pokruszona na kawałki i dokładnie oczyszczona.

Może to być uskuteczniane za pomocą młota ręcz-

nego lub łamacza Blake'a /rys.8/ o następującej



konstrukcji: mimo-
śród osadzony na
osi, poruszanej
przez maszynę pare-
wą, podnosi i opusz-
cza drąg, który przy
pomocy dwóch innych
drągów porusza szczę-
kę, rozbijającą rudę
sypaną między obie
szczęki: ruchomą i

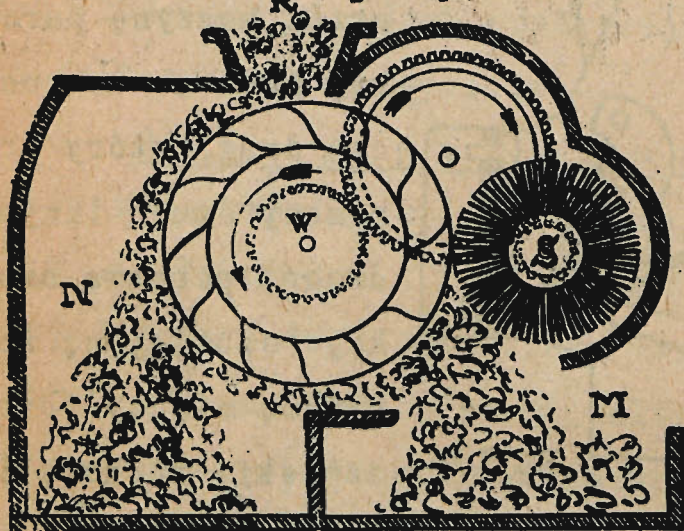
RYS.8.

nieruchomą. Łamacz Blake'a, dając 200 uderzeń na mi-
nutę, kruszy w ciągu 1 godziny 2 tonny rudy, przy
zużyciu siły 1 konia mechanicznego.

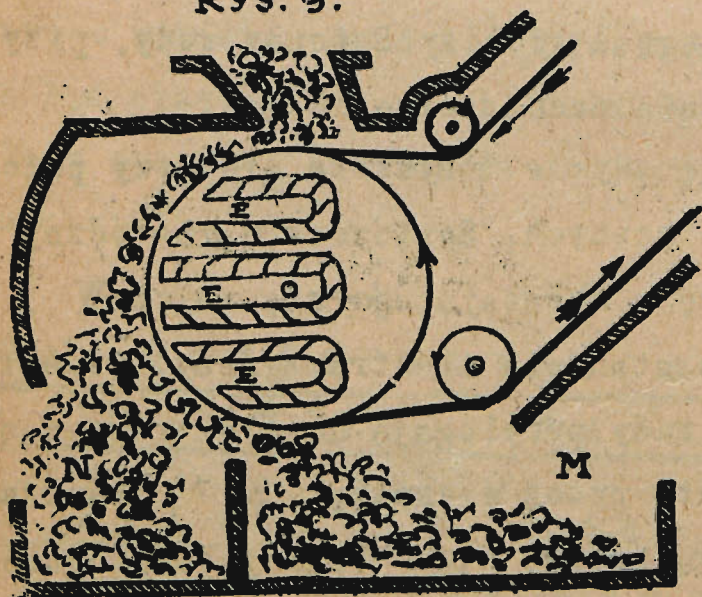
Pokruszoną rudę zwykle oczyszcza się przy pomocy
sortowników magnetycznych. Sortownik magnetyczny
/rys.9/ składa się z obracającego się walca W, któ-
rego powierzchnię stanowią elektromagnesy. Części
magnetyczne M rudy przylegają do elektromagnesów
i zostają zgarnięte przez szczotkę S, wówczas
gdy części niemagnetyczne N spadają swobodnie.

W innym sortowniku /rys.10/ elektromagnesy E
znajdują się pod szterckim stale ruchomym pasem bez

konca, na który jest sypana ruda. Części magnetyczne rudy **M** pod wpływem elektromagnesów zostają zatrzymane na pasie, wówczas gdy części niemagnetyczne **N** opadają swobodnie.



RYS. 9.



RYS. 10

Są to powszechnie używane sposoby oczyszczania rud żelaznych.

2/ Przetwa-

robka

cieplna

Otrzymywanie żelaza

surowego z rud

przez redukowanie

ich, dokonywane

jest w piecach

wielkich; produkt

otrzymywany w tych

piecach nazywamy

surowcem.

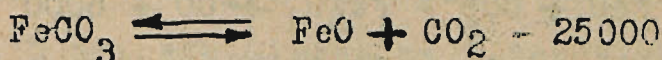
Rudy żelazne przed wytapianiem

z nich surowca pod

dawane bywają pra

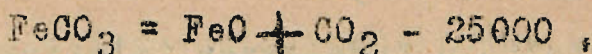
żeniu w piecach rusztowych.

Poddając prażeniu rudę zwaną żelaziakiem szpatowym /szpatem żelaznym/ FeCO_3 obserwujemy znaczne wydzielanie się CO_2 , co jest rzeczą ważną dla wielkiego pieca. Reakcja wówczas przebiega według wzoru

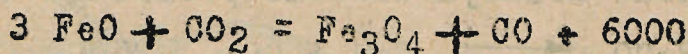


Reakcja powyższa jest odwracalną. Kierunek jej można przewidzieć według prawa Le Chatelier'a /prawo przekory/: każdy układ, pozostający w równowadze chemicznej, ulega, skutkiem zmiany jednego z czynników równowagi, przemianie w tym sensie, że, gdyby ta przemiana nastąpiła sama, spowodowałaby ona zmianę przeciwną danego czynnika. Dawniej kierowano się w wywodach naukowych, dotyczących takich przypadków prawem Berthelota /prawo największej pracy/, które twierdziło, że przy reakcji bez współudziału energii obcej tworzy się ten sam związek, który wydzielą więcej ciepła. Prawo to jest słuszne z zastrzeżeniami, że pod pojęciem ciepła należy rozumieć tylko ilości ciepła, które są potrzebne dla wytworzenia związku, a nie dla zmian fizycznych /np. stanu skupienia/.

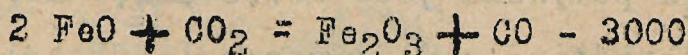
Przy prażeniu FeCO_3 reakcja przebiega początkowo według wzoru



następnie zaś, o ile prażenie odbywać się będzie bez dostępu powietrza, może zachodzić reakcja według wzoru:

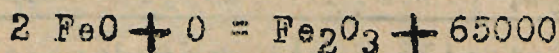


nigdy natomiast nie zajdzie reakcja:



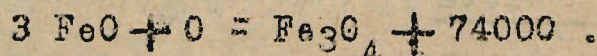
wytwarzać się więc może tylko Fe_3O_4 .

O ile prażenie nadal będzie się odbywać w atmosferze utleniającej, to może zachodzić reakcja:



/32500 kalorii na 1 część Fe/.

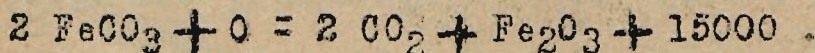
Nigdy natomiast reakcja nie przebiega według wzoru:



/24700 kalorii na 1 część Fe/.

wytwarzać się więc może tylko Fe_2O_3 .

Ostatecznie więc podczas prażenia FeCO_3 przy dostępie powietrza, reakcja przebiega według wzoru.



Wytwarza się przytem ciepło w ilości około 65 kalorii na 1 kg. Fe, co wystarczyłoby do ogrzania żelaza do temperatury wysokości $+400^\circ$, tak iż reakcja rozpoczęta produkowałaby ilość ciepła potrzebną do jej samoistnego przebiegu.

W praktyce jednak ciepło wytworzone zużywane jest nie tylko w celu ogrzewania żelaza, lecz znaczna część jego zużywa się na ogrzewanie domieszek i wyrównanie strat cieplnych pieca. Zazwyczaj przy prażeniu rud zużywa się dość nieznacznych ilości opału. W piecach Gjerse na 1 tonnę rudy przypada około 40 kg. węgla kamiennego. W piecach ogrzewanych gazem na 1 tonnę rudy przypada około 300 m³ gazu. /Używane są w tym celu produkty gazowe wielkopieczowe, doprowadzane specjalnymi kanałami, gdyż, jeżelibyśmy chcieli brać do ogrzewania gaz generatorowy, to dla wytworzenia ilości tegoż, niezbędnej do wyprażenia rudy żelaznej w ilości 1 tonny, zużyłoby około 60 kg. węgla kamiennego/.

We francuskich piecach Towarzystwa Belgijskiego zużycie opału na 1 tonnę rudy zostało ograniczone do 7,5 kg. Piece te są mniejsze od pieców Gjerse'a, przy zwiększaniu wymiarów pieców zwiększało się również zużycie opału. Jest to bardzo rzadki objaw, gdy zwiększenie skali produkcji powoduje zwiększenie kosztów tejże.

Przy prażeniu Fe_2O_3 w atmosferze CO_2 nie zachodzi żadna reakcja; przy prażeniu zaś w atmosferze utleniającej otrzymuje się ostatecznie Fe_2O_3 .

3/ Ż u ż l e i t o p n i k i . Jak już było poprzednio zaznaczone rudy posiadają znaczny procent domieszek, które mogą być usunięte w czasie przygotowawczej przeróbki cieplnej drogą tworzenia t.zw. żużli.

Zdarzają się rudy o zawartości takich domieszek, które dają łatwotopliwy żużel.

Zwykle jednak dla otrzymania łatwotopliwego żużla trzeba dodawać najrozmaitszych substancji.

Gdy w rudzie jest nadmiar CaO, wówczas należy dodać SiO₂. Najczęściej zdarza się, że ruda zawiera SiO₂ w nadmiernej ilości, wówczas należy dodać dolomitu /CaCO₃.MgCO₃/ lub kamienia wapiennego /CaCO₃/, który jest tańszy znacznie od dolomitu.

Ponieważ głównymi składnikami żużla są SiO₂, CaO i Al₂O₃ należy rozpatrzyć bliżej stopień topliwości tych trzech związków, które mogą również łączyć się ze sobą chemicznie /np. AlHSiO₄/.

Zależność temperatury topienia od ilości trzech składników wyżej wymienionych przedstawia się za pomocą wykresu przestrzennego /wykonanego jako model, przedstawionego na rysunku, lub za pomocą izoterm/. Za podstawę bierze się trójkąt równoboczny, który ma tę własność, że suma najkrótszych odległości dowolnego jego punktu wewnętrznego od boków jest równa wy-

sokości trójkąta.

Łatwo tego dowieść, dzieląc trójkąt **ABC** na trzy trójkąty **AOB**, **BOC** i **COA**, oraz rozpatrując sumę ich pól równą polu całego trójkąta **ABC** /rys. 11/.

Wtedy

$$O_q + O_p + O_m = BH$$

rys. 11.

O ile przyjąć, że odcinek **BH** przedstawi 100 % jakiejś substancji /stopu/, to odcinki **O_q**, **O_p** i **O_m** przedstawiają, proporcjonalną do swej długości, ilość procentową składników; odpowiednio **O_q** - składnika **C**, **O_p** - składnika **B**, **O_m** - składnika **A**.

Widać bezpośrednio z rysunku, że o ile punkt **O** znajdzie się na boku **BC**, to odcinek **O_m = 0** zatem i składnika **A** jest w stopie 0 % - mamy więc stop podwójny składników **B** i **C**. O ile punkt

O znajdzie się w wierzchołku trójkąta, np. w punkcie **B**, to odcinki **O_m** i **O_q** są równe 0; składników tych nie ma wcale, a zatem odcinek **O_p = BH**, co wskazuje na obecność 100 % składnika **B**.

Widać więc, że ścianami wykresu topliwości trzech

składników są wykresy stopów dwóch składników, a zależność topliwości potrójnego stopu od zawartości procentowej jego składników, wyraża powierzchnia, przecinająca ściany właśnie według linii liquidus a stopów podwójnych.

Podane są tu ściany wykresów podwójnych stopów dla SiO_2 , CaO i Al_2O_3 (rys.12^a)

Wykres SiO_2 i Al_2O_3 był już podany przy opisie materiałów ogniotrwałych, ale tu ważniejszemi są części niższe tego wykresu, a nie wyższe, jak w poprzednim wypadku.

Na modelu widać, że topliwość obniża się znacznie po dodaniu Al_2O_3 do składu entektycznego SiO_2 i CaO /63 % SiO_2 /.

Jednak tak znaczne obniżenie temperatury topnienia żużli nie jest możliwe.

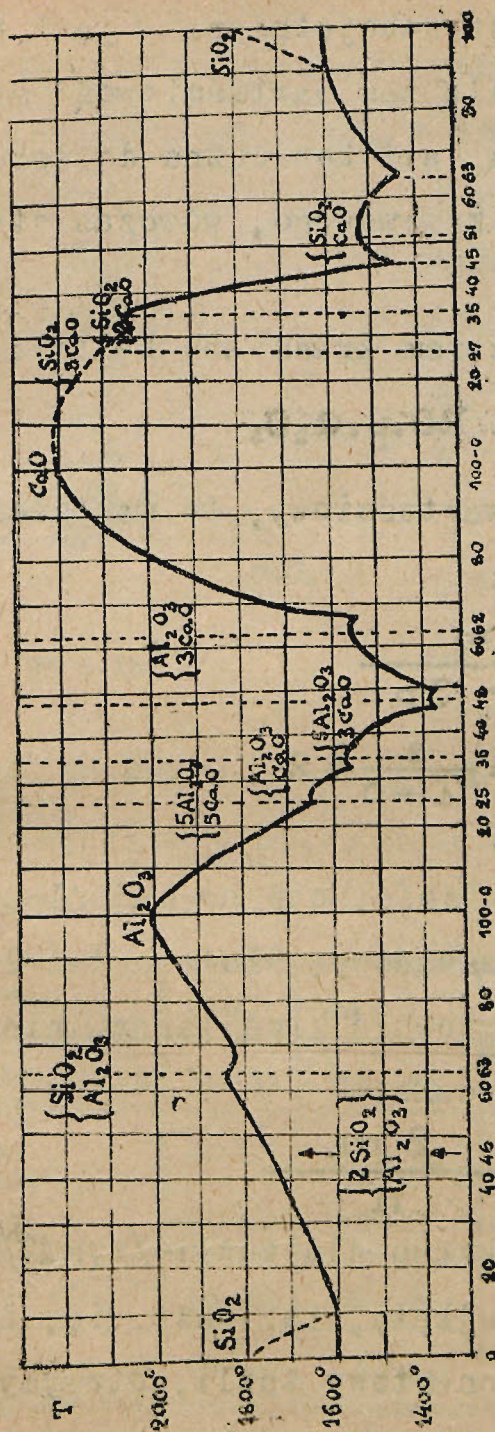
Żużel nie powinien topić się wcześniej, zanim dopełni się całkowita redukcja żelaza, bo FeO mógłby się roztopić w żużlu.

Żużle powinny nie tylko odtleniać, ale i odsiarczać rudy. Muszą być zatem również żużle zasadowe.

Wogóle żużle można rozpatrywać, jako sole kwasu krzemowego H_4SiO_4 ; $\text{SiO}_2 + 2 \text{H}_2\text{O} = \text{H}_4\text{SiO}_4$ /.

Mogą one być jednokrzemianami - jeśli wszystkie

ŚCIANY MODELU PRZESTRZENNEGO.



III
CaO - SiO₂

II
Al₂O₃ - CaO

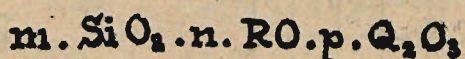
I
SiO₂ - Al₂O₃

SiO₂ przy temperaturze 1800° - trydymit (I i II).
CaO przy temperaturze wyżej 2250° - części niepełna (III).

RYS. 12.

cztery wodory są zastąpione przez metal; o ile tylko połowa wodorów jest zobojętniona - jest to wówczas dwukrzemian; o ile zaś wartościowość metali jest dwa razy większa, niż konieczna do zobojętnienia cząsteczki kwasu krzemowego, wówczas otrzymujemy półkrzemiany.

Jeśli ogólnym wzorem krzemianu będzie:



gdzie R metal dwuwartościowy, to wartościowość W krzemianu wyrazi się:

$$W = \frac{2m}{n + 3p}$$

np. dla SiO_2 CaO: $W = \frac{2}{1 + 0} = 2$, a zatem otrzymamy dwukrzemian.

Może zachodzić trudność, czy uważać Al_2O_3 za tlenek kwasowy, czy zasadowy, dlatego też lepiej jest określać wartościowość krzemianów, nie biorąc pod uwagę Al_2O_3 , wówczas:

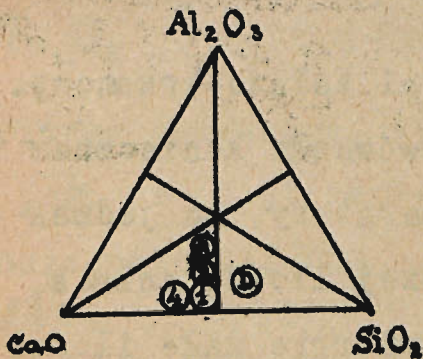
$$W = \frac{2m}{n}$$

O ile podstawę wykresu dla żużli /rys 12^b/ podzielić środkowemi na trójkąty, to okaże się, że punkty, określające skład procentowy żużli, otrzymywanych przy przeróbce rudy, leżą w trójkątach przyległych

do boku CaO i SiO_2 .

Przytem żużle, otrzymywane przy stosowaniu węgla kamiennego, leżą w trójkącie bliższym CaO

i rozłożone są według szkicu: 1 - żużle przy surowcu białym; 2 - szarym; 3 - dla żelazo-krzemu; 4 - dla żelazo-manganu.



rys. 12^b

W trójkącie bliższym SiO_2 leżą żużle otrzymywane przy stosowaniu węgla drzewnego.

Poniżej zamieszczona tabelka podaje ilościowy skład żużli wielkiego pieca oraz domieszek /zasady/ w procentach:

SUROWIEC	SiO_2	Al_2O_3	CaO;MgO	MnO	FeO	CaS
ŻELAZO KRZEMOWE	28-33	27-24	45-48	ŚLADY	ŚLADY	5-8
SZARY	30-35	25-10	45-55	0-5	0,2-1,4	2-8
BIAŁY	30-40	20-5	50-60	1-13	0,5-3	1-5
SZPIGIEL	28-32	12-5	60-65	5-15	0-1	2-5
ŻELAZO MANGANOWE	25-30	15-5	60-70	8-15	0-1	2-5

Zaznaczyć należy, że ^{w otrzymanym żużlu} pożądaną jest jaknajwiększa zawartość CaS oraz jaknajmniejsza FeO i MnO .

Surowcowi samemu odpowiada najłatwiej topliwy żużel; pozostaje w nim największa ilość żelaza, którego nie zdołano odtlenić.

Najmniej żelaza zawiera żużel żelazo-krzemowy. Jeżeli jest on trudnotopliwy, wówczas koniecznem jest znaczne podwyższenie temperatury, co jednak daje możność odtleniania większej ilości żelaza, tak, że w żużlu pozostają niezmiernie małe ilości tegoż, natomiast wzrasta zawartość manganu.

Dla surowca szarego natomiast, ^{odpowiadają} trudnotopliwe zasadowe żużle, zawierające znaczne ilości siarczku wapna CaS .

O innych własnościach żużli będziemy mówili przy bilansie wielkiego pieca.

Obecnie wskażemy tylko ogólną zasadę: ciepło właściwe żużli ustalamy dla pewnych składów i zestawiamy wyniki w tablice.

Uwzględniając wpływ temperatury otrzymamy następujące wartości:

SiO_2	$0,1833 + 0,000077t$
CaO	$0,1715 + 0,000070t$
Al_2O_3	$0,2081 + 0,000088t$
Fe_2O_3	$0,1456 + 0,000188t$

Biorąc pod uwagę, że punkt topienia żużli bli-
ski jest przeciętnie 1400°C . możemy korzystać z
uproszczonych liczb:

SiO_2	0,237	Al_2O_3	0,270
CaO	0,220	Fe_2O_3	0,272

W przeciwnym wypadku /dla SiO_2 / można brać dla
wszystkich składów wielkość jednakową 0,23.

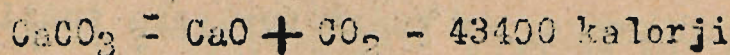
Wahania i różnice w liczbach należy tłumaczyć
tem, że przy otrzymywaniu żużli szklistych i kwas-
nych musi zachodzić krystalizacja.

Gdy ostatnia nie zachodzi, otrzymane ciała
ciekłe w temperaturze zwykłej stają się nadzwyczaj
lepkiemi i zdają się być ciałami stałemi. Według
tej teorii szkło jest takim ciałem ciekłym, nadz-
wyczaj lepkiem. Gdy zachodzi krystalizacja, następu-
je sproszkowanie i wówczas możemy przyjąć, że wy-

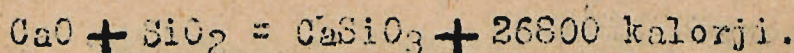
starczającą ścisłością 100 kalorji.

Co do procesów chemicznych to w czasie tworzenia żużli przebiegają najrozmaitsze reakcje, o nich jednak wiele nie jest nam wiadomo.

Znany reakcję, która daje nadmiar CaCO_3 , rozkładając się na:



a czyste CaO łączy się z SiO_2 według wzoru:



Mamy tu różnicę - 16600 kalorji ciepła, które będą pochłonięte.

Równania powyższe i ilości kalorji wchodzące w grę nie są jednak dokładne, podawane są jednak przez wielu różnych autorów prac z zakresu metalurgji i hutnictwa.

IX. SUROWCE.

Surowiec jest to stop żelaza z węglem i licznymi domieszkami, któreni zazwyczaj są: mangan, krzem, fosfor i siarka.

Dla czystego surowca krzywa topienia ma kształt podany na rys.13. (Str.79).

W miarę dodawania węgla obniżamy punkt topienia