

#### XIV. PRZERÓBKA SUROWCA.

Surowiec bardzo rzadko jest używany do odlewów bezpośrednio z wielkiego pieca.

Jeżeli użytym ma być do przeróbki dalszej, to jego dopływ musi być regularny i możliwie ciągły.

Dla zapewnienia tych warunków służą mieszalniki.

Są to zbiorniki znacznych rozmiarów, w których przechowuje się surowiec, doprowadzany do nich z wielkiego pieca.

Z mieszalników można stale czerpać surowiec, przerabiając go następnie na stal różnemi metodami.

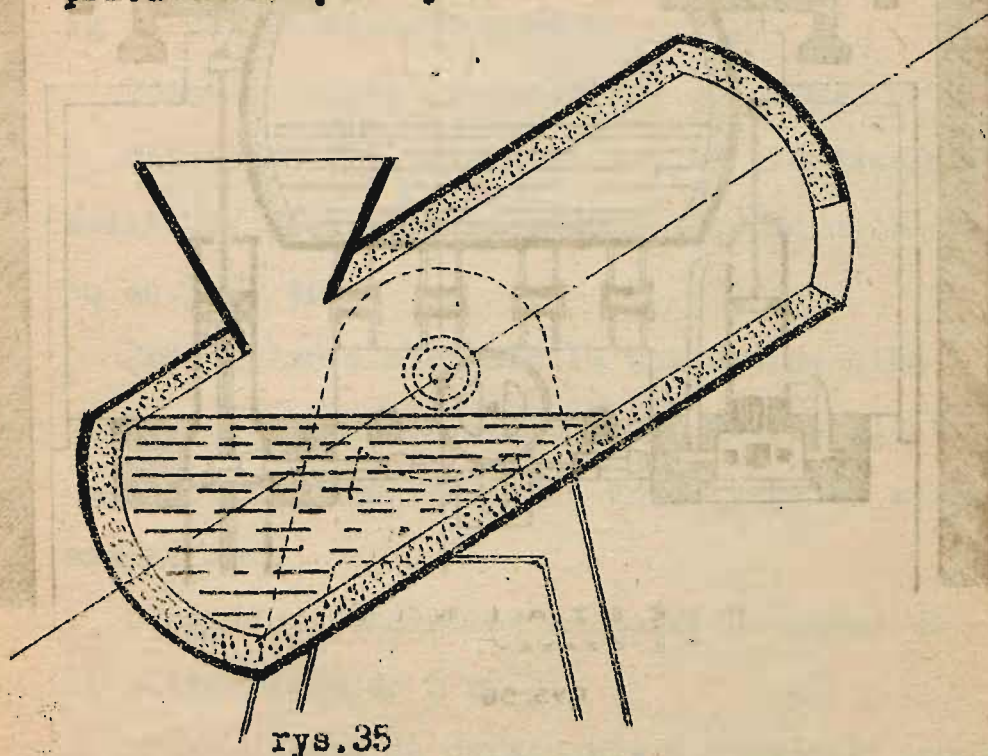
Czerpanie surowca z mieszalnika pozwala na ujednolicienie warunków dalszej przeróbki, gdyż surowiec czerpany bezpośrednio z wielkiego pieca, zasadniczo może się różnić składem chemicznym przy każdorazowym usuwaniu go przez spusty.

Wszelkie te różnice zacierają się w mieszalniku, dając surowiec o pewnym przeciętnym składzie, według którego regulujemy ruch konwertorów.

Ponadto w mieszalniku zwiększa się wartość techniczna surowca, zwłaszcza ze względu na zawartość siarki.

Istnieją dwa zasadnicze typy mieszalników: z opatkiem/przewanem/ i bez opatu

Mieszalnik bez opatu/nieogrzewany/ ma postać przedstawioną na rysunku 35.

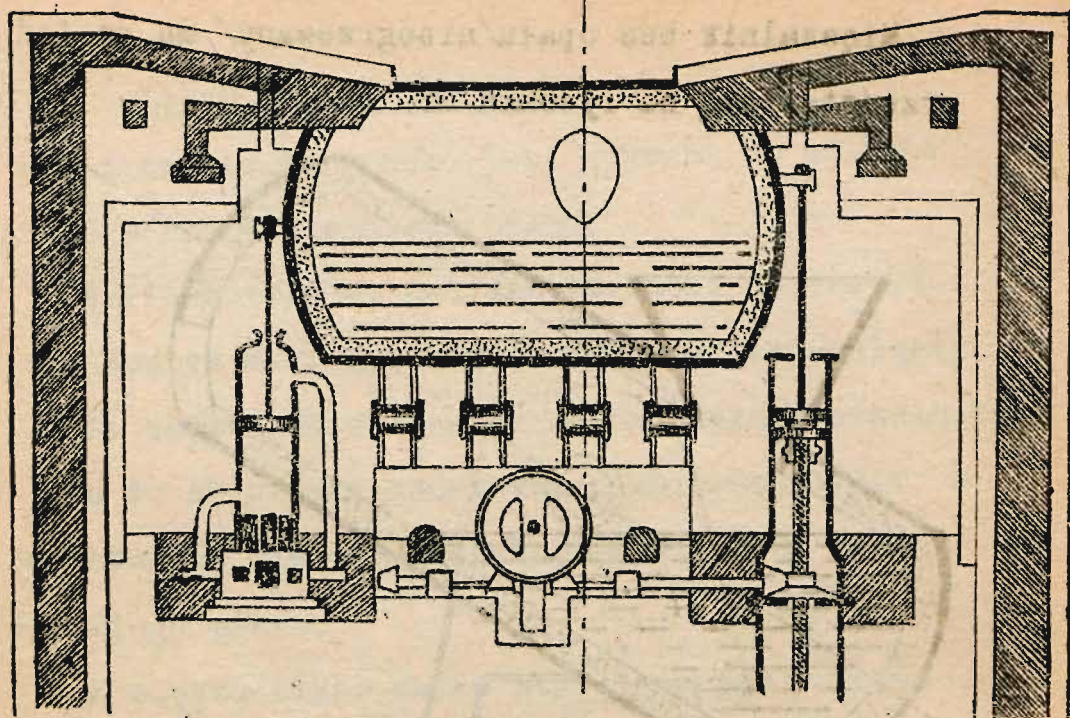


Przez lejowaty otwór mieszalnika wlewamy świeże ilości surowca, przez drugi otwór, przechylając mieszalnik za pomocą dźwigni idącej od prasy hydraulicznej, możemy z niego czepać potrzebne ilości surowca.

Mieszalnik bez opatu posiada długość od 7 do 8 metrów, szerokość od 3 do 4 metrów, grubość jego ścianek wynosi około 0,5 metra.

Pojemność mieszalnika zwykłego typu wynosi od 150 - 300 tonn.

Mieszalniki z opatem/ogrzewane/ mają postać odmienną /rys. 36/.



MIĘSZALNIK  
Z OPAKIEM.

RYS. 96

Są to długie cylindryczne zbiorniki, który można obracać, oparte są bowiem na wałkach.

Po przechyleniu miészalnika możemy przez mniejszy otwór tegoż surowiec, czerpać do użytku.

Przez większy otwór surowiec do miészalnika wle-  
wamy.

Ponadto miészalnik tego rodzaju ma urządzenie do ogrzewania.

Do miészalnika doprowadzamy powietrze i gazy, które zostają spalane.

Podobnie zupełnie są zbudowane piece martenow-

kie.

Mieszalniki zaś bez opału z budowy podobne są do konwertorów Bessemera.

Różnica budowy mieszalników z opałami pieców Martenowskich, polega na tem, że pierwsze/mieszalniki/ posiadają większą pojemność, dochodzącą do 1200 tonn.

Przechylania mieszalnika dokonywamy albo za pomocą prasy hydraulicznej, albo motoru elektrycznego połączonego zębatką i kołem zębatem z mieszalnikiem.

Długość mieszalników z opałem dochodzi do 11 m. szerokość do 5 m.

Przy użyciu do ogrzewania mieszalnika gazów i powietrza już ogrzanych możemy w nim utrzymać temperaturę na wysokości  $+1400$ – $+1500^{\circ}\text{C}$ .

W razie o ile ogrzewamy tylko powietrze osiągnąć możemy temperaturę  $+1300$ – $+1350^{\circ}\text{C}$ .

Ogrzewanie mieszalników wpływa korzystnie w ten sposób, że surowiec w nim może być dłużej przechowywany i nie zestala się.

Również przez dłuższy okres czasu lepiej ustalić się może reakcja odsiarczania.

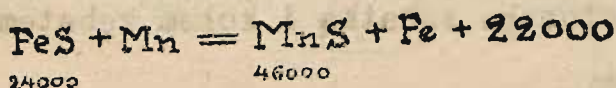
Reakcje odbywające się w mieszalnikach rozpoczynają się natychmiast po wpływie surowca

z wielkiego pieca; już w kadziach, które są ni-  
czem innem, jak tylko małymi mieszalnikami, zachod-  
dzi reakcja odsiarczania.

Odbywa się ona w dwojaki sposób: albo przez  
wydzielanie siarki, albo przez podział.

W obu wypadkach niezbędną jest obecność  
manganu.

Reakcja wydzielania odbywa się według wzoru:



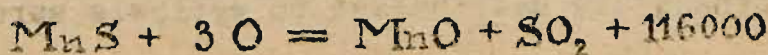
Zjawiska tu zachodzące odmienne są, niż w wiel-  
kim piecu.

W wielkim piecu siarczek manganu zostaje roz-  
puszczony w surowcu w ilości 1/30 zawartości jego  
i w ilości 29/30<sup>tejże</sup> w żużlu.

W mieszalniku zachodzą warunki odmienne, gdyż  
temperatura jest niższa.

W mieszalnikach nieogrzewanych zachodzi głów-  
nie reakcja przez wydzielanie, tam bowiem tworzą  
się kryształki siarczku manganu, które jako lżej-  
sze od surowca wypływają na jego powierzchnię.

Druga reakcja zachodzi pod wpływem tlenu za-  
wartego w powietrzu:



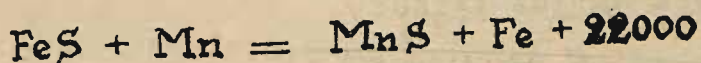
Wobec znacznego wydzielania się ciepła przy reakcji odbywa się ona w niskich temperaturach.

Wydzielanie się dwutlenku siarki poznajemy po silnie duszącym zapachu, którym przesycona jest atmosfera w pobliżu mieszalników.

Tlenek manganu pozostający z surowca łączy się z tlenkiem żelaza i żużłem wielkopiecowym, którego nie zdołano w swoim czasie wydobyć, dając razem swoisty żużel w mieszalnikach.

Zużel ten jest bardzo przydatny, gdyż rozpuszcza w sobie w znacznej ilości te ilości siarczku manganu, które nie zdołały się wydzielić nazewnątrz z powodu zbyt wysokiej temperatury. Zachodzi więc reakcja podziału.

Pierwsza jej część jest identyczną z pierwszą częścią reakcji wydzielania:



Następnie zaś wytworzone MnS rozpuszcza się częściowo w surowcu, w znacznej ilości jednak w żużlu.

Te dwa typy reakcji łącznie pozwalają w krótkim czasie dokonać odsiarczania.

Liczbowo przedstawia się to jak następuje:

Surowiec o zawartości 0,15% siarki w obecności manganu odsiarcza się w pewnym stopniu zależnie od jego ilości oraz od temperatury.

Mianowicie: 0.15 % S

Mn	przy +1500° % S	przy + 1200° % S
1%	0.15	0.06
2%	0.13	0.04
3%	0.11	0.02

W znacznym stopniu jednak odsiarczanie odbywa się w mieszalnikach. Wykazują to następujące zestawienia:

Jeżeli przy wyjściu z wielkiego pieca surowiec zawierał siarki:

$$S = 0.24 \% ,$$

to wskutek pozostawiania tegoż w kadzi, gdzie zachodzi odsiarczanie; przy wlewaniu surowca do mieszalnika zawiera on już tylko:

$$S = 0.13 \% .$$

W mieszalniku zawartość procentowa siarki zmienia się stosunkowo nieznacznie, zaledwie spada do zawartości:

$$S = 0.11 \% .$$

Wreszcie przy przeróbce surowca na stal metodą Thomasa zawartość siarki wynosi:

$$S = 0.06 \% .$$

Obecnie przechodzimy do właściwej przeróbki surowca na stal.

Dawniejsze metody polegały na wytwarzaniu żelaza z surowca stałego bez jego uprzedniego topienia.

Surowiec był ogrzewany w piecu płomiennym do temperatury niższej od jego temperatury topienia /do  $+1400^{\circ}$ /.

Wobec tego jednak, że równocześnie następowało tworzenie się na powierzchni surowca grudek żelaza spowodowane utleniającym działaniem płomienia, te grudki żelaza zbierano i łączono ze sobą.

Poddawano w ten sposób otrzymane żelazo kuciu lub walcowaniu, co usuwało z żelaza żużle i dawało t.zw. żelazo kowalne.

Zachodzące przy tem reakcje przyspieszano drogą dodawania tlenków żelazowych, które otrzymywano przy kuciu lub walcowaniu.

W ten sposób otrzymany produkt z surowca nazywano żelazem niezależnie od jego składu chemicznego i zawartości węgla.

Natomiast zgodnie z uchwałą "Kongresu międzynarodowego Stowarzyszenia do badania materiałów budowlanych", być może niezupełnie słusznie nadano nazwę stali produktowi otrzymanemu z surowca, który zawiera

ra żelazo i węgiel w nieograniczonej ilości i przechodzi przy przeróbce przez ciekły stan skupienia.

Do określenia wartości stali starano się wykorzystać jej zdolność hartowania.

Mylnie jednak mniemano, że zdolność ta rozpoczyna się przy zawartości 0,3% C. Wiadomo bowiem obecnie, że hartowanie stali może nastąpić przy zawartości 0,05 %C.

W drugiej połowie XIX wieku, a mianowicie od r. 1855 zaczęto stosować metody otrzymywania materiału, który by odpowiadał warunkom powyżej wymienionego określenia stali.

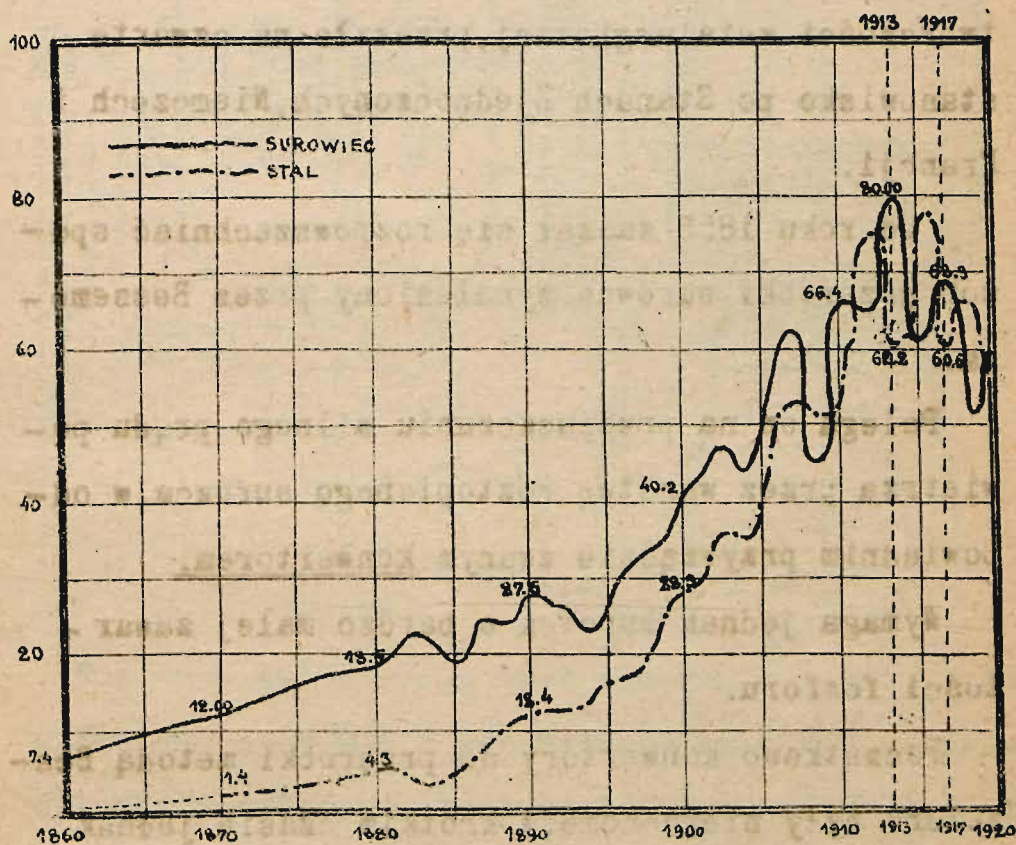
W kilkanaście lat potem powstaje przeróbka surowca w piecach martenowskich, następnie w piecach płomiennych i wreszcie, w ostatnich czasach, rozpowszechnia się użycie pieców elektrycznych.

Pomijając bliższe rozważanie metody pudlarskiej, przejdziemy odrazu do rozważania przeróbki surowca w konwertorach.

Produkcja stali, jako produktu otrzymywanego przez przejście surowca w czasie przeróbki przez stan ciekły, wzrasta znacznie od 1870r.

W roku 1870 produkcja stali wynosi 1,5 milionów tonn. Znaczną ilość stali produkowano wówczas sposobem pudlarskim.

Produkcja surowca wynosiła wówczas 12 milionów tonn. Przechodząc przez szereg przesileni, produkcja stali ciągle wzrasta, aż w roku 1907, po silnem przesileniu produkcja stali staje się większą od produkcji surowca. W roku 1913 otrzymujemy maksimum produkcji stali, która dochodzi do 80 milionów tonn/Rys.37/.



rys.37

W latach wojny mamy szczególnie wyraźną wyższość produkcji stali nad produkcją surowca, co tłumaczy się tem, że wobec rozpowszechniania się

wyrobu stali przy pomocy pieców martenowskich wykorzystuje się do jej produkcji stare żelaziwo.

Najwyraźniej zaobserwować można to zjawisko w roku 1917.

Obecnie mamy wielkie przesilenie w produkcji stali i surowca, szczególnie wybitne w Anglii, która ze swego pierwszego stanowiska pod względem wytwórczości metalurgicznej, przeszła na czwarte stanowisko po Stanach Zjednoczonych, Niemczech i Francji.

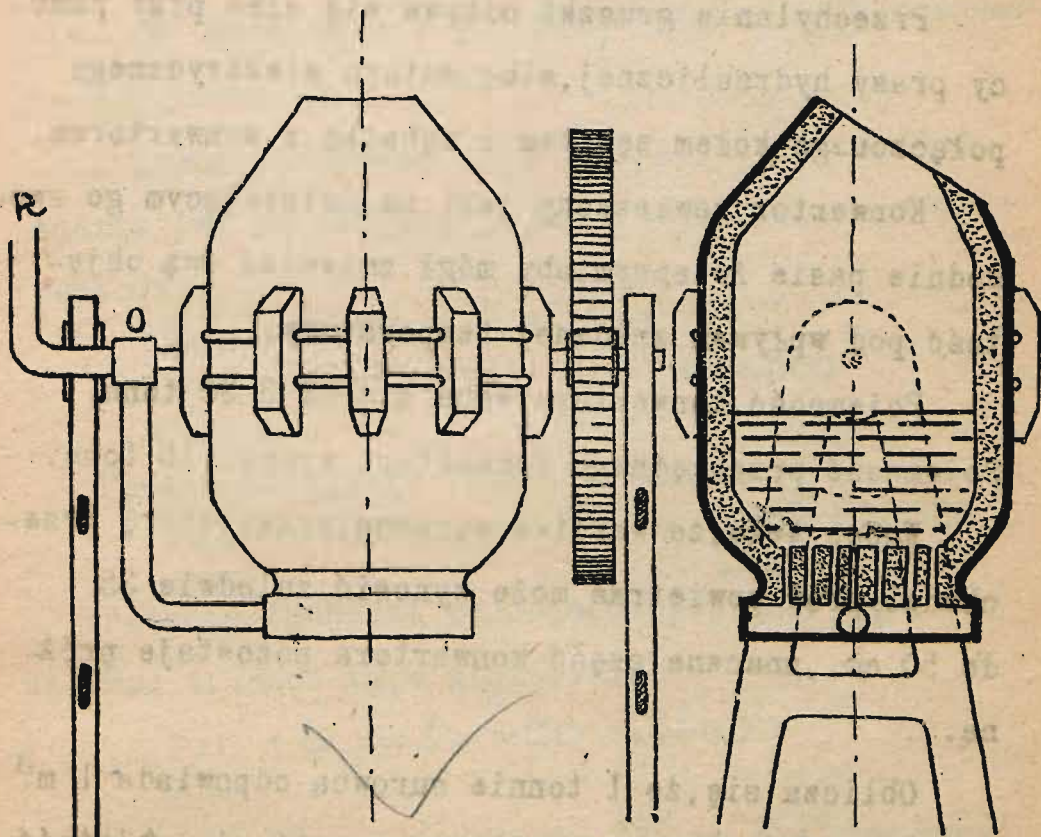
Od roku 1855 zaczął się rozpowszechniać sposób przeróbki surowca wynaleziony przez Bessemera.

Polega on na przepuszczaniu silnego prądu powietrza przez warstwę roztopionego surowca, w odpowiednim przyrządzie zwanym konwertorem.

Wymaga jednak surowca o bardzo małej zawartości fosforu.

Początkowo konwertory do przeróbki metodą Bessemera były nieruchome, w krótkim czasie jednak praktyka wykazała konieczność przechylania konwertora, tak, że w rok po fabrycznem zastosowaniu wynalazku, w 1890 roku, wytworzył się typ ruchomego konwertora, którego zasadnicza budowa niezmienną dotrwała dotychczas.

Konwertor jest naczyniem w kształcie gruszki, z jednym otworem u góry i wyjmowanym dnem z otworami/rys.38/.



rys.38

Pod dnem umieszczoną jest komora, do której przez wydrążoną oś  $\text{O}$  / i odpowiednią rurę  $\text{R}$  /dochodzi silny prąd powietrza o ciśnieniu około 1,5 atm.; a następnie przedostaje się przez otwory w dnie do warstwy surowca, i przechodząc przenieś dokonuje świeżenia tegoż.

Wnętrze konwertora wyłożone jest wyprawą krzemionkową, co tłumaczy brak reakcji, odpowiadającej wydzieleniu się fosforu zawartego w surowcu.

Przechylenie gruszki odbywa się albo przy pomocy prasy hydraulicznej, albo motoru elektrycznego połączonych kołem zębatym i zębatką z konwertorem.

Konwertor zawieszony jest na ściskającym go swobodnie pasie żelaznym, aby mógł zmieniać swą objętość pod wpływem znacznej temperatury.

Pojemność konwertora waha się od 3 do 30 tonn. Pojemność przeciętnego konwertora wynosi 15 tonn.

Wobec tego, że warstwa surowca, przez którą przechodzi prąd powietrza może wynosić zaledwie 35 do 50 cm., znaczna część konwertora pozostaje próżną.

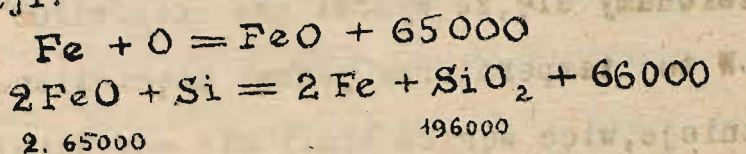
Oblicza się, że 1 tonnie surowca odpowiada 1 m<sup>3</sup> objętości konwertora, co daje w rezultacie objętość tegoż 7 razy większą od objętości przerabianego w nim jednorazowo surowca.

Ilość surowca jaką może w sobie pomieścić konwertor równa się ilości surowca zawartej w konwer-

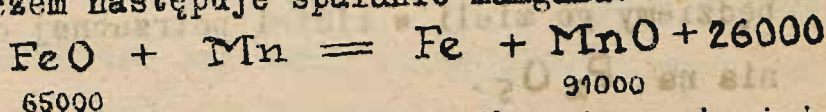
torze przy jego poziomem ustawieniu, bez obawy wpływu surowca.

Pierwszą reakcją, która się odbywa w konwertorze, jest działanie tlenu powietrza na żelazo, zawarte w surowcu.

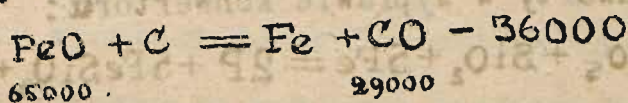
Dopiero otrzymany w ten sposób tlenek żelaza oddziaływa na substancje zawarte w surowcu w myśl reakcji:



Poczem następuje spalanie manganu:



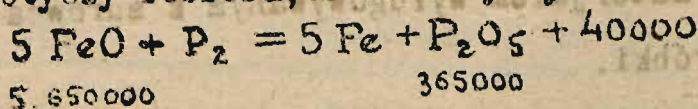
Wreszcie zachodzi reakcja, odbywająca się już z większą trudnością, a mianowicie:



Jako reakcja endotermiczna odbywa się ona przy temperaturze zwrotnej:

$$t = \frac{36000}{32} - 273 = \sim 1100^\circ$$

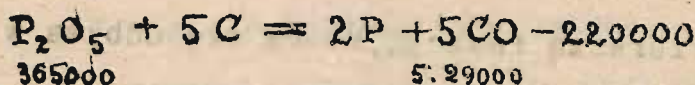
Co dotyczy fosforu, to mielibyśmy:



Ale  $\text{P}_2\text{O}_5$  który się wydzieli, nie pozostaje jako produkt stały.

Następuje reakcja odwrotna.

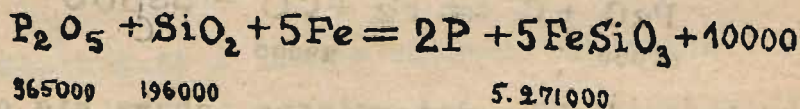
Może ona nastąpić pod wpływem węgla:



Wobec tego jednak, że wielka ilość ciepła, którą potrzeba zużyć dla przebiegu tej reakcji odnosi się do 5 cząsteczek gramowych gazu, więc gdy będziemy obliczali temperaturę zwrotną tej reakcji przekonamy się, że wynosi ona około +1100°.

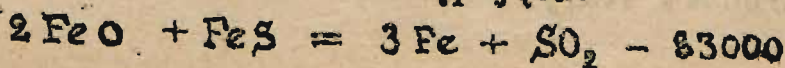
W tej temperaturze jednak pięciotlenek nie istnieje, więc węgiel spali się wcześniej i nie będziemy go mieli w ilości potrzebnej do reagowania na  $\text{P}_2\text{O}_5$ .

Na pięciotlenek fosforu działać może również krzem, zawarty w wyprawie konwertora:



Reakcja ta odbywa się również przy niskiej temperaturze, tak, że fosfor nie może być wyświeżony, niema bowiem sposobu na związanie tego pięciotlenku z materiałem wyrugowywanym z surowca w czasie przeróbki.

Reakcja hipotetyczna dla wyświeżenia siarki byłaby w konwertorze następująca:



2.65000

24000

71000

Reakcja ta jednak odbywa się przy temperaturze:  
 $t > 2000^{\circ}$

$$t = +2300^{\circ} C.$$

a do tej wysokości temperatura materiałów ~~zw~~<sup>z</sup>war-  
 tych w konwertorze nie dochodzi.

Gdyby siarka istniała w surowcu nie jako siar-  
 czek żelaza, ale jako pierwiastek czysty, to przy  
 pomocy manganu mogła by być usunięta.

Reasumując rozważania powiemy, że fosfor i siar-  
ka w sposobie Bessemera nie są z surowca usuwane;  
 ponieważ zaś temperatura topienia stali względnie  
 żelaza wynosi około  $+1600^{\circ}$  -  $+1700^{\circ}$ , musimy w konwer-  
 torze mieć znaczny zapas materiałów palnych, któ-  
 rym mianowicie jest krzem/ w mniejszym stopniu  
 mangan/.

Jeżeli weźmiemy jeden procent składowych sub-  
 stancji surowca, to zestawieć będziemy mogli nastę-  
 pującą tablicę, która wskazuje o ile stopni spala-  
 nie się tego jednego procentu substancji podno-  
 si temperaturę otoczenia:

$x / x_0$	1% przy $+1300^{\circ}$	1% przy $+1500^{\circ}$
$Si / SiO_2$	$203^{\circ}$	$162^{\circ}$
$P / P_2O_5$	$156^{\circ}$	$122^{\circ}$

$x/x_0$	1% przy +1300°	1% przy +1500°
Mn/MnO	50°	38°

GDYBY TU WYSTĘPOWAŁY: Fe, S, C

$x/x_0$	1% przy +1300°	1% przy +1500°
Fe/FeO	30°	24°
S/SO <sub>2</sub>	28°	16°
C/CO	27°	12°

Dla temperatury wyższej otrzymujemy liczby mniejsze, gdyż ciepło właściwe substancji wtedy jest większe.

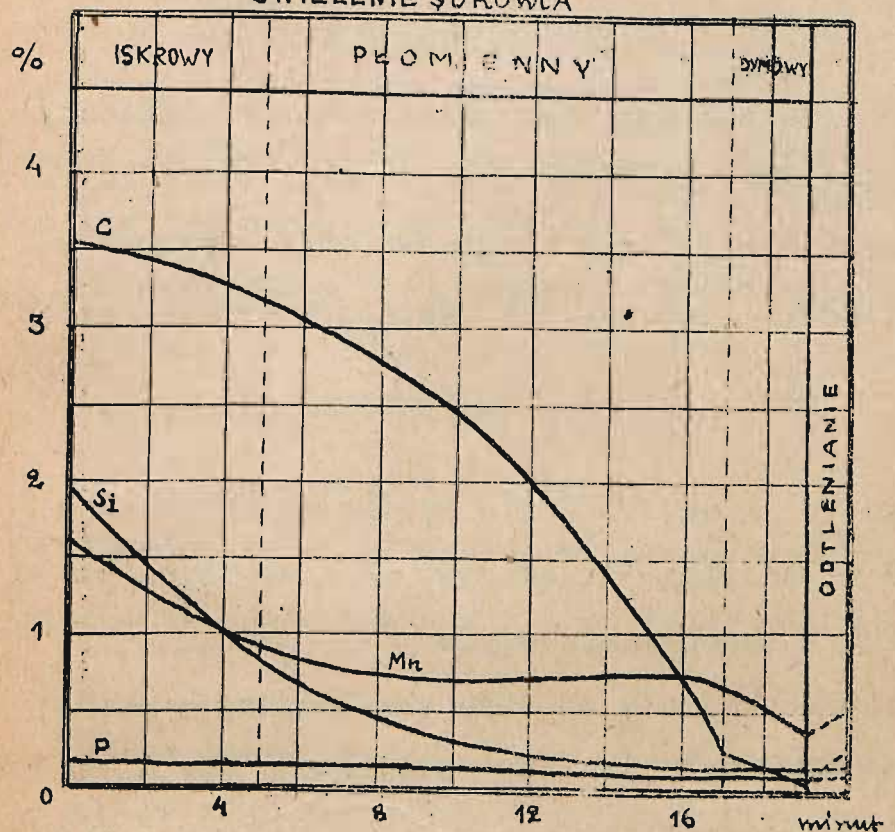
Do zwiększenia temperatury przyczynić się może jedynie krzem, fosfor bowiem jest w tym procesie wykluczony.

Surowiec zawierając mniej niż 1,5% Si nazywa się surowcem zimnym, nie zwiększa bowiem dostatecznie temperatury przy świeżeniu; surowiec o zawartości 2% Si lub więcej nazywa się gorącym, gdyż wydziela wówczas znaczne ilości ciepła.

Przejdziemy obecnie do rozważenia reakcji w konwertorze w miarę trwania procesu świeżenia.

/Rys. 39/.

# KONWERTOR BESSEMERA ŚWIEŻENIE SUROWCA



Rys. 39

W ciągu pierwszych pięciu minut mamy palenie się gwałtowne krzemu, co się objawia w snopie iskier, wydobywającym się z konwertora. Jest to tak zwany okres iskrowy, trwający od 4 do 10 minut.

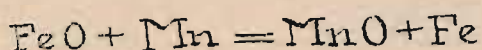
Następuje potem okres drugi palenia się węgla, zwany plomiennym, który trwa od 10 do 15 minut. Wydziela się wtedy tlenek węgla.

Po spaleniu się węgla zaczyna palić się żelazo, co powoduje wydobywanie się z konwertora dymu.

Okres ten zwie się dymowym i powinien trwać ułamek minuty.

Należy natychmiast proces zakończyć.

Po przerwaniu procesu mamy w żelazie znaczny zasób tlenku żelaza, który jednak usuwamy dzięki zawartemu w żelazie manganowi, oddziaływującemu na tlenek żelaza według następującej reakcji:



Jeżeli chcemy mieć nie żelazo a stal, trzeba dodać do substancji, zawartej w konwertorze, po przeróbce, pewną ilość węgla.

Uskutecznia się to albo przez dodanie pewnej ilości surowca o znacznej zawartości węgla, lub przez przerwanie świeżenia po spaleniu się nadmiaru węgla.

Drugą czynność uskutecznić jest trudno, okres płomienny bowiem trwa zaledwie kilkanaście minut.

Przez zaczerpywanie jednak co minutę, naprzykła<sup>d</sup> produktu z konwertoru, dokonanie szybkiej próby, możemy uchwycić odpowiedni moment.

W konwertorze tworzy się około 12% szlaki o składzie::

SiO <sub>2</sub>	45-60%
MnO	10-45%
FeO	35-5%

Proces Bessemera ma tę słabą stronę, że wymaga surowca o zupełnie określonym składzie, a zwłaszcza o bardzo małej zawartości fosforu i siarki. Zagłębie Lotaryńskie, które dostarczało 90% produkcji surowca Francji, oraz 80% produkcji Niemiec ma zło- za rudy żelaznej bogatej w fosfor.

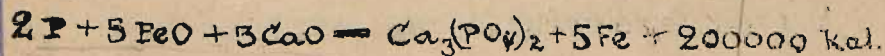
Powstała więc myśl, ażeby wyprawę kwasną konwer- tora zastąpić wyprawą zasadową; w 1878 pomyśli ten wprowadziło w czyn dwóch inżynierów angielskich Percy Thomas i Sidney Gilchrist.

Zachowując zupełnie budowę konwerterów Besseme- ra, zastąpiono wyprawę krzemionkową, wyprawą dolomi- tową.

Dolna część konwertora wyłożona jest cegłą zro- bioną ze sproszkowanego dolomitu, spojenego smołą pogazową; górna część wprost obłożona tą samą.

Z reakcji, odbywających się w konwertorze Thoma- sa i Gilchrista część jest identyczna z poprzednio rozważanemi, oprócz reakcji dotyczących oczyszczenia fosforu, pod wpływem wyprawy zawierającej od 10 do 15% Ca/wapnia/.

Po spaleniu węgla mamy więc reakcję:



S. 65000      3. 13000

Przy tworzeniu się pięciotlenku fosforu mieliśmy ciepło wynoszące 40000 kal., tutaj otrzymujemy znacznie więcej, a redukcja za pomocą węgla jest trudniejsza.

Łączenie zaś P z Si wymagałoby znacznie wyższej temperatury.

W rezultacie mamy więc połączenie się pięciotlenku fosforu z tlenkiem wapnia.

Do przeróbki metodą Thomasa i Gilchrista używać możemy tylko surowców o zawartości fosforu większej niż 1,7% a mniejszej niż 2,2%.

Surowce, zawierające mniej niż 0,10% fosforu, przerabiane być mogą sposobem Bessemera.

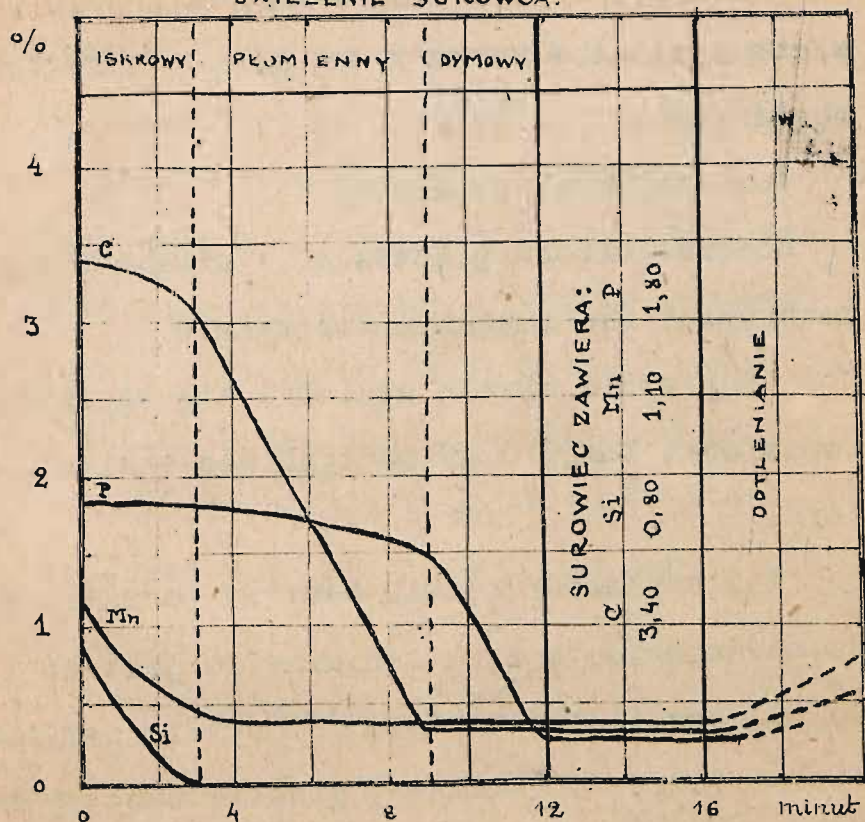
Szereg innych surowców o zawartości fosforu mniejszej niż 1,7% a większej niż 0,1% musi być przerabiany sposobem Siemens Martina.

Przebieg reakcji w konwertorze Thomasa jest następujący/rys. 40/:

Na początku procesu mamy w konwertorze płynny surowiec o przeciętnej zawartości około:  
0,5% C; 1,3% P; 0,8% Si; 1,1% Mn.

Wykres przedstawia nam przebieg realny wyżej wspomnianego składu, pozwala nam jednak zupełnie

## KONWERTOR THOMASA ŚWIEŻENIE SUROWCA.



Rys. 40

ogólnie pojmować charakter przebiegu.

W pierwszym okresie, odpowiadającym okresowi iskrowemu w procesie Bessemera mamy przedewszyst-  
kiem gwałtowne spalanie się krzemu/ w pierwszych trzech minutach/.

Jednocześnie dość gwałtownie spala się mangan, aż do 0,4%, poczem następuje już znacznie wolniejsze spalanie.

Właściwie podobnie jak w procesie Bessemera, po-  
zostawione w końcu nie spala, a w końcu

trzeciej minuty posiadamy zaledwie 3,1% C.

Szybkie spalanie się jego odbywa się w drugim okresie, gdy krzem i mangan są już prawie całkowicie spalone. W końcu 9 tej minuty pozostałość węgla wynosi już tylko 0,4%.

Jest to okres płomienny.

Podczas okresu pierwszego i drugiego fosfor zachowywał się zupełnie bezczynnie.

Dopiero z chwilą spalania się węgla do pozostałości tegoż 0,4% zaczyna się spalanie fosforu.

Z 1,8% fosforu, jakie mamy na początku procesu, po dziewięciu minutach mamy go jeszcze 1,5%. Od tej chwili zaczyna się on dopiero gwałtownie spalać, tak, że w dwunastej minucie mamy go zaledwie 0,03%.

Zasadnicza różnica pomiędzy procesem Bessemera i Thomasa występuje dopiero w trzecim okresie dymnym.

W pierwszym wypadku okres ten był krótki, gdyż odpowiadał spalaniu się żelaza, w drugim trwa kilka minut, odpowiada on bowiem spalaniu się fosforu.

W rezultacie otrzymujemy ten sam produkt, a mianowicie żelazo o dużej zawartości tlenku żelaza.

Musimy więc odtleniać je przy pomocy ferro-  
manganu, żelazokrzemu lub glinu.

Należy jednak przedtem uwolnić się od żużli,  
wytworzonych w bardzo dużej ilości, gdyż na każde  
100 kg. surowca otrzymujemy 25 kg. żużli, które zaj-  
mują tę samą przestrzeń, co 100 kg. surowca.

Pozbyć się musimy żużli z tego powodu, że ina-  
czej żelazo-krzem mógłby zredukować fosfor zawar-  
ty w żużlu i przenieść go znowu do stopu.

Zlewamy więc najpierw żużle, poczem przepro-  
wadzamy odtlenianie, wreszcie, jeżeli chcemy mieć  
stal twardą dodajemy do stopu odpowiednią ilość  
węgla.

<sup>11)</sup> ~~Je~~ sam charakter przebiegu procesu w konwerto-  
rze Thomasa wykazuje, że nie może on być przerwa-  
nym, jak w procesie Bessemera, w chwili, gdy stop  
zawiera niezbędną dla twardości stali ilość wę-  
gla.

W procesie Thomasa bowiem musimy przeczekać  
całkowite spalanie się fosforu, któremu towarzy-  
szy też prawie doszczętne spalanie się (0,02 C)  
węgla.

W związku z tem przyjęto ogólnie zasadę, aby  
miękką stal otrzymywać metodą Thomasa, twardą  
Bessemera.

Podobnie jak dla siarki istnieje i dla fosforu pewien stan równowagi pomiędzy ilością rozpuszczającego się roztworu w żużlu i w stali, a mianowicie:

$$\frac{\text{ilość rozpuszczającego się Fosforu w stali}}{\text{ilość rozpuszczającego się Fosforu w żużlu}} = \frac{1}{200}$$

Świeżenie stali sposobem Thomasa przy surowcu o zawartości mniejszej niż 0,5% fosforu, jest niewłaściwe, gdyż pociąga ono za sobą przebieganie procesu kosztem spalanego żelaza, zatem koniecznym byłoby zbytne przedłużanie czasu trwania procesu.

Skutki powyższego zobaczymy przy rozważaniu składu żużli.

Żużle Thomasa mają skład:

SKŁADNIKI	ZAWARTOŚĆ W PROCENTACH	NORMALNIE
$\text{SiO}_2$	4 - 8	7%
$\text{P}_2\text{O}_5$	16 - 22	18%
$\text{CaO}$	46 - 50	50%
$\text{MgO}$	3 - 6	5%
$\text{FeO}, \text{Fe}_2\text{O}_3$	12 - 20	} 20%
$\text{MnO}$	2 - 7	

Straty na żelazie przy procesie Thomasa wynoszą od 10 do 15%.

Tlenek magnezu stanowi tu miarę zużywania się wyprawy.

Skład żużli znacznie się zmienia w czasie trwania procesu.

Tak więc dla realnego procesu poprzednio rozważanego będziemy mieli:

- CZAS W MINUTACH	$P_2O_5$	$FeO$	$MgO$	$CaS$
2'	0,7	1,3	0,5	0,4
6'	2,9	2,9	0,6	0,5
10'	6,4	4,6	0,9	0,8
12' - 15"	19,6	10,2	1,0	0,6
13' - 45"	14,8	19,2	2,8	0,2
14' - 15"	11,6	25,6	2,9	0,2

Widzimy przedewszystkiem, że od 12' zaczyna się zmniejszać ilość pięciotlenku fosforu w żużlach. Natomiast spala się głównie żelazo.

Wytwarzanie się w żużlu siarczku wapnia przemawia niejako na korzyść procesu Thomasa,

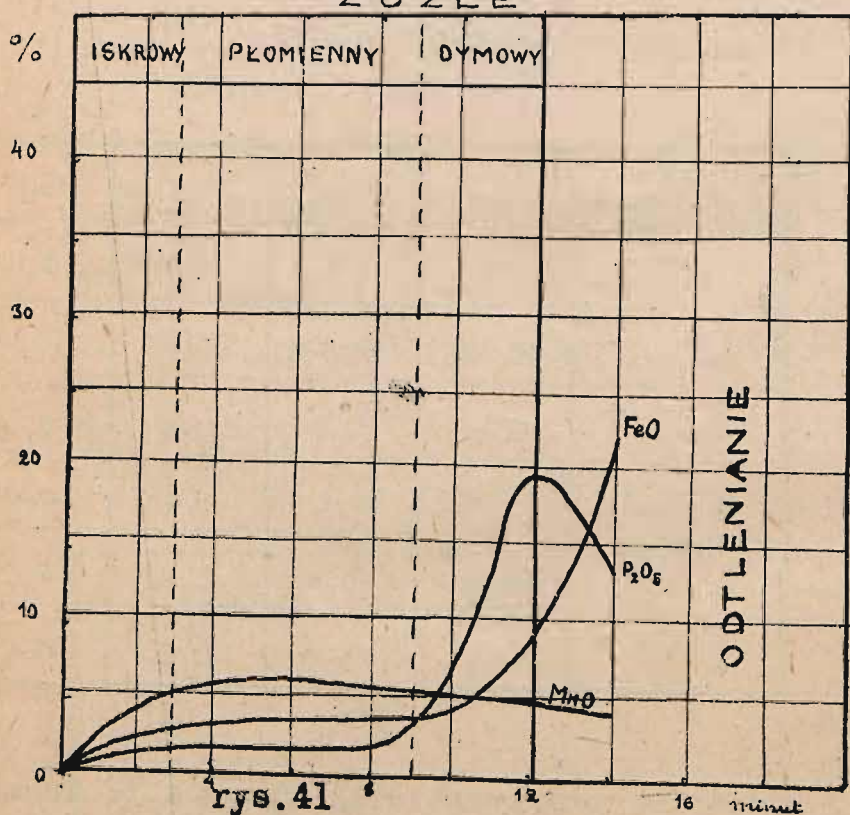
ze względu na odbywające się w ten sposób odsiarczanie.

Dochodzi ono do pewnego maximum /0,8% S/ przy którym jednak nie możemy przerwać procesu.

Dalej siarka powraca do stopu.

Ująć możemy to w wykres następujący:

### KONWERTOR THOMASA ŻUŻLE

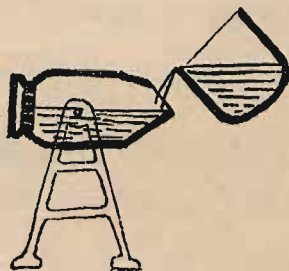


Przebieg funkcjonowania konwertora jest następujący.

Ciekły surowiec z mieszalnika lub wielkiego

pieca albo surowiec uprzednio stopiony w kopulaku, kadziami doprowadzany bywa do konwertora. Ogrzewanie odbywa się w ten sposób, że najpierw rozżarzamy warstwę koksu, poczem przykrywamy go warstwą surowca, tak otrzymujemy około  $+800^{\circ}$  do  $+900^{\circ}\text{C}$ .

Roztopiony surowiec wlewa się do ustawionego poziomo konwertora/Rys. 42/.



rys. 42

Poczem zaczynamy rozdmuchiwać przez pudło silny prąd powietrza i konwertor ustawiany w normalnym położeniu pionowym.

Zaczyna się proces świeżenia.

Gdy konwersja zostaje zakończona w wypadku procesu Bessemera dodajemy pewną ilość odtleniającego żelazomanganu, poczem konwertor przechylamy, tak, by żel stal można było wylać do odpowiednio podstawionej kadzi/Rys. 43/.



rys.43

W wypadku procesu Thomasa najwpierrw dokonywamy jednego przechylenia w celu odlania żużli, poczem stosujemy odtlenienie, wreszcie przechylamy znów konwertor dla opróżnienia go z płynnej stali.

Konwertor Thomasa pracować może od 150 do 300 razy bez odświeżania wyprawy wewnętrznej, wówczas gdy wyjmowane dno zużywa się prędzej i musi być zmieniane co 30 do 60 razy.

Wyprawa kwaśna Bessemera jest trwalsza i wytrzymuje dwa razy dłuższe używanie /od 300 do 600 razy/.

Dno jedno zużywa się z tą samą szybkością.

Oprócz konwertorów dużych /10 do 20 tonn/ używan jest cały szereg małych konwertorów /1 do 2 tonn/, z których stal czerpiemy bezpośrednio do odlewów.

Stal w nich otrzymywana nie jest wprawdzie tak dobrą jak otrzymywana przy przeróbce w dużych konwertorach, gdyż ma więkzą porowatość.

Cechą charakterystyczną dla małych konwertorów, jak np. konwertor Tropenasa/Rys. 44/ jest to, że wydmuchiwanie powietrza następuje otworem umieszczonym w bocznej ścianie konwertora.

Tropenas doprowadzał powietrze takie dwoma otworami, w zamięciu, że powietrze przepuszczone niżej położonym otworem będzie dokonywać redukcji węgla, poczem przy pomocy tlenu doprowadzanego przez drugi otwór zachodzić będzie dalsze utlenianie tlenku na dwutlenek.

Chciał on tą drogą uniknąć strat ciepłych.

Wyniki jednak nie potwierdziły tego rozumowania i otrzymano te same rezultaty, co przy doprowadzaniu powietrza przy pomocy jednego otworu.

Oprócz rudy, z której wytopiony surowiec, zawierający 0,09% fosforu, co odpowiada 0,045% w rudzie, możemy przerabiać metodą Bessemera, która stanowi znaczną część produkcji amerykańskiej, oraz oprócz stali otrzymywanej sposobem Thomasa z surowca o zawartości 1,7 do 2,2% fosforu, stanowiącego 80% produkcji niemieckiej, 90% francuskiej i całość produkcji luksemburskiej, istnieją jeszcze inne rudy zawierające pomiędzy 0,1 i 1,7% fosforu.

Rudy wspomniane przerabiane są metodą Siemens-Martin'a.

Przy tym sposobie otrzymujemy lepszy gatunek stali, niż przy metodzie konwertorów, co jest przyczyną tego, że we Francji do wyrobu pocisków wymaga-  
na była koniecznie stal wyrabiana w piecach Martenowskich.

Sposób ten bowiem pozwala na szybsze pozbycie się gazów z otrzymywanej stali.

Niżej podane tablice wykazują nam stosunek produkcji stali drogą przeróbki surowca poszczególnymi sposobami w głównych państwach metalurgicznych /rys.45/.

PAŃSTWO	SPOSÓB	1880	1890	1900	1910	1913	1920	1930
STANY ZJEDNOCZ	BESSEMER	91,4	87,8	66,3	36,3	34,5		
	THOMAS	—	—	—	—	—		
	MARTINA	8,5	12,2	33,7	63,7	65,5		
ANGLIA	BESSEMER	92,7	15,7	3,4	1,3	0,3		
	THOMAS	4,9	66,9	63,9	60,3	64,3		
	MARTINA	2,4	17,4	33,0	38,4	34,8		
NIEMCY	BESSEMER	80,1	45,1	25,6	18,9	19,1	6,3	
	THOMAS	0,8	11,2	10,0	10,7	10,0	4,3	
	MARTINA	19,1	43,7	64,4	70,4	70,9	89,4	
FRANCJA	BESSEMER	18,5 27,5	26,2	13,6	3,1	1,8		
	THOMAS	42,3	37,0	46,8	61,2	65,4		
	MARTINA	30,2	36,8	39,6	33,7	30,8		

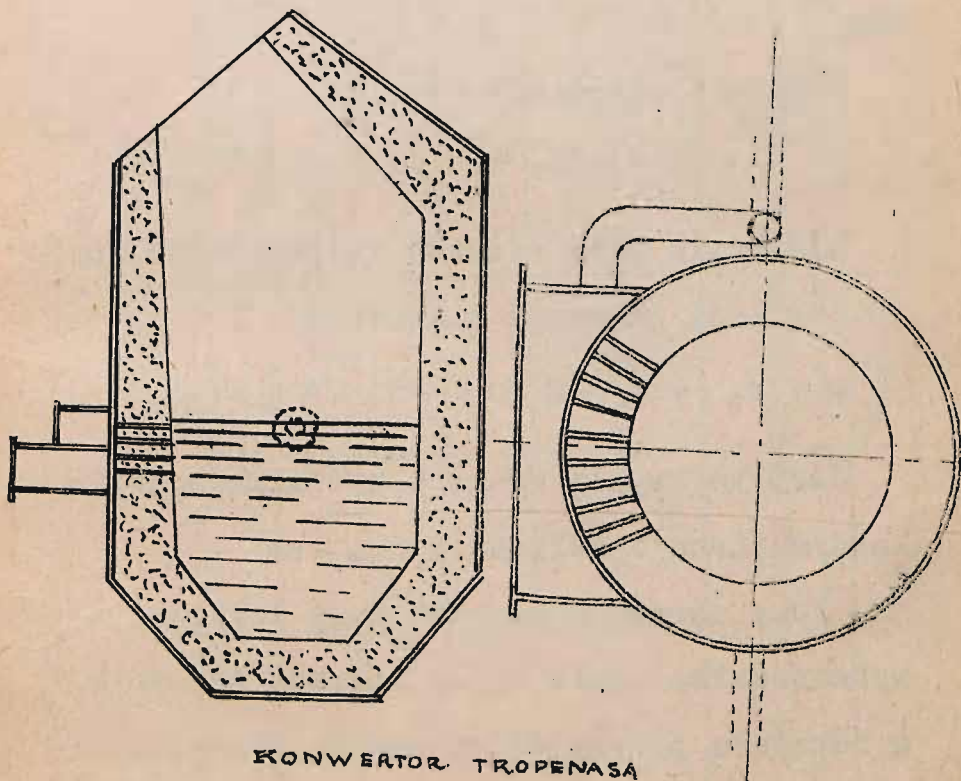
Do procesu Martenowskiego, który, jak to widać z powyższych tablic, wypiera coraz bardziej inne procesy, niezbędne są wielkie ilości opału gazowego dla utrzymania pieca przy wysokiej temperaturze, gdy

użycie pieców płemiennych nie dałoby pożądaney temperatury około +1600°.

#### XV. GAZY JAKO MATERJAŁ OPALOWY.

Gazy do ogrzewania pieców matrenowskich otrzymywać możemy wprost z natury, tam gdzie grunt obfituje w t.zw. gaz ziemny.

W Polsce mamy grunt taki w okolicach Krosna.



KONWERTOR TROPENASA

RYS. 44.

W innych miejscowościach musimy gaz opałowy otrzymywać w inny sposób, a mianowicie przez wy-