

ruda redukuje się i żelazo wchodzi w skład surowca.

Zawartość MnO w żużlu wzrasta, jak również zawartość procentowa P_2O_5 jednak w znacznie wolniejszym tempie.

W procesie tym reakcje odbywają się szybko, żużel pieni się, tak że może być z pieca usuwany w postaci piany; aby unormować i ustalić przebieg procesu stosujemy proces mieszany przez dodawanie niewielkich ilości skrapu.

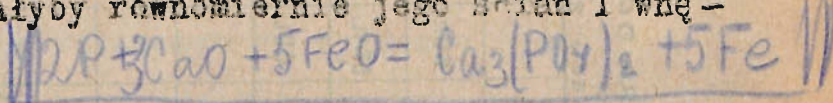
XVII. BUDOWA PIECA MARTENOWSKIEGO.

Część pieca, w której znajduje się ciekły surowiec i żużel, nazywa się trzonem. Objętość jego wynosi do 30 tonn w Europie i do 75 tonn w piecach amerykańskich.

Objętość jego nie może być większą, gdyż ogrzewane gazy, wdmuchiwane do zbyt wielkiego pieca nie ogrzałyby równomiernie jego ścian i wnętrza.

Objętość trzona obliczamy zazwyczaj licząc około $0,2 \text{ m}^3$ na tonnę surowca /dla pieców kwas-
nych $1,7 \text{ mtr.}^3$, dla zasadowych $0,22 \text{ mtr.}^3/$

Długość pieca jest 2,5 do 3 razy większa niż jego szerokość.



W piecu kwaśnym trzon jest wyłożony cegłą krzemionkową lub dynasową, w zasadowym cegłą dolomitową lub magnezjową, pokrytą zaprawą z dolomitu i smoły pogázowej około 25 cm. grubości.

Sklepienie pieca zawsze bywa z cegły krzemionkowej, która pod działaniem gazów zupełnie nie traci na swej odporności na temperaturę, ale całkowicie ją zachowuje jak również i temperaturę topnienia.

W cegle ze sklepienia po pewnym czasie używania odróżnić można trzy warstwy/Rys.59/



naturalna

brązowa

szara

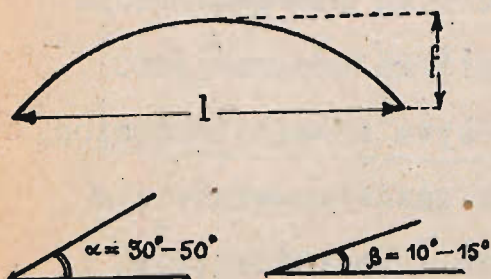
Zewnętrzną, która pozostaje bez zmiany, środkową o barwie brązowej, i wewnętrzną o barwie szarej.

Ostatnia z nich jest najlepszą.

Cały wynalazek Martina polega głównie na zastosowaniu cegły krzemionkowej do sklepienia, gdzie każda inna cegła szybko by ulegała zużyciu.

Wysokość sklepienia wynosi zwykle 0,1 rzepiętości $f=0,1$ l/. /Rys.60./

Przez głowicę pieca przechodzą kanały: górny dla powietrza, a dolne dla gazów. Dla lepszego mieszania gazów z powietrzem, kanał górny ma większe pochylenie niż dolny (rys. 60).

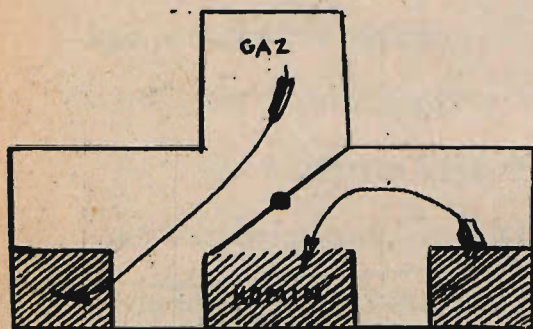


rys. 60.

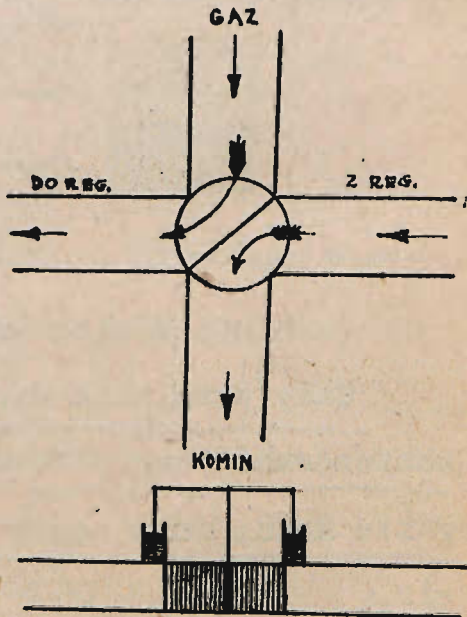
α - dla powietrza β - dla gazów

Do zmiany kierunku przebiegu gazów i powietrza stosuje się zawory /wentyle/. Bywają one 2 rodzaj:

1 / Siemens'a, gdzie gazy są kierowane przy pomocy zasuw /Rys. 61/.



RYS. 61.



RYS. 62

i 2/ znacznie częściej stosowany typ Hüttnera: /rys.62/:2 rury z regeneratorów /doprowadzająca gaz i prowadząca wylot do komina/zbiegają się w jednej komorze, podzielonej 4 ściankami na 4 części otwarte od góry.

Na tej komorze obraca się pokrywa, zanurzona w dziegciu lub wodzie, przedzielona tylko jedną ścianką na połowy.

Przez odpowiednie obrócenie i ustawienie tej pokrywy można łączyć po dwie sąsiednie części komory dolnej.

Obliczanie cegły, potrzebnej do regeneratora opieramy na zachowaniu następujących warunków: gazy wychodzące do komina powinny posiadać temperaturę nie niższą od $+200$ do $+300$, ale też nie wyższą od wspomnianej. Przy niższej temperaturze nie byłoby dostatecznego ciągu, przy wyższej traciłoby się niepotrzebnie ciepło.

Wychodzą gazy z pieca w temperaturze $+1200^{\circ}$ do $+1300^{\circ}$, a więc chłodzą się o $+1000^{\circ}$.

Przy zmianie kierunku ich przebiegu temperatura gazów nie może ulegać większym zmianom niż w granicach 200° , aby nie było wahań i nierówności w pracy pieca.

1 kg. węgla, spalając się, daje około 10 kg. dymu.

Ciepło właściwe dymu wynosi około 0,23; prawie tyleż wynosi ciepło właściwe cegły.

Otrzymując ^(z) 1 kilogr. węgla:

$$10 \cdot 0,23 (1300^{\circ} - 300^{\circ}) \text{ kal.},$$

trzeba ciepło otrzymane zebrać w X kg. cegły, która musi być ogrzana o 200°, skąd równanie:

$$10 \cdot 0,23 \cdot 1000 = x \cdot 0,23 \cdot 200; \quad x = 50;$$

Jest to obliczenie w stosunku do spalonego węgla.

Częściej obliczamy ilości cegły w stosunku do tonaż /objętości/ pieca; 4 m³ objętości jednej pary regeneratorów na 1 tonnę surowca w piecu.

Piec zbudowany ogrzewa się najpierw gazami nieogrzewanymi, a spalanymi w piecu; gdy ogrzeje się on do temperatury +1700° wówczas pokrywany jest materiałem odpornym na zewnątrz/rodzajem glazury/.

Ładowanie skrapu może być ręczne lub elektromagnetyczne: elektromagnesy ciskają skrap do korytek, które po wejściu do pieca wywracają się, wyrzucając do pieca swoją zawartość. Surowiec w

stanie ciekłym wlewany jest przez rynną wprost do pieca.

Aby zbadać, kiedy należy przerwać proces blasty z pieca próbki łyżką i sądzimy o jakości stali według złomu, albo też przeprowadzając szybko analizę na węgiel i fosfor, co zabiera około 15 minut czasu.

Można również badać stal według koloru żużla.

Stosowane są także systemy mieszane. Konwerterze oczyszczają się stal w stanie ciekłym od krzemu i węgla i zlewa do pieca martenowskiego, gdzie następuje usuwanie zeń fosfora.

t. z. „triplex”

W Ameryce stosowany jest system, polegający na tem, że stal po tych procesach idzie do pieca elektrycznego, gdzie podlega odsiarczaniu.

W hucie Hoesch surowiec jest świeżony do chwili minimalnej zawartości procentowej fosforu, następnie zlewane są żużel i stal, i wreszcie, po dodaniu nowej ilości wapnia, powtórnie przetapia^{ny} w piecu martenowskim.

System Talbot'a jest ciągły: zlewa się nie wszystką stal, ale tylko jej część dodając do reszty nowych materiałów.

XVIII. BILANS PIECA MARTENOWSKIEGO.

Podany poniżej bilans pieca martenowskiego pochodzi z Huty Bankowej/Zagłębie Dąbrowskie/. Obliczony był podczas procesu rudowego, w którym dodano jednak pewną ilość skrapu.

Liczbę otrzymano drogą ustalenia ilości materiału włożonych do pieca, oraz ilości otrzymanej z tego materiału stali. Następnie obie liczby zostały przez siebie podzielone. W ten sposób wyniki podane poniżej oznaczają ilość materiału, jaka jest niezbędna dla otrzymania jednego kilograma stali.

W pierwszej rubryce umieścimy węgiel, którego zużyto: 0,2 kg. o zawartości 80% C.

Z tej ilości węgla otrzymano w generatorach gaz, którego skład, stwierdzony drogą analizy był następujący:

25% - CO; 6% - CO₂; 18% - H₂; 1% - CH₄; 50% - N₂.

Następnie wymienimy surowiec, który użyto w ilości 0,8 kg. a którego skład był następujący:

3,5% C; 1% P; 1% Mn; 0,5% Si.

Do tego dodano jeszcze 0,16 kg. skrapu i 0,13 kg. rudy o zawartości 55% Fe.

Wreszcie użyto ponadto 0,1 kg. wapna, 0,02 żelazo-
manganu/o zawartości 80% Mn i 7% C/.

Dane powyższe nie wystarczają jeszcze do
obliczeń, musimy mieć nadto podany ciężar i energ-
ję chemiczną tych wszystkich składników i mater-
jałów, które używamy w wielkim piecu.

Wiemy, że węgiel występuje tu w postaci gazu,
powinniśmy więc mieć jego ciężar i jego ciepło
/energję chemiczną/. Nadto muszą nam być wiadome
one i dla powietrza.

Co się tyczy gazu, odpowiadające mu wielkoś-
ci znaleźć możemy podobnie, jak dla wielkiego
pieca. Uwzględnić tu należy okoliczność, że 0,2 kg.
węgla zawiera tylko 80% C.

Na litr więc zawartość jego wyniesie:

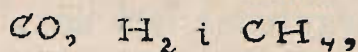
$$\frac{0,25(\text{CO}) + 0,06(\text{CO}_2) + 0,01(\text{C}_2\text{H}_4)}{22,4} \cdot 12 = 0,172 \text{ gr.},$$

gdzie 12 wyraża nam ciężar atomowy.

Ponieważ zawartość samego węgla wynosi:
200 gr. 0,8 więc wyrażenie następujące da nam ilość
litrow gazu którą zużyjemy w piecu na 1 kg. stali:

$$\frac{200 \cdot 0,8}{0,172} = 930 \text{ ltr.}$$

Spalać się będą następujące substancje:



gdyż CO_2 i N_2 są niepalne.

Z $0,25 \cdot \frac{930}{22,4}$ cząstek gramowych CO_2 otrzymamy:

$$0,25 \cdot \frac{930}{22,4} \cdot 68000 = 705000 \text{ kal.}$$

Z wodoru H_2 :

$$0,18 \cdot \frac{930}{22,4} \cdot 58000 = 430000 \text{ kal.}$$

Z metanu CH_4 :

$$0,01 \cdot \frac{930}{22,4} \cdot 192000 = 80000 \text{ kal.}$$

Razem otrzymamy 1215 kalerji.

Jezeli ogrzejemy ten gaz nadto do 800° przy będzie nam kalerji

$$0,33 \cdot 930 \cdot 800 = 245000 \text{ kal.}$$

gdzie 0,33 oznacza ciepło właściwe jednego dm^3 .

Ogółem ciepło gazu wyniesie 1460 kal.

Co się tyczy ciężaru, należy wziąć pod uwagę ciężary cząsteczkowe:

$$\frac{0,25_{(\text{CO})} \cdot 28 + 0,06_{(\text{CO}_2)} \cdot 44 + 0,18_{(\text{H}_2)} \cdot 2 + 0,01_{(\text{CH}_4)} \cdot 16 + 0,5_{(\text{N}_2)}}{22,4} = 1,01 \text{ kg.}$$

Prócz tego wiemy, że materiały surowca za -

wierają w sobie pewną energję chemiczną.

Więc przy spaleniu się 1 kgr. żelaza na Fe_2O_3 będziemy mieli:

$$\frac{195000}{112 (\text{Fe}_2\text{O}_3)} \cdot 0,94_{(\text{Fe})} = 1640000 \text{ kal.}$$

gdzie 112 oznacza nam ciężar 2 Fe.

Dla manganu:

$$\frac{91000}{55 (\text{MnO})} \cdot 0,01_{(\text{Mn})} = 16000 \text{ kal.}$$

Dla węgla:

$$\frac{97000}{12 (\text{Co})} \cdot 0,035_{(\text{C})} = 284000 \text{ kal.}$$

Dla krzemu przy spaleniu tegoż na SiO_2 :

$$\frac{196000}{28 (\text{SiO}_2)} \cdot 0,005_{(\text{Si})} = 35000 \text{ kal.}$$

Wreszcie dla fosforu przy spalaniu tegoż na P_2O_5 :

$$\frac{365000}{62 (\text{P}_2\text{O}_5)} \cdot 0,01_{(\text{P})} = 59000 \text{ kal.}$$

Razem surowiec posiada na 1 kilogram:

2034000 kal., więc w 0,8 kg. c. 1620000 kal.

Chcąc go stopić, będziemy musieli nadto dodać:

$$0,8 \cdot 250000 = 200000 \text{ kal.}$$

o ile liczba 250.000 kal. potrzebna jest dla sto-

pienia jednego kilograma.

Mieliśmy więc kalorii chemicznych 1620000
nadto 200000 kalorii termicznych,razem więc
1820000 kalorii.

Obliczając poszczególne wielkości skrapu,
musimy odrazu zauważyć, że nie znamy jego składu,
przyjmujemy więc, nie popełniając wielkiego błę-
du, że składa się on tylko z czystego żelaza.
Znajdziemy dlań:

$$\frac{195000}{112_{(Fe_2O_3)}} \cdot 0,15 = 260000 \text{ kal.}$$

Dalej uwzględniając ilość żelaza zawar-
tą w żelazo manganie /0,55% Fe / znajdziemy:

$$\frac{195000}{112_{(Fe_2O_3)}} \cdot 0,0035_{(Fe)} = 6000 \text{ kal.}$$

Wreszcie mangan spalając się daje:

$$\frac{91000}{55_{(MnO)}} \cdot 0,0160 = 26500 \text{ kal.}$$

węgiel zaś:

$$\frac{97000}{12} \cdot 0,0015 = 12000 \text{ kal.}$$

razem: ————— 44,500 kal.

Nadto dla zbilansowania przychodu musimy
uwzględnić ilość powietrza niezbędną do spala-
nia poszczególnych produktów.

Z chwilą gdy będziemy znali ilość tlenu, która jest niezbędna do spalenia tychże, ilość niezbędnego powietrza będziemy mogli bardzo łatwo określić.

Obliczymy ilość powietrza:

Dla spalenia żelaza na Fe_2O_3 , węgla na CO , manganu na MnO , fosforu na P_2O_5 , krzemu na SiO_2 , oraz tlenku węgla na CO_2 .

Najpierw zestawimy sobie ilości wagowe produktów podlegających spalaniu:

PRODUKT	Fe	C	Mn	P	Si	SiO_2 CaO	O ₂	UWAGI
SUROWIEC	752	28	8	8	4	-	-	
SKRAP	150	-	-	-	-	-	-	
RUDA	99	-	-	-	-	38	43	
ZELAZO- -MANGAN	3,5	15	16	-	-	-	-	
WAPNO	-	-	-	-	-	100	21	
RAZEM	1004,5	29,5	24	8	4	138	43	

Nie wszystkie substancje zostają spalone; nadto należy odjąć te ilości, które przechodzą do stali, a mianowicie:

ZWIĄZKI	Fe	C	Mn	P	Si	SiO_2 CaO	O ₂	Uwagi
w stali pozostaje	990	4	6	-	-	-	-	
po spalaniu	14,5	25,5	18	8	4	138	43	

O ₂	Fe	Mn	C	P	Si	SiO ₂ CaO	Razem
TLENU	16/56	16/55	32/12	32/62	32/26		92
POTRZEBA GRAMÓW	4	5	68	10	5		

Posiadamy zaś już 43 gr./patrz rubryka O₂ /,
istotnie więc trzeba doprowadzić 92 - 43 = 49
gramów, czemu odpowiada 170 litrów powietrza.

Tyle powietrza potrzeba na spalenie sub-
stancji zawartych w surowcu.

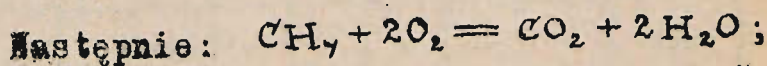
O wiele większą ilość potrzeba dla spale-
nia gazów, a więc przedewszystkiem:



$$0,15_{(CO)} \cdot \frac{930}{22,4} = 10,2 \text{ cząstek drobinowych gramowych}$$



$$0,18_{(HI)} \cdot \frac{930}{22,4} = 7,5 \text{ cząstek drob. gramowych.}$$



$$0,01_{(CH_4)} \cdot \frac{930}{22,4} = 0,4.$$

Tlenu więc razem potrzeba

$$\frac{1}{2} \cdot 10,2 + \frac{1}{2} \cdot 7,5 + 2 \cdot 0,4 = 9,65 \text{ cz. gr.}$$

Czyli powietrza litrów:

$$9,65.22,4. \sim 5 = 1080 \text{ ltr.}$$

Ogółem więc trzeba:

$$1080 + 170 = 1250 \text{ litrów.}$$

Wobec tego, że atmosfera musi być utleniająca koniecznem jest dodanie jeszcze 8%, ostatecznie więc musimy mieć:

$$1250.0,08 = 1350 \text{ ltr.},$$

czyli kilogramów:

$$1350.1,29.10^{-3} = 1,75 \text{ kg.}$$

Powietrze to jest ogrzane do $+900^{\circ}$.

Wobec tego, że ciepło właściwe jednej cząsteczki gramowej wynosi:

$$6,5 + 0,0012 \left(273 + \frac{0^{\circ} + 900^{\circ}}{2} \right)$$

dla ogrzania 1350 litrów powietrza do $+900^{\circ}$ trzeba będzie użyć:

$$\frac{6,5 + 0,0012 (273 + 450)}{22,4} \cdot 1350.900 = 400000 \text{ kal.}$$

Reasumując dotychczasowe wyniki otrzymamy tablicę niżej podaną:

ILÓŚCI WAGOWE	MATERIAŁ	KALORJE
0,8	SUROWIEC	1820
0,15	SKRAP	260
0,18	RUDA	-
0,10	WAPNO	-
0,02	ŻELAZO - MANGAN	44
1,01	GAZ	1460
1,75	POWIETRZE	400
4,01	RAZEM	3984

W przybliżeniu, możemy powiedzieć, że 4 kilogramom odpowiada 4000 kal. podobnie jak w wielkim piecu 8 kg. odpowiadało 8000 kalorii.

Z pieca otrzymujemy:

1 kg. stali o składzie: 99% Fe; 0,4% C; 0,6% Mn.

Więc energia chemiczna tej stali będzie /obliczona podobnie jak przy bilansie wielkiego pieca/:

$$\text{dla żelaza: } \frac{195000}{112} \cdot 0,99 = 1700 \text{ kal.}$$

$$\text{dla węgla: } \frac{97000}{12} \cdot 0,004 = 30 \text{ kal.}$$

$$\text{dla manganu: } \frac{31000}{55} \cdot 0,006 = 10 \text{ kal.}$$

RAZEM ----- 1740 kal.

pie

Ciepło jawne (energja termiczna) stali
w temperaturze 1600⁰ wynosi:

$$q = 0,167 \cdot 1600 + 50 = 3500 \text{ kal.}$$

Razem więc energja stali wynosi 2090 kalorii.

Żużle:

CaO i SiO ₂	38 gr. z rudy + 100 gr. (CaO dod.) = 0,138 kg.
SiO ₂	4 gr. Si + 5 gr. tlenu na spalenie = 0,009 kg.
MnO	18 gr. Mn + 5 " " " " = 0,023 kg.
P ₂ O ₅	8 gr. P + 10 " " " " = 0,018 kg.
FeO	14 gr. Fe + 4 " " " " = 0,018 kg.

Razem 0,206 kg

żużla

0,206 kg.

Zbyt trudno jest określić energję chemiczną nowo-
utworzonych związków w żużlu, więc tylko obliczamy
energję termiczną:

$$0,27 \cdot 1600 \cdot 0,206 = 90 \text{ kalorii.}$$

Ciepło topnienia:

$$50 \cdot 0,206 = \frac{10 \text{ kal.}}{100 \text{ kal.}}$$

Dym: Jest to ważny produkt pieca martenowskiego
pod względem wagi: użyliśmy do pieca 4 kg. materiałów,
otrzymaliśmy 1 kg. stali i 0,206 kg. żużla resztę,
ok. 2,8 kg. otrzymujemy w postaci dymu

Dym ten zawiera:



GAZÓW	1,0000	kg.	
POWIĘTRZA	1,7500	"	
WĘGLA	0,0255	"	29,5 gr. C w surowcu, 4 gr. w żelazie
TLENU	0,0190	"	(również w CO ₂)
RAZEM	2,7945	kg	

TLENU BYŁO W RUDZIE: 43 gr.

ZUŻYTE NA SPALENIE:

Fe	4 gr.
Mn	5 "
P	10 "
Si	5 "
Razem	24 gr.

ZATEM TLENU W DYMIE:

$$43 - 24 = 19 \text{ gr.}$$

Pierwotna objętość jego składników wynosiła:

GAZ PALNY	930	litrów	
POWIĘTRZE	1350	"	
TLEN Z RUDY	13	"	(po przyjęciu wody lotnej)
Razem	2293	litrów.	

Przy spalaniu następuje zmniejszenie się objętości mianowicie:

$$\text{dla: } \text{CO} + \frac{1}{2} \text{O}_2 = \text{CO}_2; \text{ to znaczy } \frac{1}{2} \cdot 0,250 \cdot 930 = 116 \text{ ltr.}$$

$$\text{H}_2 + \frac{1}{2} \text{O}_2 = \text{H}_2\text{O}; \quad \text{"} \quad \frac{1}{2} \cdot 0,18 \cdot 930 = 83 \text{ "}$$

Razem zmniejszenie objętości: 199 litrów.

Więc dym po spalaniu ma objętość:

$$2293 - 199 = 2094 \text{ litry.}$$

Temperatura jego zależna jest od zużycia jego ciepła w regeneratorach.

Najwygodniej jest chłodzić go do 500⁰, a pozostałe ciepło od 500 do 200⁰ zużywać do urzędze-

niach kotłowych.

Dym wychodzący z regeneratora w temperaturze $+500^{\circ}$ posiada energję termiczną:

$$q = 0,23 \cdot 2,8 \cdot 500 = 325 \text{ kal.}$$

Ciepło pobrane przez regenerator, które następnie było zużyte na ogrzanie 1350 litrów powietrza do temperatury $+900^{\circ}$:

$$1,35 \cdot \frac{6,5 + 0,0012 (273 + 450) \cdot 900}{22,4} = 400 \text{ kal}$$

i na ogrzanie 930 litrów gazów palnych do temperatury $+800^{\circ}$:

$$0,93 \cdot 0,33 \cdot 800 = 245 \text{ kal.}$$

razem ciepło wydane przez regenerator wynosi 645 kalorii.

W sumie otrzymaliśmy:

1 kg. stali	2090	kal.
0,21 -- żuźla	100	--
2,8 -- dymu	325	--
ciepło wyd. przez regenerat.	645	--

Razem 4,01 kg. i 3160 kal.

ponieważ piec otrzymał: 3984 kal.,

a zatem strata ciepła przez promieniowanie wynosi 824 kalorie.

Bilans ten różni się bardzo od bilansu dla procesu naprzykład skrapowego. (45)

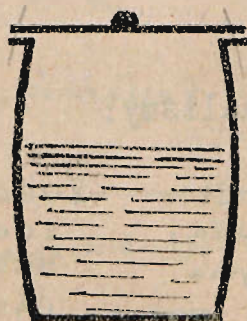
XIX. INNE SPOSOBY OTBZYMYWANIA STALI.

Tyglowy wynaleziony przez Huntsman'a z Sheffield w.r. 1780 początkowo nie miał szerszego zastosowania; dopiero w r. 1870 Alfred Krupp zastosował go do dużych odlewów żelaza.

Do tego czasu robiono odlewy ze stali z jednego tygla — Krupp zlewał od razu z kilku.

Zawartość tygla

/rys. 63/ wynosi 10 do 40 kg. aby 2 robotników mogło nim operować.



rys. 63.

Tygle są wyrabiane z gliny o składzie: 50% C /grafit/ 45% gliny ogniotrwa

łej i 5% SiO₂ /piasek/ wytrzymują one 8⁶⁻⁸ do 10 odlewów; tygle wyrabiane ze sproszkowanym koksem zamiast grafitu wytrzymują 2-3 odlewy. Suszenie tygli przed wypalaniem trwa kilka miesięcy; wypala-