

Rys. 26

Dla doglądania wnętrza wielkiego pieca w rurze doprowadzającej powietrze do dyszy mamy umieszczoną szybkę.

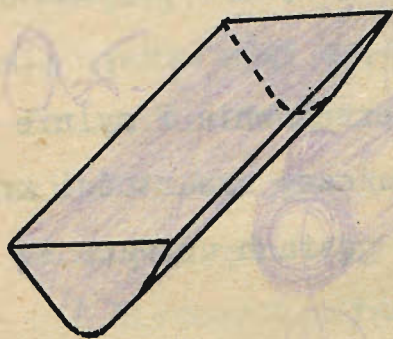
XII. PRODUKTY WIELKOPIECOWE.

Produkty wielkopieczowe dzielimy na trzy kategorie: surowiec, żużle i gazy.

Surowiec wytwarzający się w dolnej części wielkiego pieca, usuwany bywa z tegoż przez spust oraz doprowadzany korytkiem do mieszalnika, o ile ma być przerabiany na stal, albo do kadzi, o ile ma być użyty do odlewów.

W razie gdy surowiec nie jest przerabiany natychmiast po otrzymaniu go w wielkim piecu doprowadzany bywa korytkiem do t.zw. gęsi, w których odlewa się bloki wygodniejsze w transportowaniu.

Gęsi są to korytka zamknięte/niecki/o kształcie jak na rys. 27a, zazwyczaj odlewane z surowca, wkopane na przedpolu wielkiego pieca.



rys. 27a

Niekiedy gęsi są wprost wgłębieniami wykopanymi w ziemi, lecz to rzadko bywają używane z powodu znacznej straty

żelaza przy odlewaniu bloków.

Gęsi rozmieszczone na przedpolu wielkiego pieca napełnia się przez doprowadzania do nich ciekłego surowca przy pomocy odpowiednio urządzonych korytek i kanałów dopływowych.

Gęsi żelazne/odlewane z surowca/, oblewa się, przed

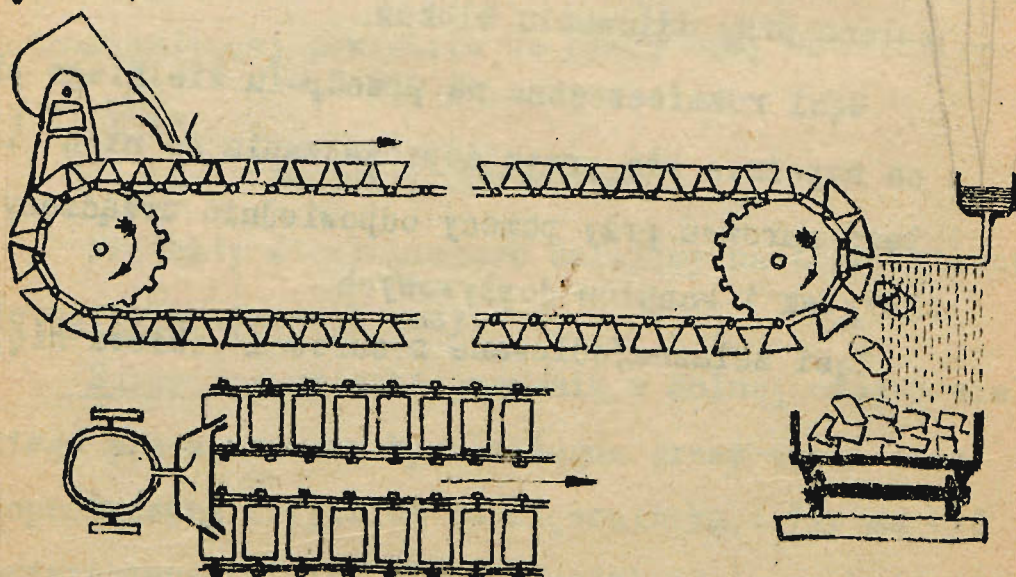
przystąpieniem do odlewania bloków, mlekiem wapien-
nym, które zapobiega przywieraniu surowca do ścia-
nek gęsi.

Dość długo unikano odlewania bloków w gęsiach
żelaznych/surowcowych/, gdyż surowiec w nich odlewa-
ny dawał złom drobnoziarnisty, z czego wnioskowano,
że bloki w nich odlewane zawierają mniej krzemu,
niż odlane w gęsiach wykopanych w ziemi. Te ostatnie
dawały złom gruby.

Widzimy więc jak powierzchownie i mylnie wniosko-
wano o większej lub mniejszej zawartości krzemu.

Do odlewania bloków w gęsiach używane są specjal-
ne maszyny automatyczne.

W Ameryce stosowane są maszyny typu łańcuchowego
/rys. 27b/



rys. 27 b.

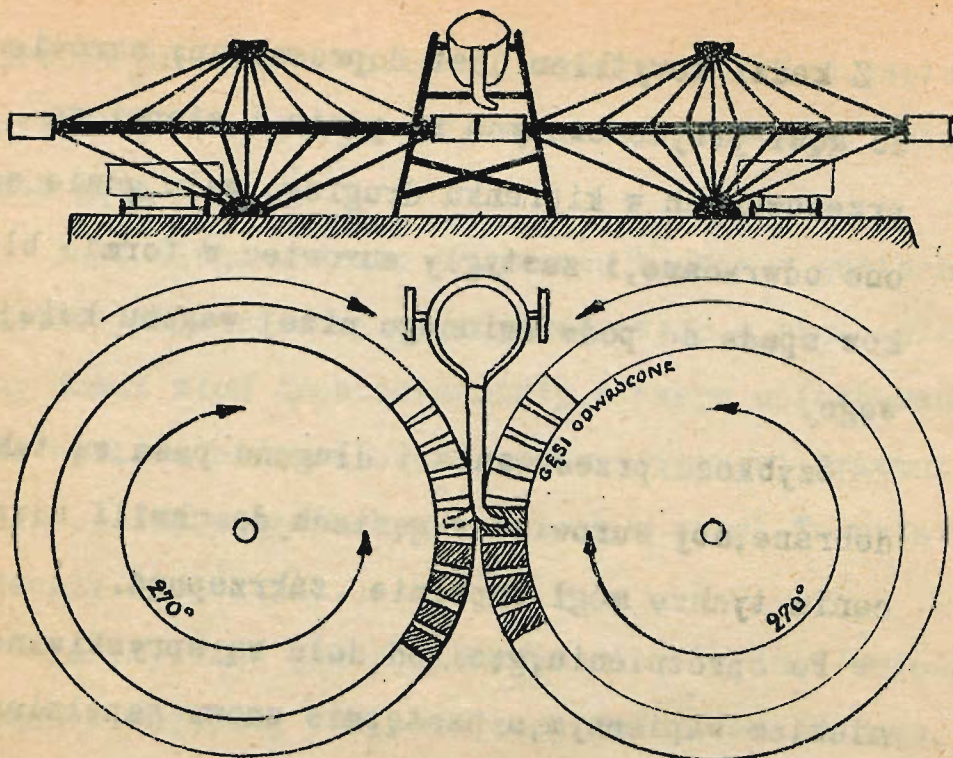
Z kadzi korytkiem jest doprowadzany surowiec do gęsi przymocowanych na pasie i stopniowo przesuwanych w kierunku drugiego wału, gdzie są one odwracane, i zastygły surowiec w formie bloków spada do podstawionego niżej wagonu kolejowego.

Szybkość przesuwania i długość pasa są tak dobrane, aby surowiec w gęsiach do chwili odwrócenia tychże mógł zupełnie zakrzepnąć.

Po opróżnieniu, gęsi od dołu są spryskiwane mlekiem wapiennym, a następnie znowu napełniane z kadzi płynnym surowcem.

W Niemczech używa się maszyn składających się z dwóch wielkich poziomych kół/rys. 28/ na obwodzie których znajdują się gęsi.

W miejscu styczności tych kół znajduje się kadź, z której doprowadzamy ciekły surowiec do gęsi jednego z kół. W tym czasie drugie koło podsuwa w odpowiednie miejsce próżną gęs. Kanał doprowadzający surowiec zostaje wtedy odwrócony w kierunku drugiego koła. Takie urządzenie pozwala utrzymać ciągłość potoku surowca bez ponoszenia strat przez rozlewanie tegoż poza gęsiami.



rys.28

Żużel jest 2-3 razy lżejszy od surowca. Usuwany jest przez spust w wielkim piecu umieszczony nad spustem dla surowca.

Spust ten przechodzi przez formę glinianą, chłodzoną wodą.

W normalnych warunkach otrzymujemy 1 tonnę żużla na 1 tonnę surowca / u nas 1,5t. do 2 t. żużla do 1 t. surowca/.

Żużel zlewany jest wprost do wagoników, a po ostygnięciu zsypywany w stosy.

Dzięki swej lekkości zajmuje dużo miejsca.

Żużel używany jest przede wszystkim do fabrykacji cegieł.

Ponieważ nie nadaje się on wprost do odlewania w cegły, przygotowujemy go do fabrykacji cegieł w sposób następujący: żużel jest zlewany małym strumieniem do wody i zastyga w niej w postaci piasku /granuluje się/.

W połączeniu z piaskiem granulowany żużel daje cegły równie mocne, jak piaskowe, ale znacznie lżejsze.

Żużel granulowany, wysuszony i zmielony w połączeniu z wapnem gaszonym, albo ceментом portlandzkim daje, tak zwany, cement żużlowy.

Żużle kwaśne, szkliste, próbowano przerabiać jeszcze w sposób następujący: na strumień żużla puszczano strumień pary i wówczas żużel zastygał pod postacią cienkich nitek t.zw, wełny żużlowej, która może zastępować azbest.

Gazy .Przed kilkudziesięciu laty gazy wielkopiecowe wcale nie były użytkowywane; wypuszczano je wprost na powietrze.

Obecnie są uważane za bardzo cenny produkt, posiadają bowiem wartość opałową 600-700 cal. na 1 m³.

40% gazów, wyprodukowanych przez piec, używa się

do ogrzewania kauperów, 15% do motorów, tłoczących powietrze i wykonywujących inne prace mechaniczne przy piecu.

Pozostałe 45% może być użytkowane w sposób dowolny, najczęściej do pędzenia dynamo maszyn, wytwarzających energję elektryczną.

Obecnie coraz częściej obok wielkiego pieca budowane są koksownie i wówczas ubogi gaz wielkopiecowy zużywany jest na opalanie koksowni, a bogaty gaz, o wartości opałowej 4000 kal. otrzymywany z węgla może być używany do innych celów, co obniża koszt produkcji koksu.

Zwykły gaz wielkopiecowy zawiera około 10 gramów pyłu na 1 m³, gdy tymczasem w gazie, używanym do ogrzewania kaupera, może być maximum 0,1 gramów pyłu na 1 m³, a w gazie używanym do pędzenia motorów, najwyżej 0,01 gramów na m³.

Skład pyłu w gazie wielkopiecowym jest/w%/:

C 5-20; SiO₂ 10-30; CaO 5-20; Al₂O₃ 5-15; Fe₂O₃ 10-60; MnO 1-10; K₂O oraz N₂O 1-10.

Pył zawierający znaczny % Fe₂O₃ po zbieraniu może być powtórnie użyty, jako ruda.

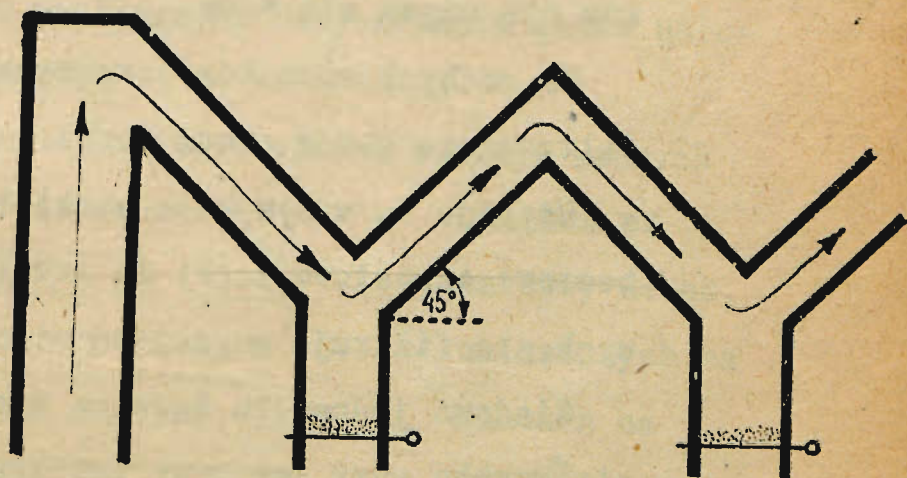
Do oczyszczania gazów z pyłu używane są aparaty 2 rodzaj. Aparaty statyczne, nie posiadające

części ruchomych: stosuje się w nich zmianę szybkości i kierunku ruchu gazów, lub płuczki wodne.

W aparatach dynamicznych gazy wielkopieczowe są oczyszczane przy pomocy drobno rozpylonej wody przy jednoczesnem zużytkowaniu siły odśrodkowej mieszaniny gazów i wody, wprowadzonej w ruch obrotowy.

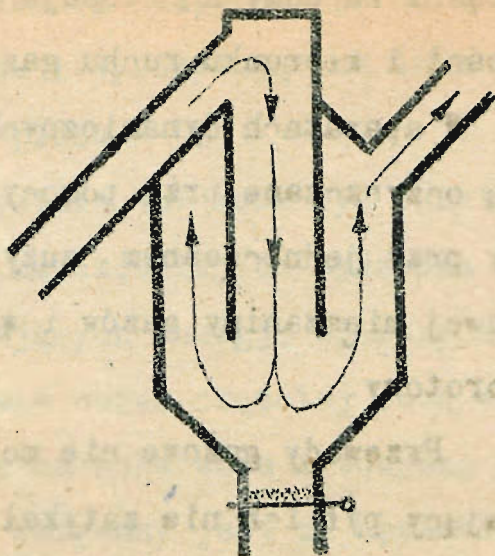
Przewody gazowe nie mogą być poziome, aby opadający pył ich nie zatykał. Kąt pochylenia kanałów winien być znacznie większy od kąta tarcia pyłu (36°)

Pył zsypuje się wówczas do zbiorników, skąd jest usuwany przez otwarcie dna /rys. 29 i 30/.



rys. 29

W aparacie na rys. 30 gaz, wychodząc z wąskiej rury do szerokiej traci swą szybkość, a dzięki



rys. 30

temu nie może z sobą porywać pyłu, który opada do zbiorników.

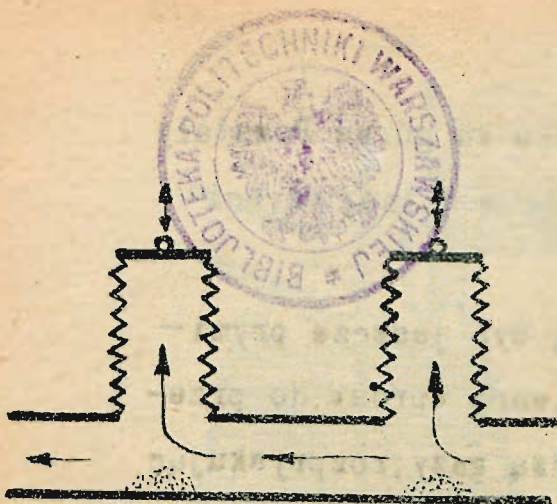
W aparatach wyżej opisanych do czyszczenia gazów nie używa się wody.

Do suchych sposobów oczyszczania należy również filtrowanie gazów przez worki.

Używane są w tym celu worki bawełniane lub azbestowe. Azbestowe worki są trwalsze od bawełnianych, ale filtrują gorzej od nich.

Wiadomo jednak, że bawełna w suchym gazie niszczy się szybko, gdyż już przy temperaturze $+70^{\circ}$, a w wilgotnym gazie wytrzymuje temperaturę do $+120^{\circ}$.

Z tego powodu przy używaniu worków bawełnianych przed filtrowaniem, gazy nie mogą być zbyt mocno nagrzane, aby nie utraciły wilgoci.

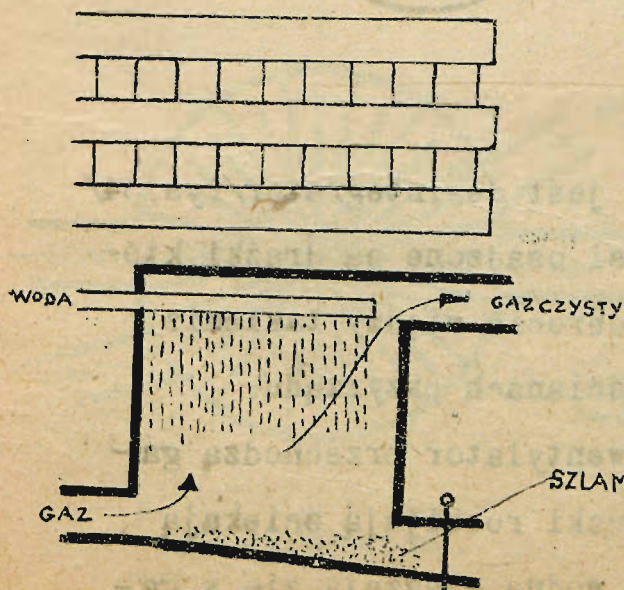


rys. 31

puszcza się na nie w kierunku przeciwnym kierunkowi gazów strumień powietrza, które osiadły na workach. pył zdmuchuje (rys. 31).

Do sposobów statycznych oczyszczania gazów należą również płuczki.

Mogą one być w formie wielkich baszt, w których



rys. 32

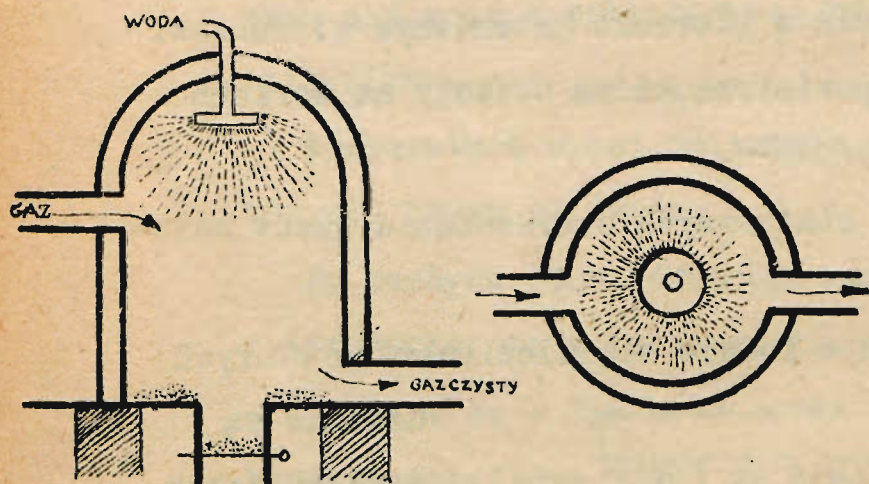
Gazy są doprowadzane do worków złożonych w kształcie harmonijki i są oczyszczane od pyłu przez wyprostowanie ich, pociągnięciem dna do góry, albo też, gdy są wyciągnięte,

ułożone są warstwy desek, ustawionych na kantach na krzyż (rys. 32)

Woda, ściekając z góry, rozбивa się na deskach i porывa ze sobą pył

z gazów, przechodzących od dołu ku górze. Powstały w ten sposób szlam zbiera się w dolnej części baszty/Rys.32/.

Płuczki tego rodzaju mogą być jeszcze prymitywniejsze: woda jest wtryskiwana wprost do przestrzeni, przez którą przechodzą gazy; rozpryskując się, porywa za sobą pył i opada razem z nim, jako szlam na podłogę/Rys.33/.

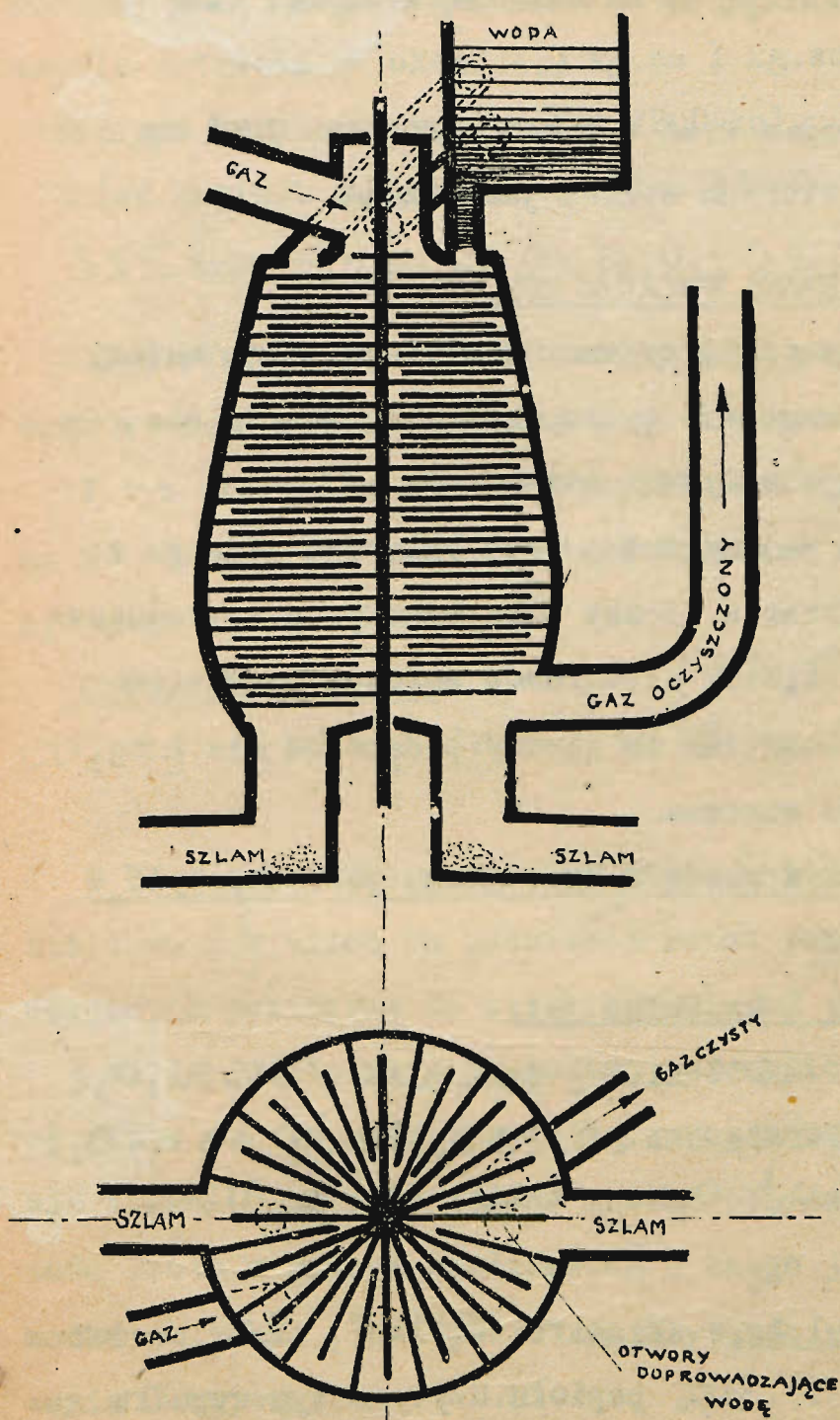


Rys.33

Aparatem dynamicznym jest desintegrator/rys.34/

Na obracającej się osi osadzone są drążki, które poruszają się przy obrocie między takimiż drążkami, osadzonemi w ścianach przyrządu.

Przez tego rodzaju wentylator przechodzą gazy; obracające się pałeczki rozbijają ściekającą z góry wodę na mgłę wodną, mieszają się z ga-



DESINTEGRATOR.

RYS. 34.

masi i wprawiają tę mieszaninę w szybki ruch obrotowy.

Mgła wodna wraz z pyłem odrzucona jest na zewnątrz, po których spływa jako szlam.

XIII. BILANS WIELKIEGO PIECA.

Przy obliczaniu bilansu wielkiego pieca należy brać pod uwagę nie tylko materiały zużyte, ale również energię zużytą i otrzymaną.

Bilans podany tutaj jest bilansem jednego z pieców. Wszystkie liczby otrzymane przy wyprodukowaniu pewnej ilości kilogramów surowca podzielono przez tę ilość, tak iż liczby podane są dla 1 kg. otrzymanego surowca.

Dla otrzymania 1 kg. surowca potrzeba było w danym piecu:

A. Rudy 2 kg. Skład jej:

70% Fe_2O_3 ; 15% SiO_2 ; 10% CaO ; 5% Al_2O_3 ;
a więc zawierała ona: 0,98 kg. Fe ; 0,42 kg. O_2 ;
0,3 kg. SiO_2 ; 0,2 kg. CaO ; 0,1 kg. Al_2O_3 .

B. Koksu 1 kg. o składzie 89% C; 2% produk-
tów lotnych i 9% popiołu. Użyty w tym wypadku
koks posiadał znaczną zawartość węgla, dlatego
też potrzeba było tylko 1 kg. Wogóle jednak koksu

gaszony wodą zawiera znacznie mniejszy % węgla i zwykle potrzeba go około 1,5 kg. na 1 kg. surowca.

Energja chemiczna koksu jest 7200 kal.

Skład popiołu w tym koksie był: 3% Na_2O i K_2O ;

53% SiO_2 ; 34% Al_2O_3 ; 7% Fe_2O_3 ; 3% CaO i MgO .

Skład popiołu jest bardzo ważny, gdyż popiół wchodząc w skład zużła, wpływa na jego topliwosć.

W tym przypadku widać, że popiół zawiera znaczny % SiO_2 a zatem wśród topników należałoby dodać więcej CaCO_3 .

C. Topników 0,5 kg. $\text{CaCO}_3 = 56\%$ CaO i 44% CO_2 t.j. 0,28 kg. CaO i 0,22 kg. CO_2 .

D. Powietrze. Nie można dokładnie obliczyć ilości zużytego powietrza na podstawie ruchu pomp, doprowadzających powietrze do wielkiego pieca.

Najdokładniejszym sposobem jest obliczenie ilości gazów otrzymanych przy 1 kg. surowca/na podstawie ilości spalonego węgla/ i stąd obliczyć zawartość azotu w gazach spalinowych, z czego już będzie można obliczyć ilość powietrza, użytą do wyprodukowania 1 kg. surowca.

Jak wiadomo skład powietrza jest: 77,6% N_2 ;
20,4% O_2 ; 2% H_2O ; w przybliż. $O_2 + 4 N_2$.

Przeciętny skład gazów w obliczanym piecu był:

12% (objętościowych) CO_2 ; 25% CO ; 60% N_2 ; 3% H_2

W jednym metrze sześciennym gazów było więc:

$$1000 \cdot 0,12$$

litrów CO_2 zatem gramocząsteczek/bo w każdej

grcząst. jest 12 gr / było tam $\frac{1000 \cdot 0,12}{22,4}$

czyli $\frac{1000 \cdot 0,12}{22,4} \cdot 12$

gramów węgla albo $\frac{1000 \cdot 0,12 \cdot 12}{22,4 \cdot 1000}$

kg. węgla w 1 m³ gazów, ale tylko z 12% CO_2 ;

biorąc pod uwagę również 25% CO otrzy

mamy: $\frac{12}{22,4} (0,12 + 0,25) = 0,2 \text{ kg.}$

kg. węgla w 1 m³ gazów spalinowych.

Wogóle zaś na 1 kg. surowca było węgla:

z koksu 0,89 kg., z topników $\frac{12}{100} \cdot 0,5 = 0,06 \text{ kg.}$

/gdzie 12 ciężar atomowy węgla, a 100
ciężar drobinowy $CaCO_3$; od tego odjąć
należy 0,04 kg. węgla, który nie spalił się,
lecz pozostał w surowcu.

Więc na 1 kg. surowca zostało spalone:

$$0,89 + 0,06 - 0,04 = 0,91 \text{ kg. } C (\text{węgla})$$

a więc na 1 kg. surowca otrzymano $\frac{0,91}{0,2} = 4,55 \text{ m}^3$
gazów.

Stąd według stosunku zawartości azotu w po -

wietrze i w gazach, obliczyć można ilość powietrza potrzebną do wyprodukowania 1 kg. surowca; mianowicie:

$$4,55 \cdot \frac{60}{77,6} = 3,52 \text{ mtr.}^3,$$

$$\text{a w kilogramach: } 3,52 \cdot 1,29 = 4,55 \text{ kg.}$$

Należy jeszcze obliczyć energję cieplną tego powietrza, gdyż wchodzi ono do pieca, ogrzane do temp. około $+700^{\circ}$;

$$\text{Ciepło właściwe powietrza: } 6,5 + 0,0012T;$$

$$T = 273^{\circ} + t; \quad t = +700^{\circ};$$

Skąd według wzoru dla ciepła drobinowego powinno

$$Q = [a + b (273 + \frac{t}{2})] \cdot t$$

i wiedząc, że było zużyte $\frac{3520}{22,4}$ drobin znajdujemy:

$$Q = \frac{6,5 + 0,0012 (350 + 273)}{1000} \cdot \frac{3520}{22,4} \cdot 700 = 798 \text{ kal.}$$

w przybliżeniu 800 kal.

Q jest podzielone przez 1000, aby otrzymać rezultat w dużych kalorjach.

Są to materiały zużyte w wielkim piecu: razem 8 kg. materiałów o 8000 kal. energii.

$$(7200 \text{ kal. koks.} + 800 \text{ kal. powietrze.})$$

Z pieca otrzymujemy:

A. Surowiec: otrzymujemy go:

$$0,98 - 0,02 + 0,04 = 1 \text{ kg.}$$

/w rudzie było 0,98 kg. Fe ; 0,02 nie weszło do surowca, pozostawszy w żużlu, natomiast przybyło 0,04 kg. C, który wszedł w skład surowca/.

Surowiec ten posiada energję chemiczną, na którą składa się: energja otrzymana z dysocjacji

Fe_2O_3 odpowiadającego 0,96 kg. Fe,
i z dysocjacji CO_2 odpowiadającego
0,04 kg. C.

$$Q = \frac{195000}{112} \cdot 0,96 + \frac{97000}{12} \cdot 0,04 = 1993 \text{ kal.}$$

w przybliżeniu 2000 kal.

Energję termiczną q tego surowca obliczyć łatwo wiedząc, że ciepło właściwe żelaza w temperaturze między 0° a $+1500^\circ$ w takiej temperaturze otrzymujemy surowiec/ $= 0,18$, a ciepło krzepnięcia $= 34$, stąd:

$$q = 0,18 \cdot 1500 + 34 = 304 \text{ kal.} \approx 300 \text{ kal.}$$

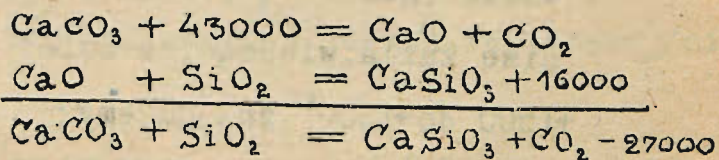
A więc 1 kg. surowca posiada ok. 2000 kal. energii utajonej/chemicznej/ i ok. 300 kal. energii jawnej /cieplnej/.

B. Żużle.

SKŁADNIKI		SiO ₂	CaO	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃ i inne.
WAGA SKŁAD- NIKÓW ŻUŻLA, KTÓRE WESZ- ŁY DO NIEGO	Z RUDY	0,300	0,200	0,100	0,020
	Z TOPNIKÓW	—	0,280	—	—
	Z POPIOŁU	0,050	—	0,030	0,010
RAZEM		0,350	0,480	0,130	0,030
SKŁAD % ŻUŻLA		35%	49%	13%	3%

Ze składu żużli oblicza się temperaturę ich topnienia; w tym wypadku wynosi ona około +1300°.

Energję chemiczną żużli oblicza się, jako różnicę pomiędzy energją, pobraną przez nie podczas dysocjacji CaCO₃, a energją wyładowaną przy syntezie CaSiO₃:



Nie wszystkie CaCO₃ przechodzi tę reakcję do końca.

Jeśli nie brać tego pod uwagę, to w przybliżeniu otrzymamy:

$$Q_0 = \frac{27000}{100} \cdot 0,5 = 135 \text{ kal. (gdzie 100 ciężar drob. CaCO}_3\text{)}$$

Przy uwzględnianiu tego otrzymujemy przy dysocjacji 0,5 kg. CaCO_3 :

$$Q_1 = \frac{43000}{100} \cdot 0,5 = 215 \text{ kalorii.}$$

Jednak z 0,35 kg. SiO_2 połączy się tylko 0,325 kg. CaCO_3 ; otrzymamy zatem 0,675 kg. SiO_2 , który przy syntezie zużyje:

$$Q_2 = \frac{16000}{116} \cdot 0,675 = 94 \text{ kal.}$$

Stąd energia żużła:

$$Q_0 = Q_1 - Q_2 = 121 \text{ kalorii.}$$

Rezultaty tego rachunku nie wiele się różnią od rezultatów rachunku przybliżonego.

Energję termiczną żużła obliczyć można według tablic, gdzie są podane temperatura i ciepło właściwe żużła; wiedząc, że żużel ochładza się od $+1500$ do $+1300^\circ$, znajdujemy:

$$q = 350 + (1500 - 1300) \cdot 0,4 = 430 \text{ kal.}$$

Dokładniej można obliczyć energję termiczną żużła, znajdując oddzielnie:

a/ ciepło, potrzebne do ogrzania żużła od 0° do $+1300^\circ$; przyczem należy tę liczbę znaleźć jako sumę ilości ciepła niezbędnego do ogrzania do tej temperatury poszczególnych składników żużła:

SKŁADNIKI	C. wł.	C. wł. x 1300 x (zawartość proc. składn.)
SiO_2	0,23	105
CaO	0,22	140
$\text{Al}_2\text{O}_3 (\text{Fe}_2\text{O}_3)$	0,27	59
RAZEM	—	304

b/Ciepło krzepnięcia/topnienia/ = 50 kal.;/dla żużli krystalizujących się ciepło to nie istnieje/

c/ciepło, potrzebne do ogrzania stopionego żużla od $+1300^\circ$ do $+1500^\circ = 200 \cdot 0,4 = 80$ kalorii.

W sumie zatem otrzymamy:

$$304 + 50 + 80 = 434 \text{ kalorii.}$$

Żużel posiada 100 kal. energii chemicznej tajnej i 400 kal. energii jawnej, termicznej/ciepłej/.

Gazy: Do pieca zużyto 8 kg. materiałów na 1 kg. surowca, otrzymaliśmy 1 kg. surowca i 1 kg. żużla. Reszta 6 kg. musiała wyjść w gazach spalinowych.

Obliczamy to jednak inną drogą.

Znajdujemy wagę 1 m^3 gazów spalénowych:

GAZ	% objęł.	WAGA 1 mtr. ³	ilości zawartej w 1 m. ³ mieszaniny
CO ₂	12	1,98	0,238
CO	25	1,25	0,314
N ₂	60	1,25	0,752
H ₂	3	0,08	0,002
RAZEM	100	—	1,306 kg.

T.j. waga 1 m³ gazów spalin. 1,306 kg.

/Waga 1 m³ gazu danego oblicza się, jak wiadomo:

$$\frac{\text{ciężar drobinowy}}{22,4} = \text{waga 1 mtr.}^3 \text{ w kg.}; \text{ pomnożone przez 1000}$$

daje wagę 1 m³ gazu/.

Ponieważ, jak to było obliczone przy znajdowa-
niu ilości zużytego powietrza, na 1 kg. surowca
otrzymujemy 4,55 m³ gazów, zatem ważą one:

$$1,306 \times 4,55 = 5,9 \text{ kg.}$$

Energję termiczną gazów obliczamy podobnie, jak
energję powietrza wdmuchiwanego; gazy wychodzą
w temp. +150°; zatem dla CO, N₂ i H₂ jest:

$$Q_1 = \frac{6,5 + 0,0012(273 + 75)}{1000} \cdot \frac{(0,25 + 0,60 + 0,03)}{22,4} \cdot 4550 \cdot 150 = 184 \text{ kal.}$$

Dla CO₂:

$$Q_2 = \frac{6,5 + 0,0074(273 + 75)}{1000} \cdot \frac{0,12 \cdot 4550}{22,4} \cdot 150 = 31 \text{ kal.}$$

Razem ciepła jawnego 215 kal.

Energja utajona: CO mamy w gazach:

$$\frac{1000 \cdot 0,25}{22,4} \frac{\text{drobin}}{\text{mtr.}^3} = 11,2 \frac{\text{drobin}}{\text{mtr.}^3};$$

Energja chem. CO, zawartego w 1 m³ gazów jest:

$$\frac{68000}{1000} \cdot 11,2 = 760 \text{ kal.}$$

dla H₂ mamy go:

$$\frac{1000 \cdot 0,03}{22,4} = 1,34 \frac{\text{drobin}}{\text{m}^3};$$

zatem H₂ zawarty w 1 m³ gazów posiada energii chemicznej:

$$\frac{52000}{1000} \cdot 1,34 = 78 \text{ kal.};$$

razem na 1 m³ gazów wypada 838 kal. zatem na 4,55 m³ około 3800 kal. energii chemicznej, razem ciepło jawne i utajone około 4000 kal. na 1 kg. surowca.

OTRZYMALIŚMY ZATEM W WIELKIM PIECU:

SUROWIEC	1 kg.	2300 kal.
ŻUŻLE	1 kg.	550 --
GAZY	5,9 kg.	4000 --
WODA (40 ltr)		200 --
RAZEM	7,9 kg.	7050 kal.

Przy zasilaniu pieca wodą w 1 kg. surowca należy 10 litrów wody, która ogrzana się do temperatury + 20° zabiera 200 kal. otrzymujemy ciepła 200 kal.

Piec otrzymał 8000 kal. na 1 kg. surowca; w otrzymanych produktach jest tylko 7050 kal. zatem resztę 950 kal. musiał piec wypromieniować bezpośrednio.