

## Publikacja ze zbiorów Biblioteki Głównej AGH w Krakowie

### Digitalizacja dorobku naukowo-badawczego Profesorów AG w Krakowie w l. 1919–1945

projekt dofinansowany w ramach programu Ministra Edukacji i Nauki „Społeczna Odpowiedzialność Nauki”

moduł: Wsparcie dla bibliotek naukowych

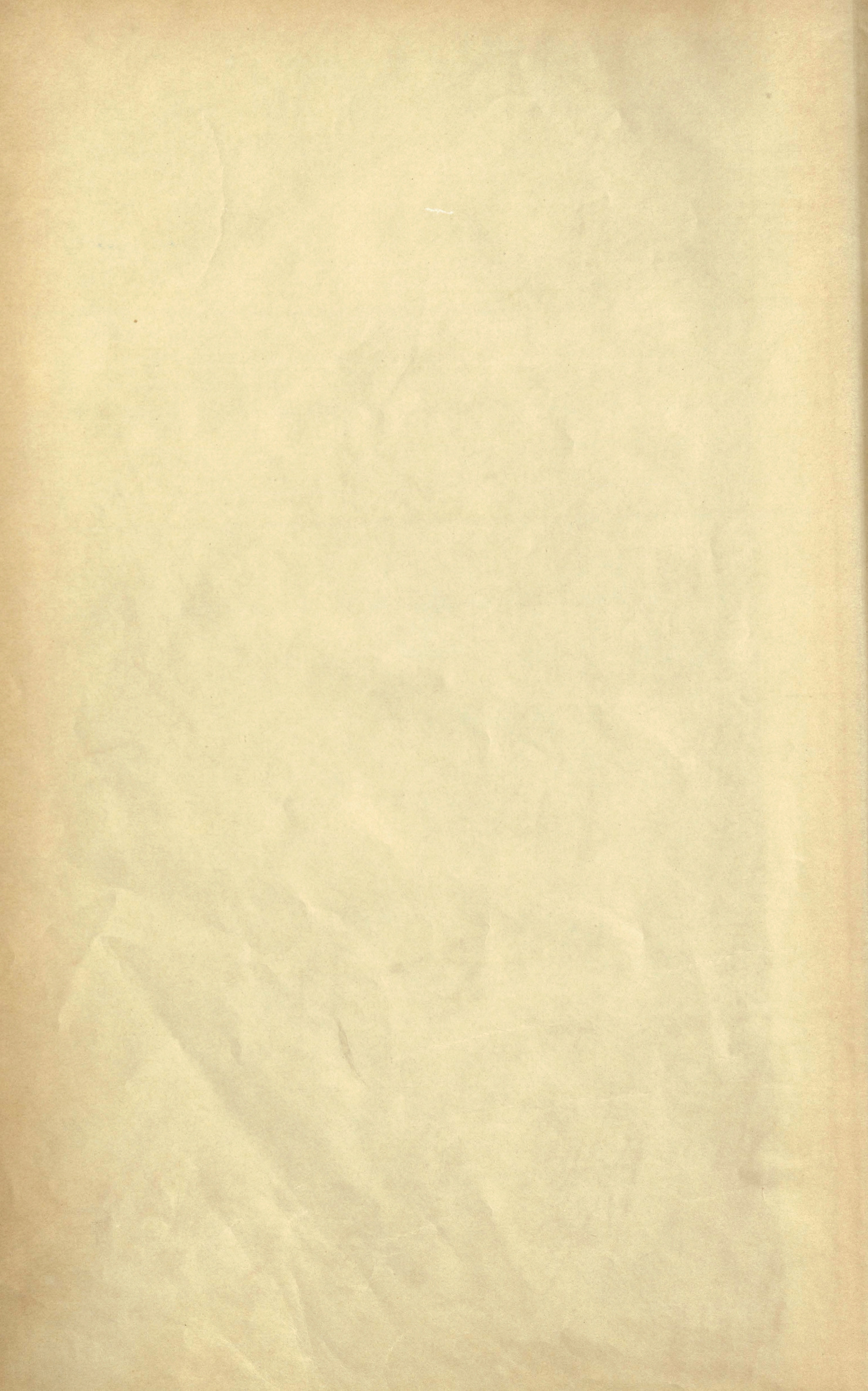


01.11.2022–31.07.2024  
SONB/SP/548765/2022









ZAKŁAD ODLEWNICTWA

AKADEMJI GÓRNICZEJ

w Krakowie.

Inż Jerzy Buzek.

PŁOMIENIAKI.

=====

III



~~3640~~

~~3426~~

~~III 15603~~

~~III. 41991~~



NWB 12852

Akc. Nr. 295 / 33

## P Ł O M I E N I A K I .

---

/ Niem. = "Flammofen", ang. "Air furnace, Reverberatory furnace", franc. "Four a reverbère de fonderie"./

Pierwotnie płomieniaki służyły do przetapiania dużych ilości bronzu, z którego <sup>l</sup>odlewano posągi, dzwony i armaty. Znano je już ok. r. 1500. Kiedy zastosowano je po raz pierwszy do topienia żeliwa, nie wiadomo, wiemy tylko, że w r. 1765 były w ruchu w Anglii / Cumberland /, gdzie odlewano z przetopionego w nich żeliwa ciężkie odlewy. Pędzone były węglem kamiennym. Do przetapiania bronzu stosowano, jako paliwo, drzewo.

Dzisiaj rozpowszechnione są płomieniaki najbardziej w odlewniach Ameryki, w Europie na ogół rzadko je stosujemy. U nas w Polsce w r. 1928 pracowało ok. 350 żeliwni, posiadających ok. 600 żeliwiaków, a tylko 2 płomieniaki, jeden płomieniak jest w ruchu w "Hucie Zgody" na Górnym Śląsku.

W Niemczech w r. 1924 w 1560 żeliwniach było 3147 żeliwiaków, oraz 121 płomieniaków.

W Europie stosujemy do przetapiania żeliwa płomieniaki przede wszystkim do odlewów dużych walców utwardzonych i nieutwardzonych, i wogóle do wyrobu dużych, ciężkich odlewów.

Zużyte, stare walce i inne ciężkie odlewy, o wadze 5, 10 i więcej ton, nie nadają się dla żeliwiaków, chyba w stanie odpowiednio rozdrobnionym. Rozdrabnianie dużych odlewów jest kosztowne. Do płomieniaków ładujemy całe walce i duże kawały złomu, i to jest jeden z powodów stosowania płomieniaków w odlewniach.

Płomieniaki są stosowane w Ameryce bardzo często, w Europie tylko niekiedy, w kowaliwniach / żeliwniach, wyrabiających wyroby kowalne /. Dzieje się to nie z powodów, przytoczonych powyżej, więc nie dla tego, aby móc przetapiać duże kawały żelomu w stanie nierozdrobnionym, lecz z powodu innego: żeliwo kowalne wymaga bardzo dobrego przegrzania, oprócz tego, zawartość Si i C powinna być trzymana w ściśle określonych granicach. Płomieniak zezwala na dokładniejsze regulowanie składu chemicznego żeliwa, przeznaczonego do odlewu. W płomieniaku ani paliwo, ani, po roztopieniu wsadu, gazy grzewcze, nie są w bezpośredniej styczności z żeliwem, i nie wpływają ujemnie na jego skład chemiczny. Prócz tego, płomieniak pozwala na trzymanie płynnego żeliwa dowolnie długo, więc na przegrzanie go dowolnie wysoko, tak, że możemy zmieniać skład chemiczny żeliwa przy pomocy dodatku żelazomanganu i innych stopów. Dalej, po spuszczeniu żużla, możemy podać odkrytą powierzchnię kąpieli żeliwa działaniu gazów gorących, możemy więc żeliwo świeżyć, t. j. spalać pewną część jego składników: Si, Mn, C.

---ooo---

Według gatunku odlewów rozróżniamy więc dwa rodzaje pieców płomieniowych:

- a/. Płomieniaki do zwykłego przetapiania, oraz
- b/. " " "świeżące", do wyrobu żeliwa kowalnego.

Przy omawianiu wymiarów płomieniaków i ich sposobu budowy podane będą dalsze szczegóły.

---ooo---

#### P A L I W O.

Płomieniaki zwykle pędzone są na węglu kamiennym, grubym, spalającym się długim płomieniem. Znakomity do tego celu węgiel, długopłomienny i niespiekający się, posiada Górny Śląsk. Takiej

Jakości węgla wymagają płomieniaki przede wszystkim wtedy, jeżeli są - jak to się zwykle dzieje - pędzone powietrzem, poruszaniem naturalnym ciągiem kominowym. Przy stosowaniu podmuchu nie jesteśmy tak bardzo ograniczeni w doborze węgla.

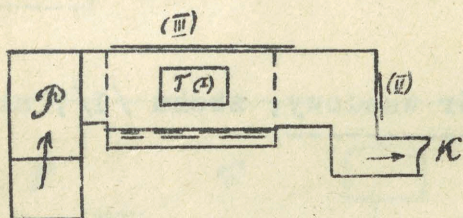
Zamiast węgla stosowany jest przy płomieniakach o ruchu ciągłym gaz generatorowy, ale i to bardzo rzadko.

Płomieniaki, pędzone ropą, różnią się swą postacią znacznie od płomieniaków zwykłych, stosowane są do przetapiania mniejszych ilości szlachetnego żeliwa, staliwa, wzgl. kowaliwa / p. Osann, a/ płomieniak przechylny, pat. K. Schmidta, b/ "torpedo" w postaci beczki /.

Oprócz tego, istnieją płomieniaki, pędzone przeważnie pyłem węglowym, w nowszym czasie piec tego typu w/g pomysłu inż. Brackelsberga, często omawiany w literaturze, znalazł gdzieś zastosowanie.

---ooo---

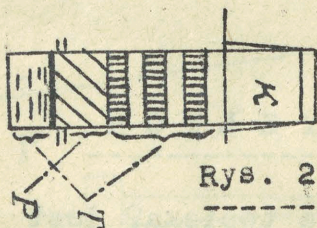
O P I S Z W Y K Ł E G O P Ł O M I E N I A K A .



Rys. 1.

Zwykły płomieniak / rys. 1 / składa się zasadniczo z trzech części:  
a/ z paleniska P,  
b/ z topiska T,  
c/ z komina K.

Te same zasadnicze części mamy także przy żeliwiaku, z tą różnicą, że topisko żeliwiaka podzielone jest paleniskiem na dwie



Rys. 2.

żeliwa. Topisko płomieniaków wypełniane jest prawie w całej swej przestrzeni wsadem żeliwa. Wsad żeliwa, ogrzany gazami spalania, do

temperatury topienia, stapia się stopniowo, a płynne żeliwo gromadzi się na spodzie topiska i pokrywa cienką warstwą żużla. Dolną część topiska nazywamy trzonem. Górna część topiska, sięgająca od powierzchni "kąpieli" przetopionego wsadu aż do sklepienia, stanowi t. zw. "wolną przestrzeń topiska".

Mur, oddzielający palenisko P od topiska T, nazywamy "progiem ogniowym", / niem. Feuerbrücke /.

Otwór spustowy dla płynnego żeliwa umieszczony jest albo zaraz za progiem ogniowym, albo w środku topiska, albo w tylnej części topiska, przed kominem. Rzecz jasna, że spód pieca należy budować nachylony w kierunku spustu.

Jak widzimy, gazy spalania, opuszczając przestrzeń topiska, uchodzą wprost do komina K, przy temperaturze bardzo wysokiej, równającej się conajmniej temperaturze topienia żeliwa, więc przy temperaturze 1100 do 1250°C, i dochodzi<sup>a</sup> w okresie roztopiania do 1300°C, zaś w okresie przegrzewania do 1300 - 1500°C. Tem tłumaczą się przede wszystkim ogromne straty ciepła, oraz bardzo mała sprawność cieplna płomieniaka, 8 do 12% / przy ruchu ciągłym i z podmuchem, do 20% /, co jest główną przyczyną tak rzadkiego stosowania płomieniaków w praktyce odlewniczej.

Ładowanie wsadu odbywa się przez otwór wsadowy, z boku /I/, albo z tyłu /II/, albo przez sklepienie /III/.

Komin stoi albo w osi płomieniaka, wtedy okno wsadowe musi być umieszczone z boku, albo obok płomieniaka, wtedy otwór wsadowy można umieścić w tylnej części pieca.

---000---

#### T Y P Y P Ł O M I E N I A K Ó W Z W Y K Ł Y C H.

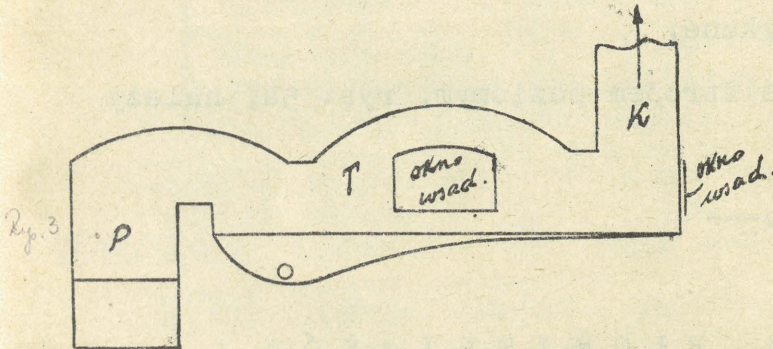
Najważniejszą częścią płomieniaka, względnie topiska, jest

sklepienie. To też kształt jego decyduje o typie pieców.

I. Typ angielski: sklepienie łamane, rys. 3.

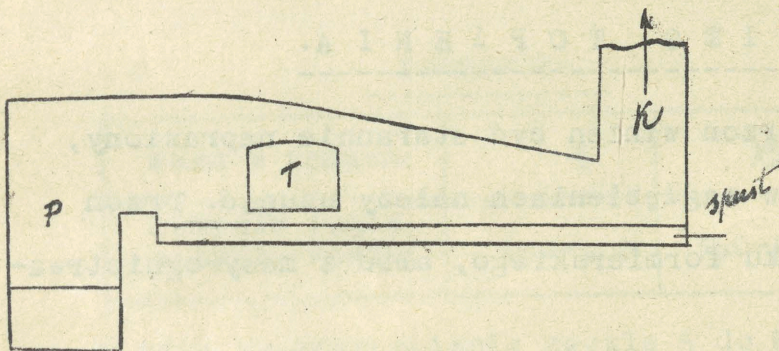
II. Typ niemiecki: sklepienie w kierunku komina skośne ku dołowi. / rys. 4 /.

III. Typy amerykańskie: a/. Sklepienie poziome / typ normalny, rys. 5a /, b/. Sklepienie w kierunku komina skośne ku górze, rys. 5b. c/. Sklepienie wielbłądzie, rys. 5c.



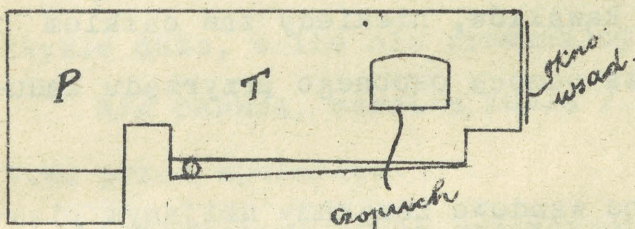
Rys. 3. Typ angielski.

Sklepienie łamane, komin w osi pieca, otwór wsadowy z boku, spust pod progiem ogniowym.

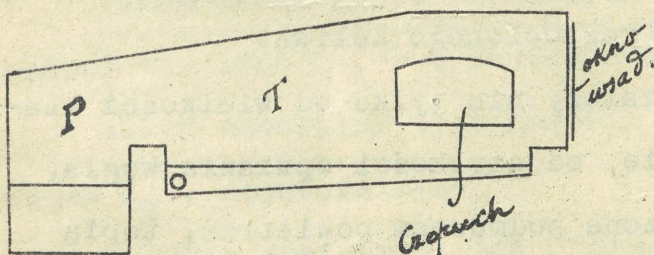


Rys. 4. Typ niemiecki.

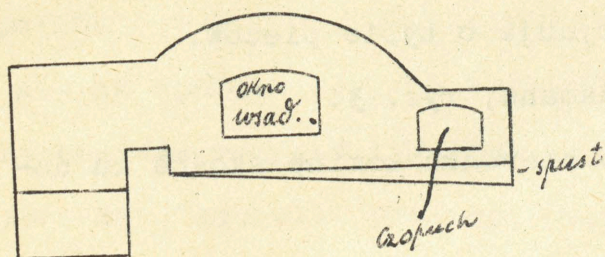
/ Siegerland /. Sklepienie nachylone na dół, w kierunku komina, komin w osi pieca, otwór wsadowy z boku, spust pod kominem.



Rys. 5a. Typ amerykański, 25 t., NORMALNY. Sklepienie poziome, komin z boku pieca, otwór wsadowy z tyłu, spust przy progu ogniowym.



Rys. 5B. Typ amerykański 45 t. Sklepienie pochyłone w kierunku paleniska, komin na boku, otwór wsadowy z tyłu, spust pod progiem ogniowym.



Rys. 5c, z "grzbietem wielbłądzim", typ amerykański, 15 ton.  
 / Ang. "camel back air furnace",  
 niem. "Kameelrückenofen". Komin i otwór wsadowy z boku, spust przy czopuchu.

Sklepienie "łamane", albo "wielbłądzie" - kosztowne w utrzymaniu, dla tego dziś już rzadko spotykane.

Płomieniak amerykański ze stropem poziomym, rys. 5a, należy uważać za normalny.

---000---

W Y N I K I R U C H U P Ł O M I E N I A K Ó W

I P R Z E B I E G T O P I E N I A .

Po każdym przetopie trzon winien być starannie naprawiony, resztki skrzepłego żeliwa w zagłębieniach należy usunąć. Trzon sporządzamy z ubitego piasku formierskiego, albo z masy ogniotrwałej.

Ładowanie wsadu odbywa się zwykle ręcznie, naturalnie z pomocą żórawi do transportu większych kawałków, niekiedy zaś całkiem mechanicznie przez okno wsadowe, za pomocą osobnego przyrządu ładującego.

Przed zapaleniem ogniska okno wsadowe zamykamy ubijanym piaskiem.

Proces topienia składa się z dwóch części: a/. stopniowe roztopianie wsadu i b/. przegrzanie roztopionego żeliwa.

Cały czas trwania przetopu zależy nie tylko od wielkości wsadu, lecz także, przy danym wsadzie, od szybkości spalania węgla, więc od ciągu komina: piece, pędzone podmuchem powietrza, topią szybciej. Następnie - czas trwania topienia zależy także od tego,

czy ładujemy wsad do pieca zimnego, czy też zaraz po ukończeniu poprzedniego przetopu, do pieca gorącego. Na czas ten wpływa także czas chemiczny wsadu, wzgl. jego odchylenie od żądanego składu żeliwa gotowego.

Tabela 1.

Wsad ton:	7,5	12	15	25
Czas trwania przetopu godz.:	8	10	12	20

Zużycie węgla zależy od czasu trwania topienia, więc od tych wszystkich czynników, które mają wpływ na czas topienia.

Strata węgla na ruszcie wynosi, w/g Osanna, ok. 7%.

Dane tegoż autora:

Tabela 2.

Wsad w tonach:	5	15	25	45
Zużycie węgla w kg/t. wsadu:	550-700	350-450	300-400	250-300

Strata na przetapianie zwykle 5 do 8% wagi wsadu, łącznie ze stratami mechanicznymi. Sama strata na spalanie Si, Mn, C nie jest zwykle duża, o ile nie prowadzimy procesu świeżenia.

W/g Osanna, warstwa żużla / 5 do 8% wagi wsadu /, chroni żeliwo przed spalaniem.

Temperatura gazów grzewczych nad kapielą metalową w czasie II-go okresu / przegrzewania /, wynosi w promieniaku 1500 do 1600°C.

Temperatura gazów odlotowych na początku procesu topienia wynosi ok. 1200°C., pod koniec - 1400 do 1500°C.

Skład chemiczny tych gazów / Osann /: 12,7% CO<sub>2</sub>, 5,9% O<sub>2</sub>, 81,4% N<sub>2</sub>, objętościowo.

Nadmiar powietrza: 40% / "Stahl u. Eisen", 1913, str. 673 /, zaś w/g Gnadego: 16% / "St. u. E.", 1919, str. 590, 710 /.

Spalanie węgla powinno być szybkie, aby ilość ciepła, wytworzona

w jednostce czasu, była jak największa.

Ilość żużla w stosunku do wagi żeliwa: 5 do 8%.

-----  
 Skład chemiczny żużla przy dodatku 2 do 4% wapienia w stosunku do wagi wsadu:

Tabela 3.

Autor	$SiO_2$	$Al_2O_3$	FeO	MnO	CaO	MgO	Ilość
Lédebur / Osann, str. 52/	49,72	5,05	15,93	20,04	7,98	ślady	-
Gnade	48,64	10,29	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 0,76 FeO 8,2	8	22,28	0,96	5,7%
Osann, str. 52	48,2	4,3	2,6	2,8	28,7	9,7	4,3%
/ Dodatek CaO 1,2 kg. na 100 kg. wsadu /.							

Tabela 4.

Niektóre dane, dotyczące ruchu płomieniaków / Osann, str. 41 /.

Piec	Górnośląski			Siegerl.	Dolny Reński	Ameryk. S. E. 906.
Wsad ton	7,5	12	12,5	14	25	25
Czas topienia godz.	8	12	10	12	20	9
Całk. ilość spalonego węgla ton	3	4,8	4	5,6	11,25	7,5
Ilość węgla, spalonego przeciętnie na 1 godz. - kg.	375	400	400	467	562	833
Ilość gazów na sek.	1,77	1,88	1,88	2,2	2,72	3,87
Wolna przestrzeń topiska m <sup>3</sup>	3,88	4,66	4,89	3,74	7,15	14,96
Czas pobytu gazów w topisku sek.	2,3	2,5	2,72	1,7	2,96	3,6
/ przeciętnie liczy Osann 3" /						

Dane, w/g Osanna, dotyczące budowy płomieniaków:

1/. Powierzchnia kąpieli, w/g Lédebur: 0,5 do 1 m<sup>2</sup>/t. wsadu.

Tabela 5.

wsad ton	7,5	7,5 - 10	10 - 15	15 - 45
Powierzchnia káp. m <sup>2</sup> /t. wsadu	1,0	0,75	0,55	0,5

2/. Szerokość kąpieli od 1,2 do 2,2 m.

Przy wsadzie 10 do 15 ton, szerokość B = 1,6 do 1,8 m.

3/. Powierzchnia rusztu, w/g Ledebura, równa się 1/3 pow. kąpieli. Na 1 kg. spalonego w ciągu 1 godziny węgla liczy się 35 do 45 cm<sup>2</sup> rusztu. Duży ruszt nie jest szkodliwy, bywa nawet do 70 cm<sup>2</sup>/kg. węgla, spalonego na godzinę.

4/. Przekrój komina = 20 do 25% całkowitej powierzchni rusztu.

Wysokość komina H = 25.D<sub>gór.</sub> m. / H = 15 do 25 m./

Czopuch: 1/9 do 1/10 pow. całkowitej rusztu.

5/. Wysokość górnej krawędzi progu ogniowego nad rusztem:

Górny Śląsk 300 - 350 mm.

Siegerland 400 mm.

Nadrenja 600 mm. / niekiedy 1 więcej /.

Wysokość górnej krawędzi progu ogniowego nad kąpielą: 0,2 m.

Nachylenie trzonu: 1:60 / niekiedy większe /.

Okno wsadowe: szerokość 1200 mm., wysokość aż do sklepienia.

Wysokość trzonu nad poziomem huty: ok. 1 m.

Grubość obmurza:

ściany boczne.....400 mm.

ściana czołowa paleniska....240 "

" " czopucha.....400 "

próg ogniowy.....500 "

sklepienie.....230 "

---000---

OPIS PŁOMIENIAKÓW RÓŻNYCH TYPÓW.

---

1. Płomieniak typu angielskiego.

---

Płomieniak typu angielskiego jest przedstawiony na tablicy I.  
/ Pierwszy płomieniak tego typu w Cumberland, w r. 1765, stosowa-  
ny do przetapiania żeliwa /.

Wsad tego płomieniaka: S = 7 do 7,5 tony.

Powierzchnia całkowita rusztu:  $R = 1,2 \cdot 1,4 = 1,68 \text{ m}^2$ .

" trzonu:  $B.L = 1,65 \cdot 4,32 = 7,1 \text{ m}^2$ .

$B.L/R = 4,2$ .

---

Czopuch / zwężenie przed kominem /: pow. przekr.  $f = 0,45 \cdot 0,5 =$   
 $= 0,225 \text{ m}^2 = 13,4\% R$ .

---

Komin:  $D = 0,92 \text{ m}$ , pow. przek.  $q = 0,665 \text{ m}^2 = 40\% R$ .

---

Czas topienia 8 godzin.  $S/t = 0,9 \text{ t/godz}$ .

---

Zużycie węgla: 35%.

---

NB. Sklepienie łamane, trudne do utrzymania oraz kosztowne  
w wykończeniu. Nie ma żadnego uzasadnienia i nie daje żadnych korzyści.

2. Płomieniak typu niemieckiego / Siegerland /.

---

Jego cechy charakterystyczne: Sklepienie w okolicy czopucha  
opada i trzon zwęża się w 1/3 części od tyłu. Komin postawiony jest  
w osi pieca tuż nad czopuchem, nad samym sklepieniem czopucha, al-  
bo za płomieniakiem. W pierwszym wypadku spust jest w tylnej czo-  
łowej ścianie tuż za czopuchem, w drugim - w ścianie bocznej czo-  
pucha.

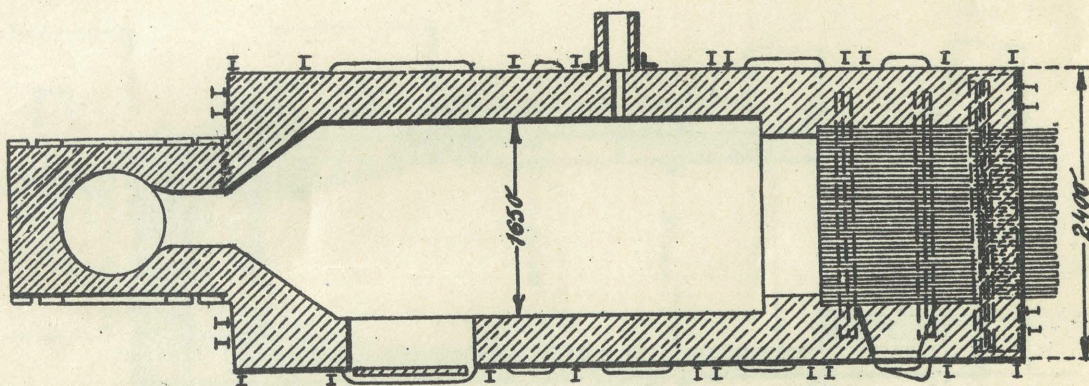
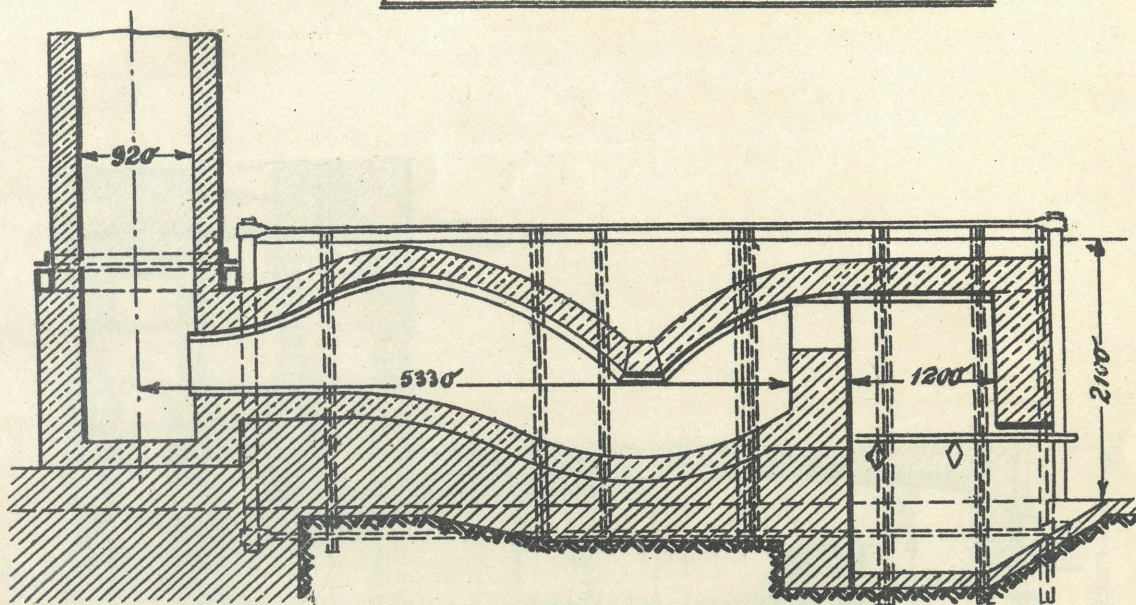
Tablica II. przedstawia płomieniak tego typu o pojemności 14 ton.

Całkowita powierzchnia rusztu:  $R = 1,64 \cdot 1 = 1,64 \text{ m}^2$ .

Powierzchnia trzonu:  $B.L = 1,64 \cdot 4,38 = 7,2 \text{ m}^2$  / Osann, str. 35 /.

TABLICA I.

PLOMIENIAK ANGIELSKI 7T.









$B.L/R = 4,4.$

Czopuch:  $f' = 0,82 \text{ m}^2$  / zwężenie sklepienia /.

Właściwy czopuch kominowy:  $0,6 \text{ m. } \phi$ ,  $f = 0,28 \text{ m}^2 = 14\% R.$

Komin:  $D = 0,7 \text{ m.}$ ,  $H = 28 \text{ m.}$ ,  $H/D = 40.$

$q/R = 0,38/1,64 = 23\% R.$

Czas topienia wsadu 14 ton: 10 do 12 godzin.  $S/t = 1,4$  do  $1,2$   
t/godz.

Zużycie węgla: 35%.

Tablica XII. przedstawia płomieniak niemiecki o pojemności 18 ton / "St. u. E.", 1919, Nr. 22 i 26, badania Gnadego /.

Całkowita powierzchnia rusztu:  $R = 3,18 \text{ m}^2.$

Powierzchnia trzonu:  $11,3 \text{ m}^2.$

$B.L/R = 11,3/3,18 = 3,5.$

Czopuch kominowy:  $f = 0,5 \cdot 0,92 = 0,46 \text{ m}^2 = 14,5\% R.$

Komin: Dolna średnica  $1,09 \text{ m.}$ , górna  $0,85 \text{ m.}$ ,  $q = 0,738 \text{ m}^2,$   
 $H = 25 \text{ m.}$ ,  $H/D = 25/0,95 = 25,7.$   $q/R = 0,738/3,18 = 23\% R.$

Swobodna powierzchnia rusztu:  $r = 41$  do  $38\% R.$

Czas topienia:  $t = 12,75$  godz.  $S/t = 18,34/12,75 = 1,34 \text{ t./godz.}$

Zużycie węgla: I./ 37,8%, II./ 40,4% w stosunku do wagi wsadu.

---ooo---

### 3. Płomieniaki amerykańskie do żeliwa / typ Pittsburski /.

Odlewnia A. Garrison Foundry Co. odlewa najmniejsze i największe walce utwarzane wyłącznie z płomieniaków. Posiada 1 płomieniak na 6 ton wsadu, dwa na 18 ton, 1 na 25 ton. Wszystkie budowane według tego samego typu. Płomieniak 25-tonowy tego typu jest przedstawiony na tablicy III.

Sklepienie poziome i duża komora wsadowa w tylnej części pieca cechą charakterystyczną tych pieców.

Wsad 25 ton.

Powierzchnia rusztu:  $R = 1,45 \cdot 2,0 = 2,9 \text{ m}^2.$

Długość trzonu:  $L = 5,98 \text{ m.}$

Szerokość " :  $B = 2,0 \text{ m.}$

$$B \cdot L = 11,96 \text{ m}^2.$$

$$B \cdot L / R = 11,96 / 2,9 = 4,1.$$

Czopuch:  $f = 1,195 \cdot 0,8 = 0,956 \text{ m}^2.$

$$f / R = 0,965 / 2,9 = 0,33.$$

Komin:  $D = 1,295 \text{ m.}, H = 18,5 \text{ m.}, H / D = 14.$

$$100 \cdot q / R = 45\%.$$

Wysokość topiska:  $E = 2,13 \text{ m.},$  wysokość komory:  $E_K = 3,0 \text{ m.}$

Objętość komory:  $1 \cdot B \cdot E_K = 2,82 \cdot 2 \cdot 3 = 16,92 \text{ m}^3.$

Pozostała objętość topiska:  $1 \cdot B \cdot E = 3,16 \cdot 2 \cdot 2,13 = 13,46 \text{ m}^3.$

Całkowita objętość topiska:  $16,92 + 13,46 = 30,38 \text{ m}^3.$

Płomieniaki 18-tonowe w odlewni Garrisona są bez przerwy w ruchu całe tygodnie, dopóki nie okaże się konieczność większej naprawy.

Wsad 18 ton składa się z 75% gęsi surowcowych i 25% ciężkiego złomu. Czas topienia  $t$ , średnio, wynosi 6 godzin.

$$S / t = 18 / 6 = 3 \text{ t./godz. / bardzo dużo /}$$

Wsad 25 ton o tym samym składzie:

Czas topienia - 9 godz.

$$S / t = 25 / 9 = 2,67 \text{ t./godz.}$$

---000---

#### 4/. Płomieniak amerykański typu "Pittsburg Air Furnace",

w/g Th. West'a, str. 495.

Płomieniak tego typu o pojemności 22 ton jest przedstawiony na rys. 6.

$$R = 1,53 \cdot 1,3 = 2,0 \text{ m}^2.$$

$$B \cdot L = 1,53 \cdot 4,27 = 6,53 \text{ m}^2.$$

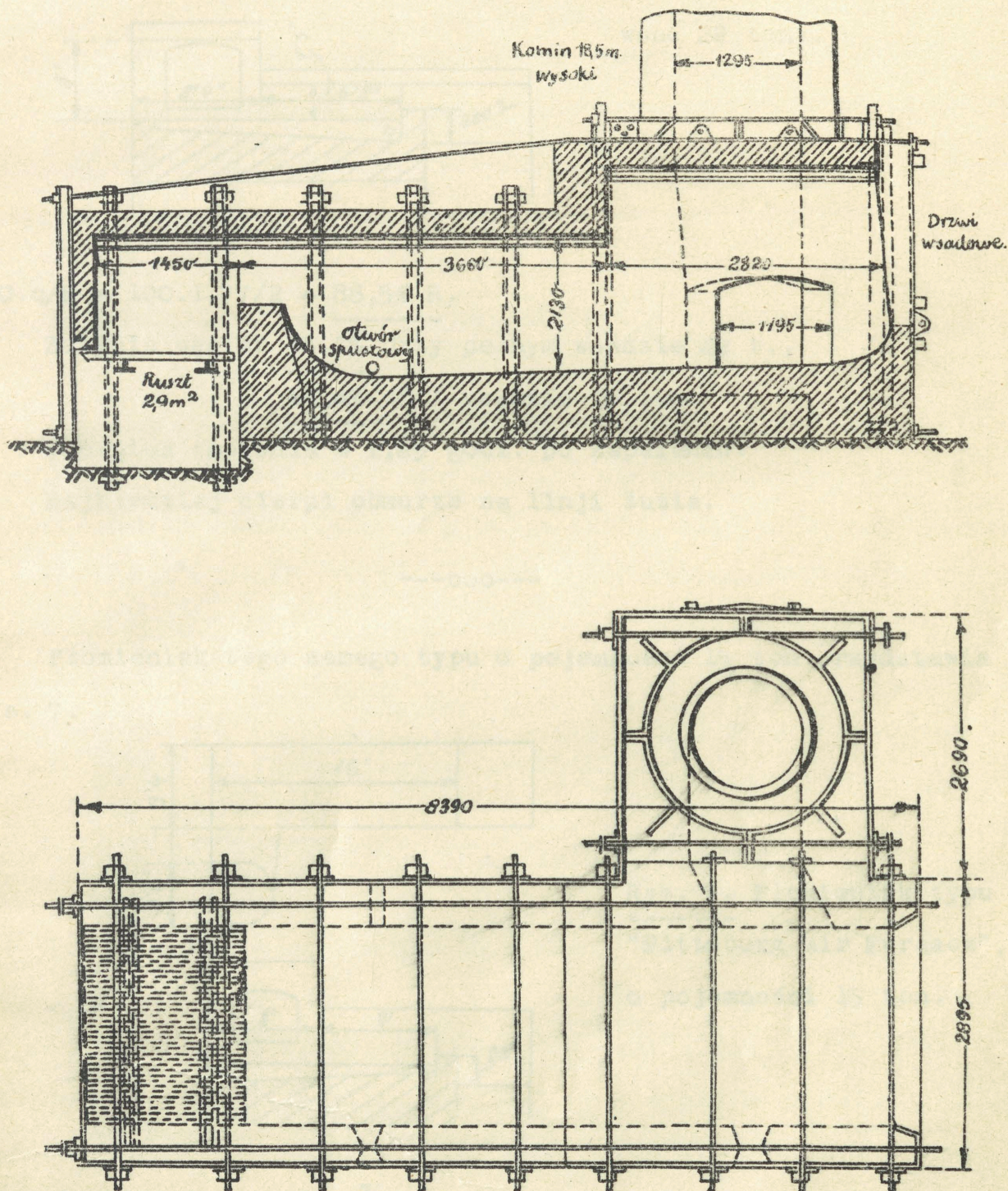
$$B \cdot L / R = 3,27 \text{ / normal. /}$$

Czopuch:  $f = 1,75 \cdot 0,6 = 1,05 \text{ m}^2, f = 50\% R.$

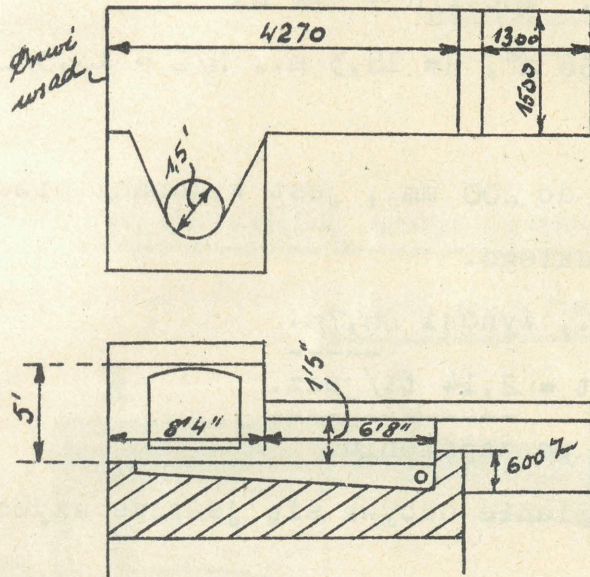
Komin:  $D = 1,5 \text{ m.}, H = 26 \text{ m.}, H / D = 17, q = 1,77 \text{ m}^2,$

TABLICA III.

PŁOMIENIAK AMERYKAŃSKI 25.T.  
TYP PITTSBURG.







Rys. 6. Płomieniak typu  
 "Pittsburg Air Furnace",  
 wsad 22 tony.

$$100 \cdot q/R = 100 \cdot 1,77/2 = 88,5\% R.$$

Zużycie węgla: 36,4% przy pełnym wsadzie 22 t.,

44,4% " wsadzie 16 ton.

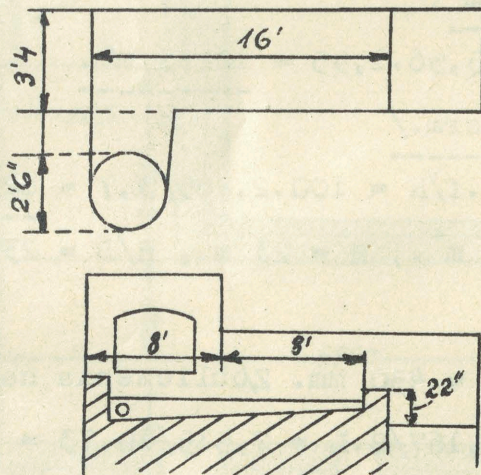
Początek topienia w 1,25 godz. po zapaleniu.

Najbardziej cierpi obmurze na linii żużła.

---ooo---

Płomieniak tego samego typu o pojemności 15 ton przedstawia

rys. 7.



Rys. 7. Płomieniak typu  
 "Pittsburg Air Furnace",  
 o pojemności 15 ton.

$$R = 1,8 \cdot 1,8 = 3,3 \text{ m}^2.$$

$$B \cdot L = 1,8 \cdot 5,49 = 9,90 \text{ m}^2.$$

$$B \cdot L/R = 3 / \text{normal.} /$$

Czopuch:  $f = 1,7 \cdot 1 = 1,7 \text{ m}^2$ .  $100 \cdot f/R = 51\% R$ .

Komin:  $D = 0,96 \text{ m}$ ,  $q = 0,456 \text{ m}^2$ ,  $H = 18,3 \text{ m}$ ,  $H/D = 18,3/0,96 = 19$   
 $= 24$ .  $100 \cdot q/R = 76\% R$ .

Trzon pieca, o grubości 150 do 200 mm., jest wykonany przez ubijanie zwykłego piasku formierskiego.

Zużycie węgla przy  $S = 15 \text{ t}$ ., wynosi 26,7%.

Czas topienia 7 godzin.  $S/t = 2,14 \text{ t./godz}$ .

Początek topienia w 2 godz. po zapaleniu.

Przy stosowaniu podmuchu topienie odbywa się jeszcze szybciej.

---ooo---

5. Płomieniak amerykański f-y "Westinghouse Machine Co",  
w/g "Stahl u. Eisen", 1906, str. 1167.

Płomieniak tego typu jest przedstawiony na tablicy IV.

Wsad 45 ton. W zasadzie typ ten nie różni się niczem od typu, używanego przez odlewnię Garrison'a, przedstawionego na tab. III. I ten piec posiada bardzo dużą komorę wsadową, tylko sklepienie nie ma pionowego odskoku, lecz jest w kierunku czopucha równomier- nie skośne.

Ruszt:  $R = 1,93 \cdot 1,93 = 3,7 \text{ m}^2$ .

Powierzchnia trzonu:  $L \cdot B = 5,56 \cdot 1,95 = 10,73 \text{ m}^2$ .

$L \cdot B/R = 10,73/3,7 = 2,9 / \text{norm.}$

Czopuch:  $f = 2,285 \text{ m}^2$ .  $100 \cdot f/R = 100 \cdot 2,285/3,7 = 62\% R$ .

Komin:  $D = 1,4 \text{ m}$ ,  $q = 1,54 \text{ m}^2$ ,  $H = 23 \text{ m}$ ,  $H/D = 23/1,4 = 16,4$ .  
 $100 \cdot q/R = 100 \cdot 1,54/3,7 = 42\% R$ .

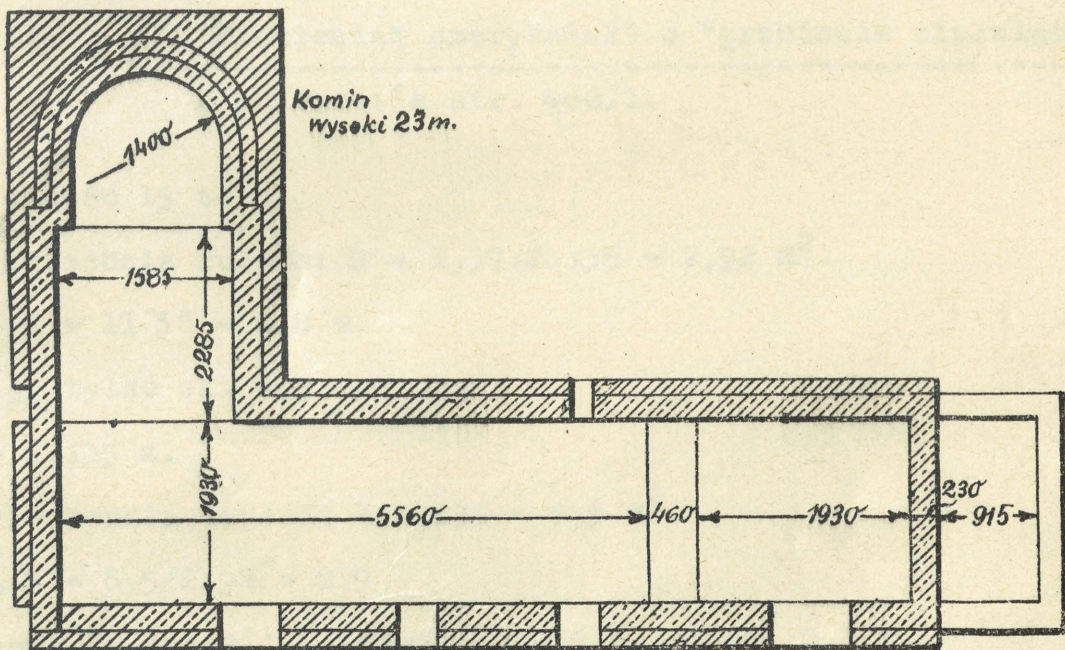
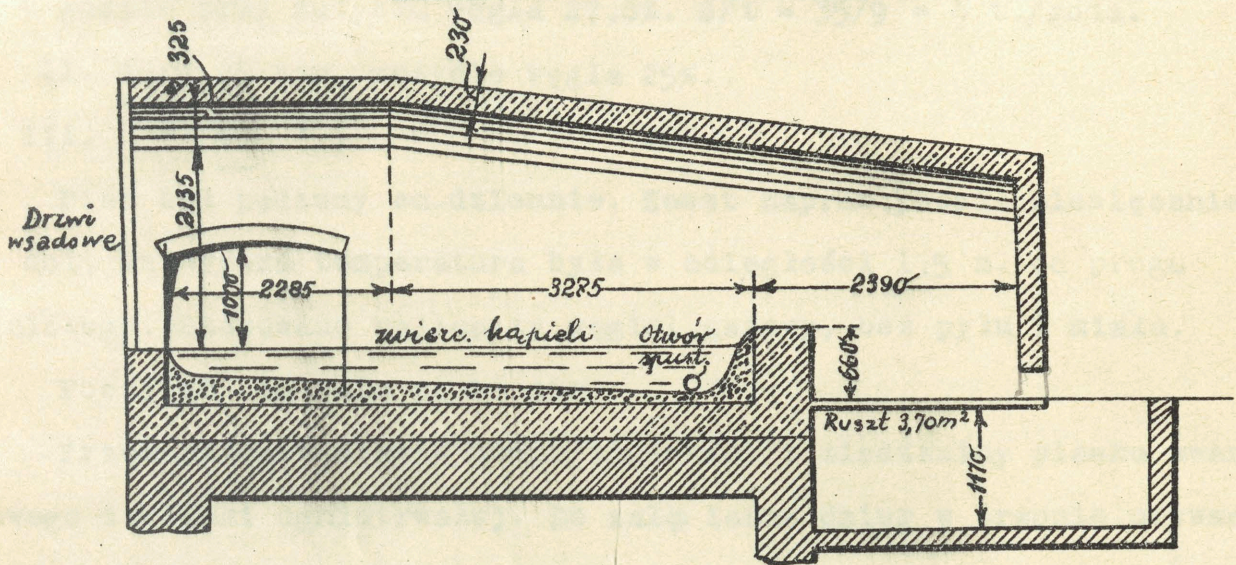
Głębokość kąpieli: max. 18" = 450 mm. Zobliczenia natomiast wypada: głębokość średnia =  $45 \cdot 0,167/B \cdot L = 7,515/10,73 = 0,7 \text{ m}$ . /?!/

NB.: Głębokość 0,7 m. za duża. Na rysunku jest podana głębokość 18", czyli 450, jako maximum, przy spuście. Prawdopodobnie rysunek stosuje się do pieca 20 - 25 tonowego. Chyba, że spód czopucha stanowi tylną część trzonu pieca, o szerokości 5'2,5" = 1,56 m., oraz długości 7'6" = 2,29 m., o powierzchni = 3,57 m<sup>2</sup>.

TABLICA IV.

PLOMIENIAK AMERYKAŃSKI 4ST. 1/1 PRAWO. 2ST.

TYP WESTINGHOUSE CO.





Wtedy średnia głębokość przy wsadzie 45 ton wynosiłaby  $7,515:10,73 + 3,53 / = 0,525$  mm., co jednak również nie zgadza się z maksymalną głębokością, podaną w rysunku.

Dane Th. West'a o tym piecu: / Schott, str. 494 /.

I. Wsad 35 ton, z kawałków o wadze 1 do 10 ton, stopniał w ciągu 9 godzin przy zużyciu węgla 27,6%.  $S/t = 35/9 = 4$  t./godz.

II. Wsad 25 ton, zużycie węgla 25%..

III. " 45 " , " " 20%.

Piec był pędzony co-dziennie. Koszt napraw<sup>w</sup> wynosił miesięcznie 24 dol. Najwyższa temperatura była w odległości 1,5 m. od progu ogniowego. Stosowano najlepszy węgiel gazowy, bez pyłu i miazgi.

Początek topienia po 40 min.

Trzon pieca w stanie nowym zbudowany z mieszanki piasku kwarcowego i gliny ogniotrwałej. Do zalążania dziur w trzonie używano rozdrobnionej szamoty z gliną ogniotrwałą.

---ooo---

6/. Płomieniak amerykański o "grzbiecie wielbłądzim".

w/p Schott'a str. 490/1.

Pojemność 15 ton.

Powierzchnia rusztu:  $R = 1,37 \cdot 2,135 = 2,92$  m<sup>2</sup>.

$L = 5' + 11'3'' = 4,8$  m.

$L_{kap.}$  tylko ok. 4,0 m.

$B = 2,135$  m.

Powierzchnia kąpieli  $4 \cdot 2,135 = 8,5$  m<sup>2</sup>.

$B \cdot L/R = 8,5/2,92 = 2,9$ .

Głębokość kąpieli, średnio, 0,285 m. , max. 0,3 m.

Komin:  $D = 0,84$ .,  $q = 0,554$  m<sup>2</sup>.  $H = 22,86$  m.

$H/D = 22,86/0,84 = 27$ .

Zużycie węgla gazowego około 30%. Czas trwania topienia 10886 kg. wsadu:  $t = 6,5$  do  $6,75$  godzin.  $S/t = 1,64$  t./godz.

Oznaczenia na tablicy V.:

Chimney 22,86 m. High = Schornstein 22,86 m. hoch = Komin,  
wysoki 22,86 m.

Flue = Fuchs = czopuch.

Charging door = Beschicköffnung = otwór wsadowy.

Spout = Abflussrinne = rynna spustowa.

Fire doors = Feuertüren = drzwi ogniowe / paleniskowe /

Fire box = Feuerung = palenisko.

Sand Bottom = Sand-Bett, Herd = trzon.

Area = Grundfläche = powierzchnia.

Fire brick = feuerfeste Steine = mur ogniotrwały.

Red brick = gewöhnliches Ziegelmauerwerk = mur czerwony.

Foundation = Fundament = fundament.

Tape Hole = Stichloch = otwór spustowy.

Floor Line = Fussbodenhöhe = poziom odlewni.

Ash Pit = Aschenfall = popielnik.

Bidge Wall = Feuerbrücke = próg ogniowy.

Iron Level = Oberfläche des Eisenbaues = poziom powierzchni  
kąpieli.

Początek topienia 2,5 godziny po rozpaleniu ognia.

Spód pieca składa się z 3 warstw: cegła czerwona na dole, na  
niej - " ogniotrwała, oraz  
wyprawa kwaśna / piasek / -

38 do 152 mm. gruba

Przed ładowaniem wykłada się trzon deskami, aby go ochronić  
przed uszkodzeniami. Okno wsadowe bardzo duże: 2.1 = 2 m<sup>2</sup>.

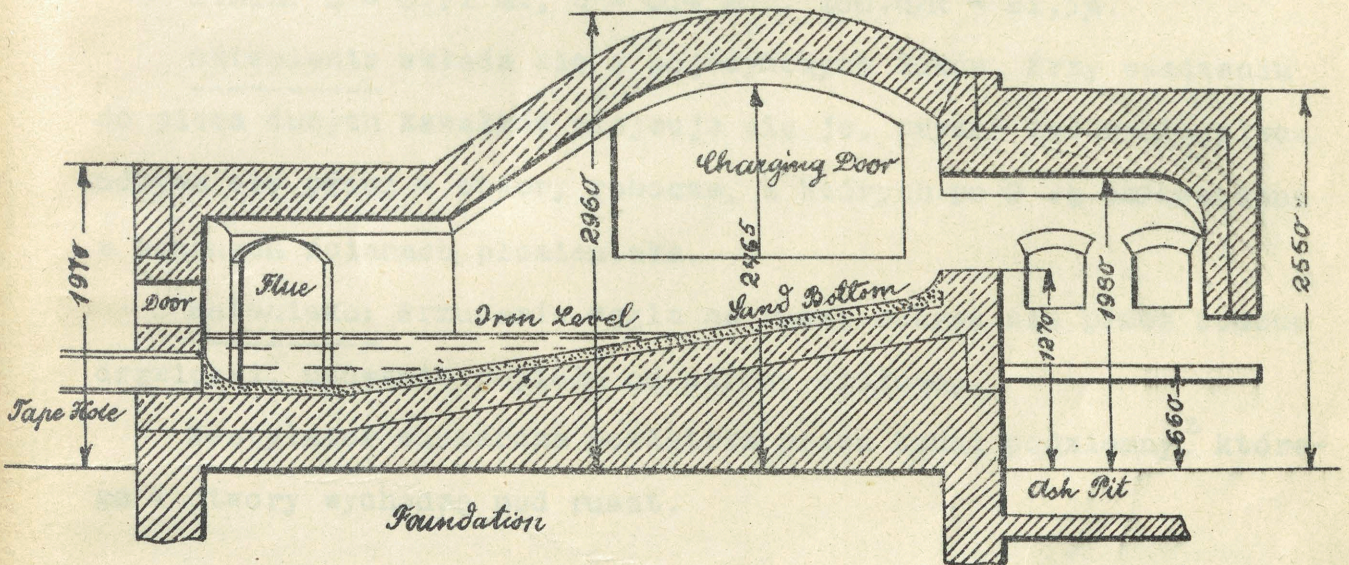
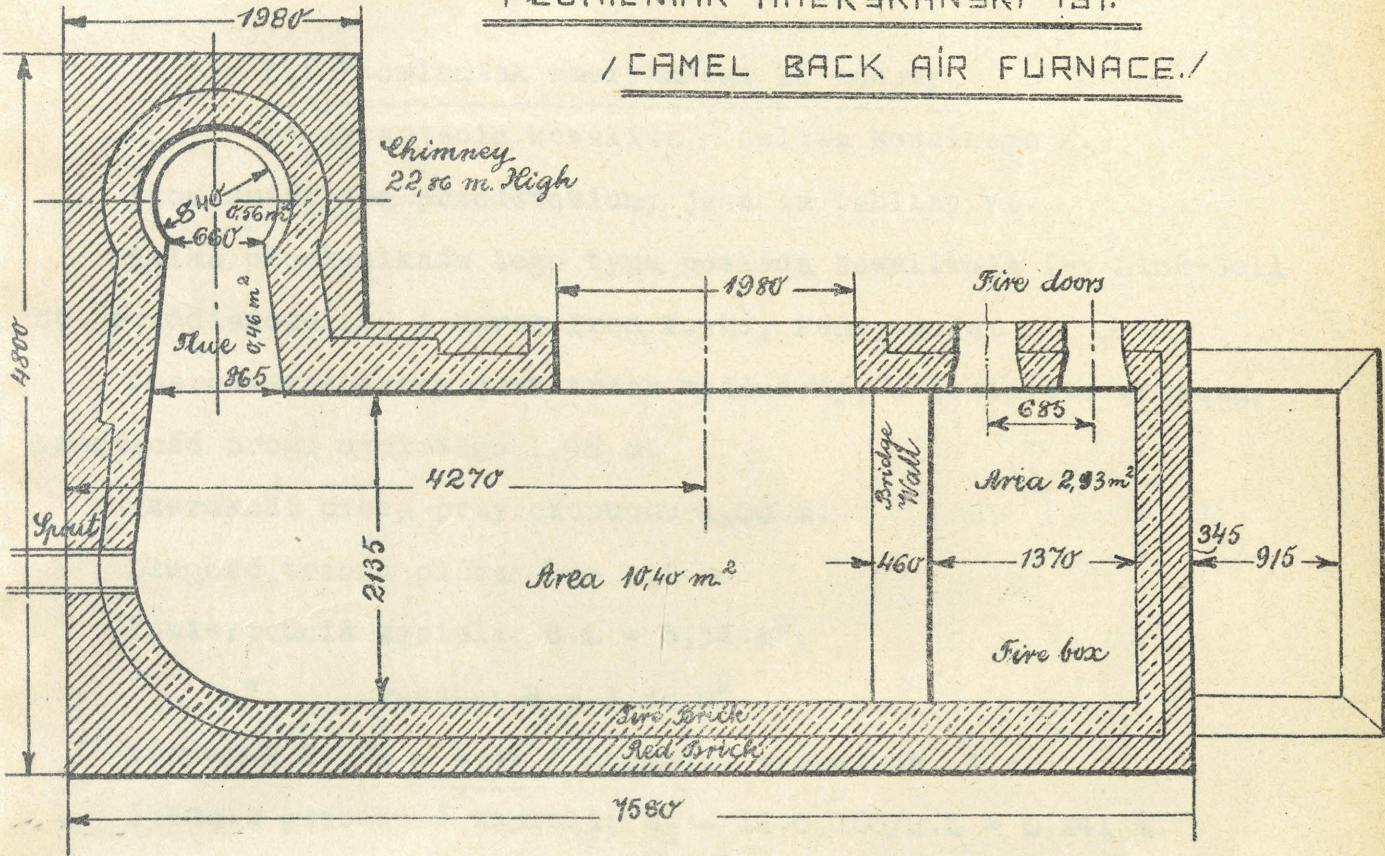
Wsad składa się ze starych walców i surowca, wytopionego na  
węglu drzewnym.

Koszt utrzymania sklepienia duży, dla tego takie piece są rzadko  
spotykane. Wypukłe sklepienie przyczynia się do powiększenia prze-  
strzeni

TABLICA V.

PŁOMIENIAK AMERYKAŃSKI 1ST.

/CAMEL BACK AIR FURNACE./



T. D. West, str. 490.  
/ A. Schott /.



topiska. Chyżość gazów zwalnia się, co wpływa dodatnio na szybkość ogrzewania się wsadu.

---000---

7./ Płomieniak amerykański 12-tonowy,  
do wytapiania kowaliwa / żeliwa kowalnego /.

Płomieniak ten przedstawiony jest na tablicy VI.

Kilka płomieniaków tego typu posiada kowalnia f-y Link-Bell Co. w Indianopolis, i Morse Iron Works, Pensywanja.

Charakterystyczny jest trzon wydłużony, o kształcie trapezu. Szerokość progu ogniowego 1,98 m.

Szerokość pieca przy czopuchu 1,00 m.

Długość trzonu pieca:  $L = 5,6$  m.

Powierzchnia kąpiel:  $B.L = 8,34$  m<sup>2</sup>.

" rusztu:  $R = 1,88$  m<sup>2</sup>.

Stosunek  $B.L/R = 4,44$  / normalny wynosi ok. 3 /

Średnia głębokość kąpiel:  $e_1 = 12.0,168/B.L = 0,241$  m.

Czopuch:  $f = 1.0,23 = 0,23$  m<sup>2</sup>, t. j.  $100.0,23/1,88 = 12,3\%$  r.

Komin:  $D = 0,71$  m.,  $q = 0,4$  m<sup>2</sup>.,  $100.q/R = 21,3\%$ .

Sklepienie składa się z pojedynczych łuków. Przy wsadzaniu do pieca dużych kawałków zdejmuje się je, zwykle ładowanie pieca odbywa się przez 4 otwory robocze, z których po 2 są umieszczone w bocznych ścianach płomieniaka.

Palenisko: Wrzucanie węgla na ruszt odbywa się przez boczne drzwiczki, usuwanie popiołu od strony czołowej.

Wentylator dostarcza powietrza przez kanał podziemny<sup>z</sup>, którego 4 otwory wychodzą pod ruszt.

---000---

8. Płomieniak amerykański 10-tonowy,  
-----  
do kowaliwa. Tablica VII.  
-----

Odewnia f-y Whiting Foundry Equipment Co, Harvey Illinois.

Cechą jego jest trzon z dwoma otworami spustowemi w ścianach bocznych i dwa otwory robocze, po jednym w każdej ścianie bocznej.

Sklepienie składa się z pojedynczych łuków, które wszystkie mogą być zdejmowane podczas ładowania, / tablica VIII. /

Wentylator doprowadza powietrze pod ruszt, część powietrza, jako powietrze wtórne, wchodzi przez sklepienie do topiska dyszami, nachyleniemi pod  $45^{\circ}$ .

---ooo---

9. Płomieniak amerykański 9-tonowy, na kowaliwo.  
-----

Przedstawiony jest on na tablicy IX. Pędzony także wentylatorem. Trzon pieca w tylnej części zwężony do połowy.  
-----

---ooo---

Trzon wszystkich tych płomieniaków jest wymurowany, albo ubity z materiałów kwaśnych / piasek, cegła /, ściany boczne około 200 mm. grube. Sklepienie z kwaśnych cegieł, wmurowanych w ramy żelwne. Wszystkie te płomieniaki są pędzone w sposób ciągły.  
-----

---ooo---

10. Płomieniaki, pędzone pyłem węglowym.  
-----

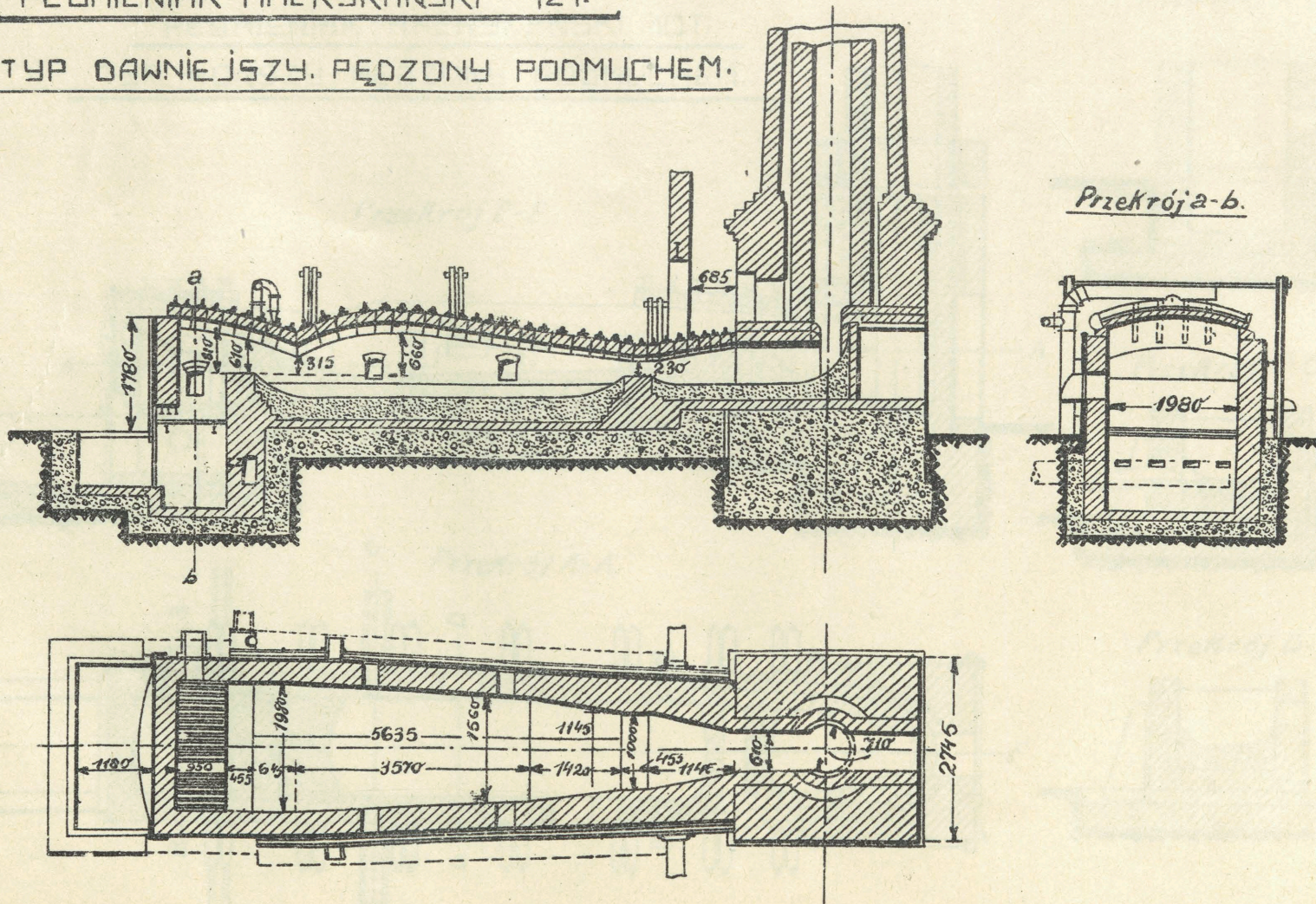
/ Geiger, II. str. 158 /.

Płomieniaki tego typu są przedstawione na tablicy X.

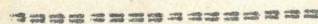
Przez intensywne spalanie pyłu węglowego osiągamy temperatury wyższe, niż przy zwykłych rusztach węglowych poziomych, / ok.  $2000^{\circ}\text{C}$ . w/g Schütza /.

PLOMIENIAK AMERYKAŃSKI 12T.

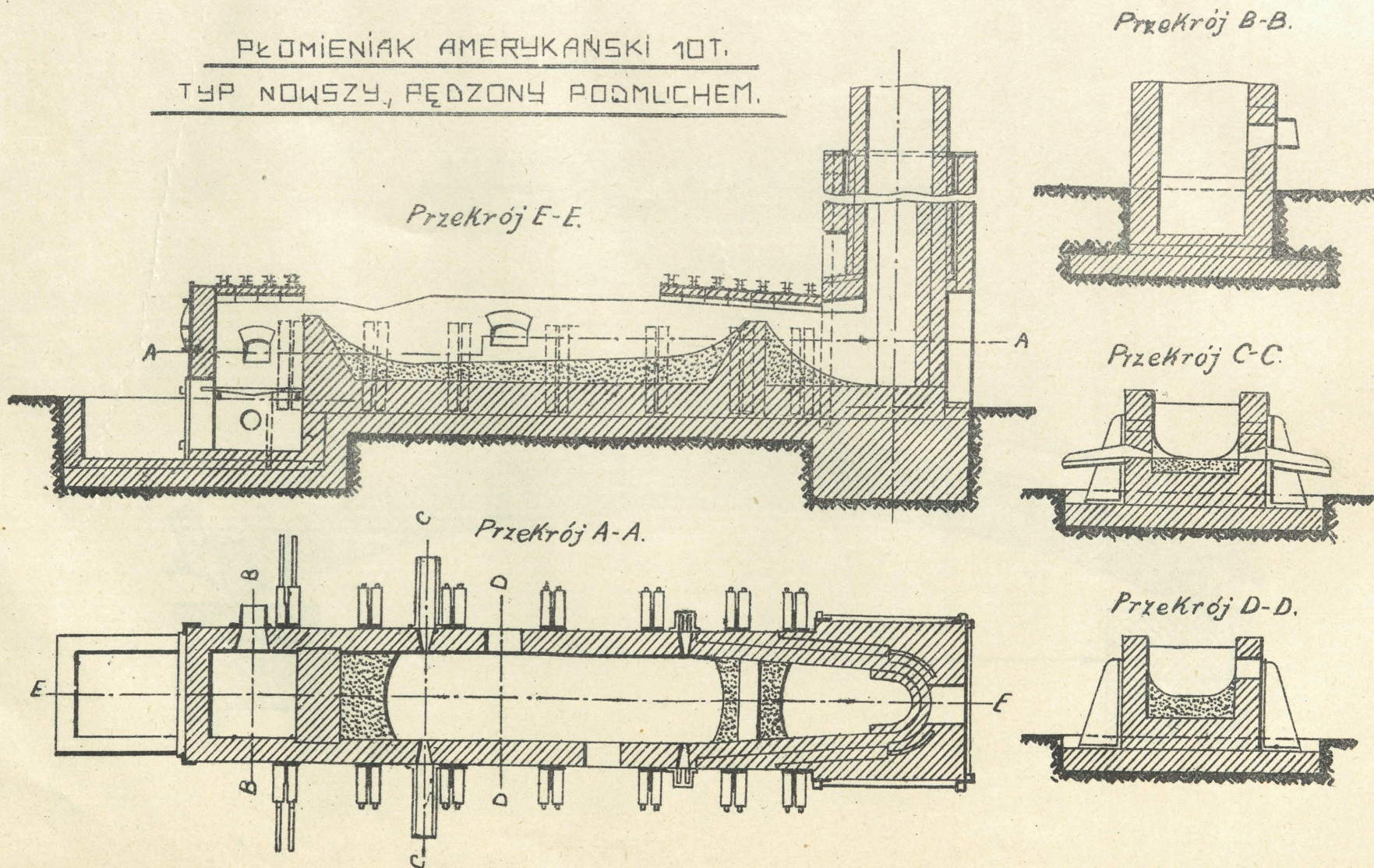
TYP DAWNIEJSZY. PĘDZONY PODMUCHEM.





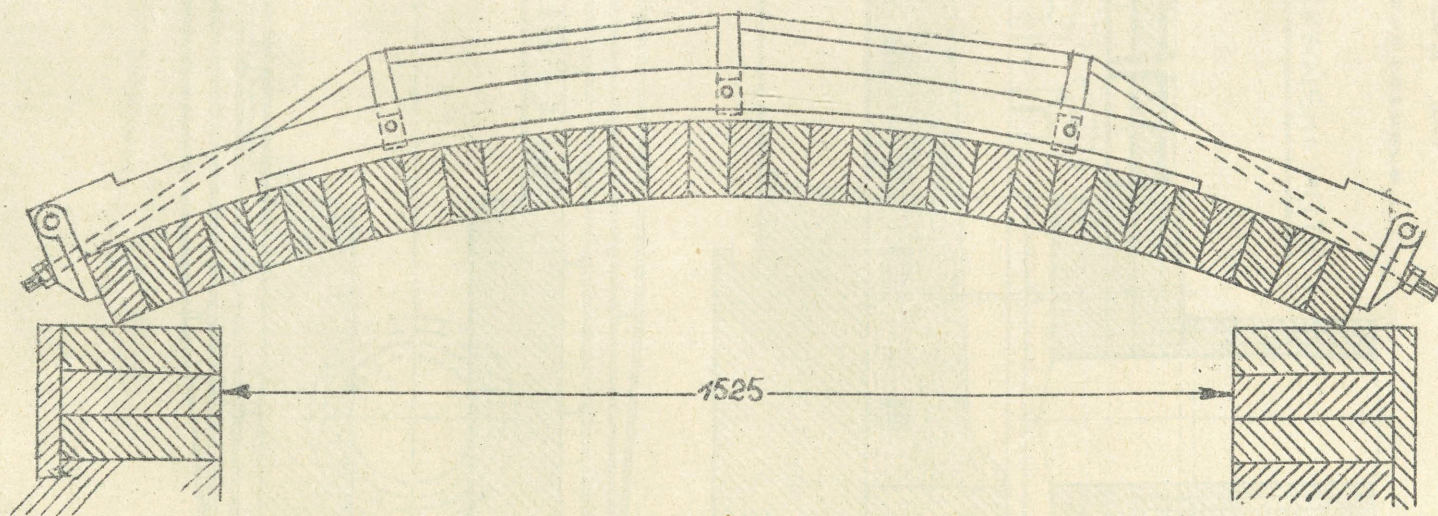


PLOMIENIAK AMERYKAŃSKI 10T.  
TYP NOWSZY, PĘDZONY PODMUCHEM.





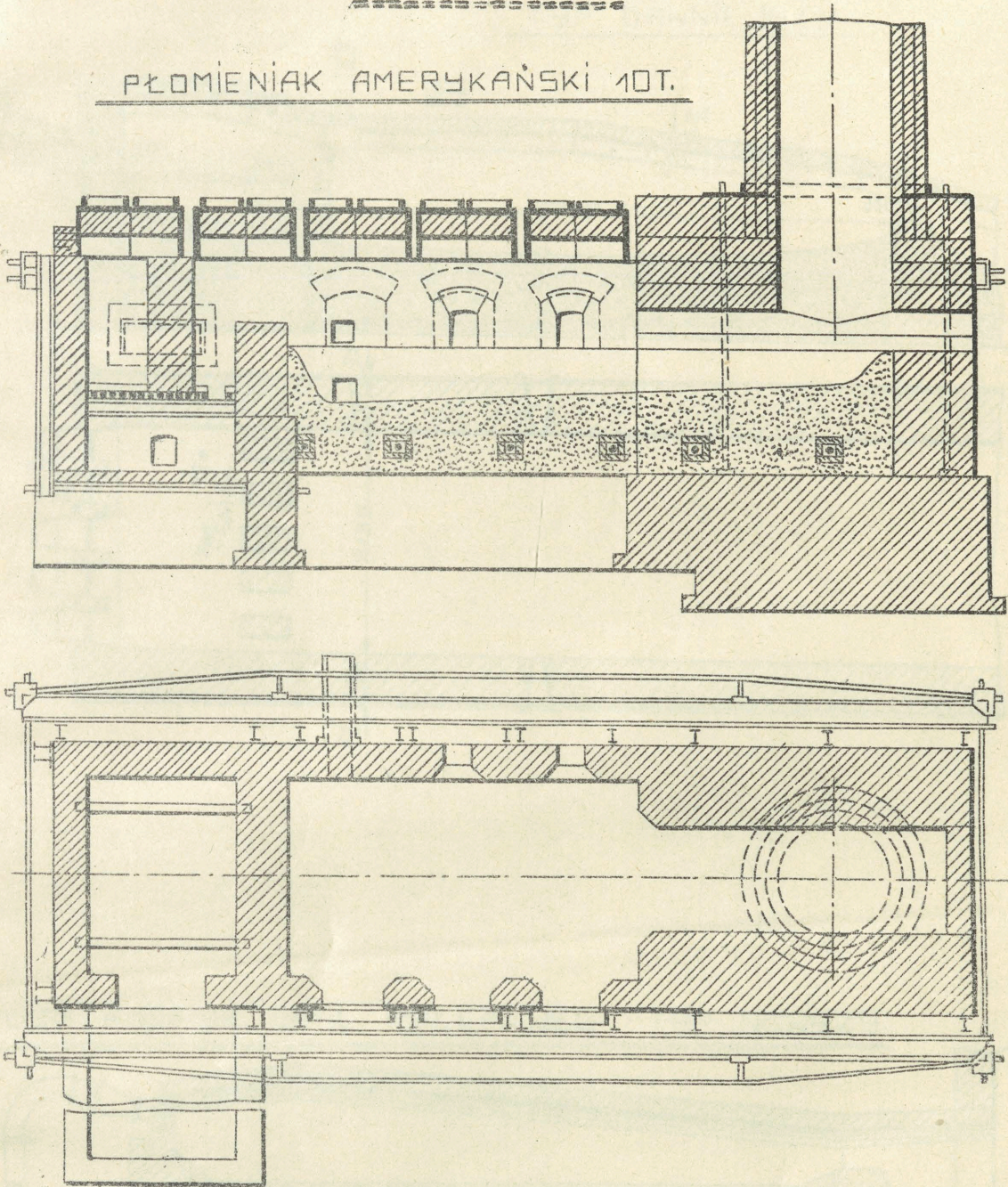
POKRYWA SKLEPIENIA.  
PLOMIENIAKA AMERYKANSKIEGO  
TYPU NOWSZEGO.





TABLICA IX.

PŁOMIENIAK AMERYKAŃSKI 10T.

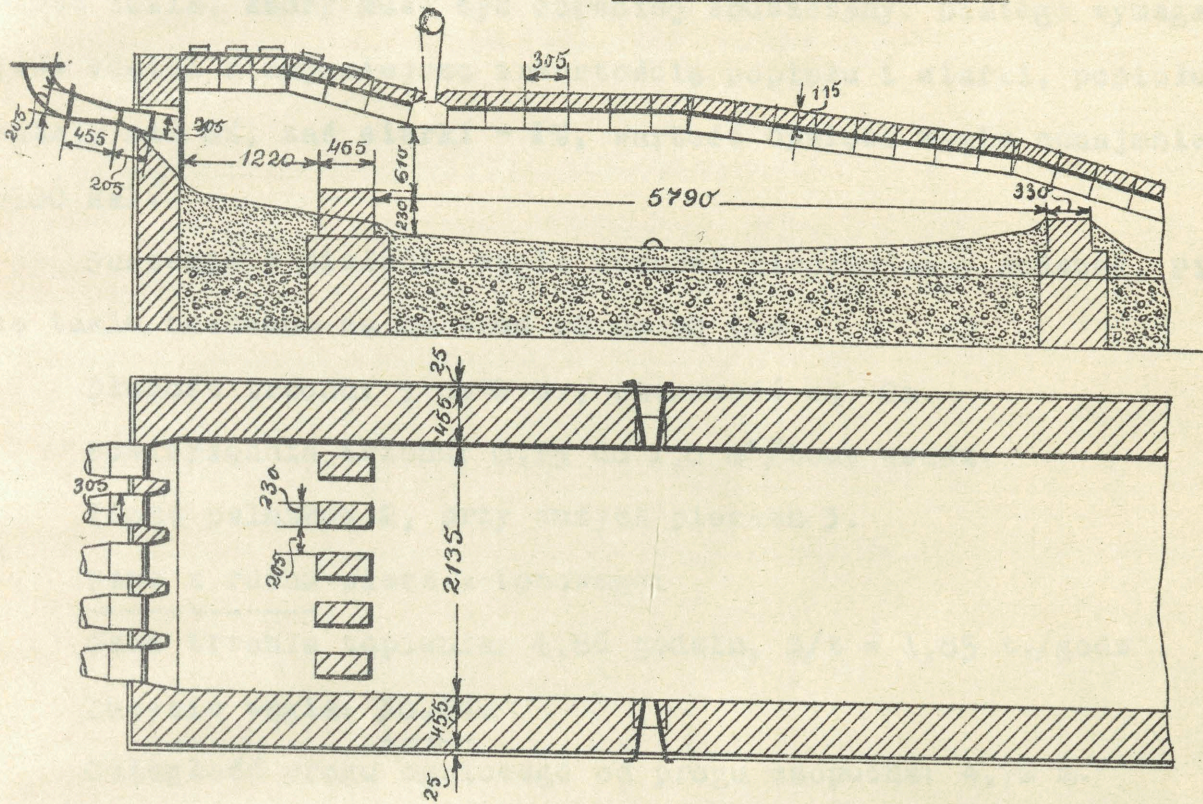




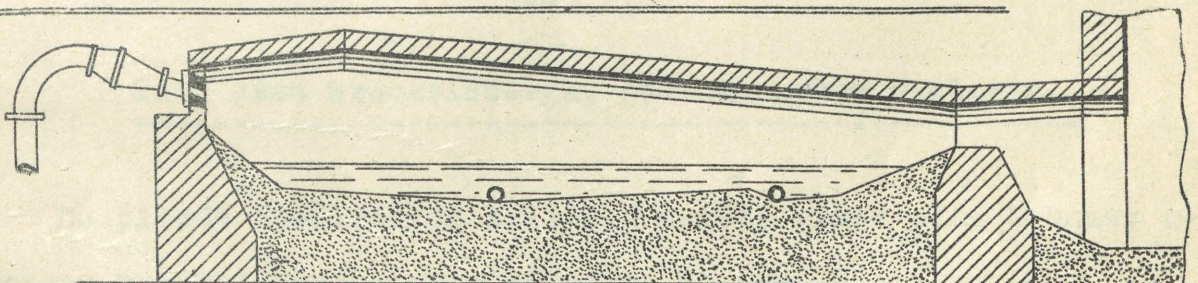
TABLICA X.

PLOM. AMEPYK. OPALANY PYŁEM WĘGLOWYM.

TYP DAWNIEJSZY.



PLOM. AMEPYK. OPAL. PYŁEM WĘG. TYP NOWSZY.





Wysoka temperatura gazów pozwala na znaczne wydłużenie trzonu i powiększenie wydajności pieca.

Dopływ powietrza może być dokładnie regulowany. Nadmiar powietrza jest bardzo mały. Niedogodność tego systemu polega na tem, że wszystkie popioły węgla opada na kąpiel, przez co powiększa się ilość żużla, który musi być częściej spuszczać. Dlatego wymagany jest węgiel z najmniejszą zawartością popiołu i siarki, popiołu mniej, niż 8%, zaś siarki - 1%, wartość opałowa węgla co najmniej 6500 kal.

Suszenie i mielenie węgla stanowi nieprzyjemny dodatek. Piece takie budowane są na wsad 10 do 20 ton.

Długość trzonu: 5 do 8 m., szerokość ok. 2m.

Powierzchnia trzonu: 0,75 do 1,0 m<sup>2</sup>/tonę wsadu.

Ilość palników 2, przy dużych piecach 3.

Dane z ruchu pieca 9-tonowego:

-----  
Czas trwania topienia: 4,86 godzin, S/t = 1,85 t./godz .

Zużycie węgla: 30,6%.

-----  
Odległość progu ogniowego od progu czopucha: 4,72 m.

Szerokość: B = 1,68 m.

Głębokość kąpeli: 0,23 m.

Komora spalania: 1.1,5 = 1,5 m<sup>2</sup>.

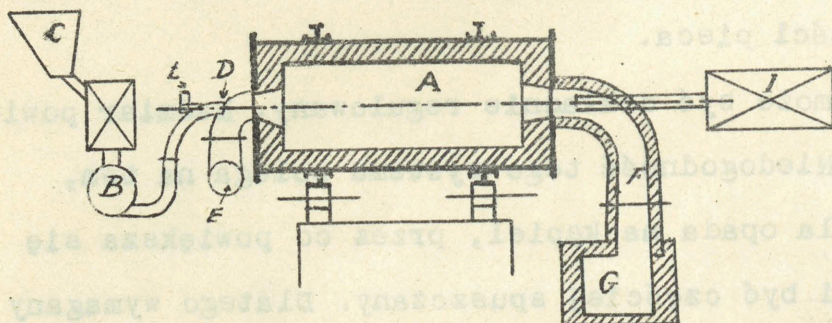
Powierzchnia trzonu: 4,27.1,68 = 7,93 m<sup>2</sup>.  
-----

---000---

#### 11./ Piec Brackelsberga, pędzony pyłem węglowym.

Do pieców płomiennych zaliczyć należy także piec bębnowy obrotowy Brackelsberga, przedstawiony na rys. 8.

Płaszcz bębna z grubej stalowej blachy, wewnątrz wyprawionej ubitą masą ogniotrwałą, ułożony jest, podobnie, jak bębny do czyszczenia odlewów, na rolkach, na których można go obracać w dowolnym kierunku.



Rys. 8. Piec  
-----  
Brackelsberga.

za pomocą motoru elektrycznego o sile 1/2 konia mechanicznego.

Piec o pojemności 6 ton posiada długość 5 m. i średnicę 1,2 m.

Przez otwór w jednej ze ścian czołowych doprowadzony jest za pomocą sprężonego powietrza, lub ślimaka, pył węglowy i powietrze, potrzebne do spalania pyłu węglowego, pod ciśnieniem 200 do 350 mm. S. W., za pomocą dmuchawy, pędzonej motorem 12 KM.

Gazy spalinowe uchodzą przez otwór, umieszczony w środku drugiej ściany czołowej. Ten otwór służy także do ładowania wsadu do pieca. W płaszczu pieca jest tylko jeden otwór, a mianowicie otwór spustowy.

-----  
Oznaczenia na rys. 8:  
-----

- A - bęben z grubej blachy stalowej, wyprawiony materiałem ogniotrwałym.
  - B - rozpylacz węgla / rezolutor /.
  - C - zbiornik surowego węgla .
  - D - palnik pyłu węglowego.
  - L - palnik ropny pomocniczy.
  - E - wentylator.
  - G - kanał gazów odłotowych.
  - F - przesuwany przewód gazów odłotowych.
  - I - przyrząd mechaniczny do przesuwania przewodu F.
-

Proces topienia. Piec jest zasadniczo w ruchu ciągłym, tak, że zaraz po spuszczeniu płynnego żeliwa następuje wsadzanie następnego namiętu. W ten sposób uzyskuje się więcej ciepła, nagromadzonego w obmurzu, wsad zimny szybko się ogrzewa pod wpływem gorącego płomienia, którego temperatura z powodu ilości powietrza spalania, zbliżonej do teoretycznej, dochodzi do  $1700^{\circ}\text{C}$ .

Wsad 2-tonowy na żeliwo kowalne staje się zupełnie w przeciągu 65 minut, wsad 4-tonowy wymaga 2,75 godziny na żeliwo kowalne, 2,25 godz. na żeliwo zwykłe szare. Podczas gdy w zwykłym płomieniaku pył popiołu opada na kapiel; tutaj z powodu dużej chyżości gazów uchodzi on razem z niemi przez otwór wylotowy. Jako topnik stosowany jest dobry wapień w ilości 2% wsadu.

Aby przyspieszyć ogrzewanie wsadu do temperatury topienia, można nachylić piec od czasu do czasu w jedną i drugą stronę, tak, że dolne, zimniejsze warstwy wsadu wypływają na górę i pod wpływem gorących gazów ogrzewają się szybko. Gdy cały wsad jest płynny, pokrywa się warstwą żużla, która go chroni od bezpośredniego działania płomienia.

Jeżeli wsad ładujemy do pieca zimnego, to przed puszczeniem pyłu węglowego ogrzewamy piec za pomocą osobnego palnika ropnego.

Podczas okresu topienia wsadu obmurze nagrzewa się silnie, aby uzyskać to ciepło obmurza do nagrzania kapieli, puszczamy w ruch motor i obracamy powoli piec / 1 obrót na min. /, przegrzewanie kapieli odbywa się tu przez przenikanie ciepła z obmurza do kapieli. Przy zwykłym płomieniaku przegrzewanie kapieli następuje zwykle przeważnie przez promieniowanie ciepła ze sklepienia i ścian ponad kapielą, i wymaga daleko więcej czasu.

Paliwo: Pył węglowy z zawartością popiołu 8,22%, wilgoci 3 do 3,5%, o wartości opałowej 7300 kal./kg.

Zużycie pyłu węglowego: żeliwo kowalne 12,85 do 14,32%

Żeliwo zwykłe - 9,67%.

Ilość powietrza: żeliwo kowalne - 19,69 do 21,91 m<sup>3</sup>/ min.,  
-----  
wzgl. 1206 do 1323 m<sup>3</sup>/t. wsadu.

żeliwo zwykłe - 16,67 m<sup>3</sup>/min., wzgl. 8,34 m<sup>3</sup>/t.

Temperatura żeliwa kowalnego: 1465 - 1480°C.

-----  
" zwykłego: 1400°C.

Ilość żużla: żeliwo kowalne ok. 6%.

-----  
" szare ok. 8,5%.

Żeliwo, wolne od zawartości gazów i tlenków odęwa się spokojnie.

Zmiana składu chemicznego żeliwa:

A/. Żeliwo kowalne:

Skład chemiczny	C%	Si%	Mn%	P%	S%
Wsadu:	3,31	1,25	0,19	0,068	0,059
Płynnego żeliwa:	2,82	0,99	0,13	0,072	0,077

B/. Żeliwo szare:

Skład chemiczny	C%	Si%	Mn%	P%	S%
wsadu:	2,8	3,62	1,24	0,076	0,023
płynnego żeliwa:	2,79	3,28	0,98	0,090	0,028

Straty na spalanie są więc stosunkowo bardzo małe, z powodu szybkiego przetapiania i ocrony płynnego żeliwa przez warstwę żużla.

Temperatura pieca i gazów odlotowych.

-----  
Temperatura pieca, gorącego z poprzedniego przetopu, wynosząca ok. 1180°C., podnosi się przy wsadzie 3-tonowym w ciągu pierwszych 50-ciu minut powoli do 1200°C., potem szybciej do 1500°C. w przeciągu następnych 80 minut, i utrzymuje się już na tej wysokości aż do końca / dalsze 35 min. /

Temperatura gazów odlotowych jest w przeciągu pierwszych 130 min.

niższa od temperatury pieca, potem jest wyższa i dochodzi do 1600°C.  
/ p. "St. u. Eisen," 1929, str. 1395 /.

Bilans cieplny pieca Brackelsberga / "St. u. E.", 1929, str. 1395./

	Żeliwo kowalne		Żeliwo szare	
	kal.	%	kal.	%
a/. Przychód ciepła				
ze wsadu	157	0,16	40	0,05
ze spalonego węgla	93718	96,85	70642	95,00
ze zgaru składników wsadu	2895	2,99	3679	4,95
Razem:	96770	100,00	74361	100,00
b/. Rozchód ciepła				
Żeliwo płynne	30501	31,52	29067	39,00
żużel płynny	2478	2,56	3423	4,6
gazy odlotowe	49453	51,10	33499	45,05
niedokładne spalanie	7805	8,07	3236	4,35
pył, popiół, wilgoć, wapień	2273	2,35	2076	2,79
reszta strat	4260	4,40	3060	4,12
Razem:	96770	100,00	74361	100,00

Straty na promieniowanie, obliczone ze średniej temperatury płaszcza blaszanego, wynosiły ok. 30000 kal./godz.

Sprawność, w odniesieniu wyłącznie do żeliwa, wynosi 31,5, wzgl. 39%, jest więc znacznie wyższa, niż sprawność cieplna zwykłego płomieniaka./ ok. 20% /.

Piece Brackelsberga są budowane na wsad 3 do 10 ton.

Piec Brackelsberga jest zalecany do przetapiania wsadów na żeliwo kowalne i wysokowartościowe, były także czynione próby do wytapiania staliwa, przy czym przegrzewano w osobnych przegrzewaczach

powietrze. O ile mi wiadomo, dobre wyniki są uwarunkowane jednolitym jakością pyłu węglowego / wilgoć, popiół, wart. op. /

-----000-----

12./ Płomieniaki, pęczone ropą.

/ Tablica XI /

Poziome, stałe / Geiger, II., str. 156 /

Wsad 13 ton. Bez progu ogniowego, 1 palnik wysokoprężny /  
/ Hochdruckbrenner /. Rozpylanie ropy za pomocą pary. Pod palnikiem wchodzi powietrze o niskim ciśnieniu rurą o średnicy 14".

Komora spalania o długości 3 m.

Powietrze wtórne doprowadzone jest skośnie na początku trzonu, spalanie odbywa się prawie z teoretyczną ilością powietrza.

Zużycie ropy przy przeciętnej wielkości wsadu 8,5 tony - 27%.

" cegieł do naprawy sklepienia: 3 sztuki na tonę wsadu.

" " " " ścian: 3,8 sztuk na tonę wsadu.

" masy szamotowej: 9,1 kg/t.

" piasku kwarcowego: 12,1 kg/t.

Czas topienia bardzo krótki.

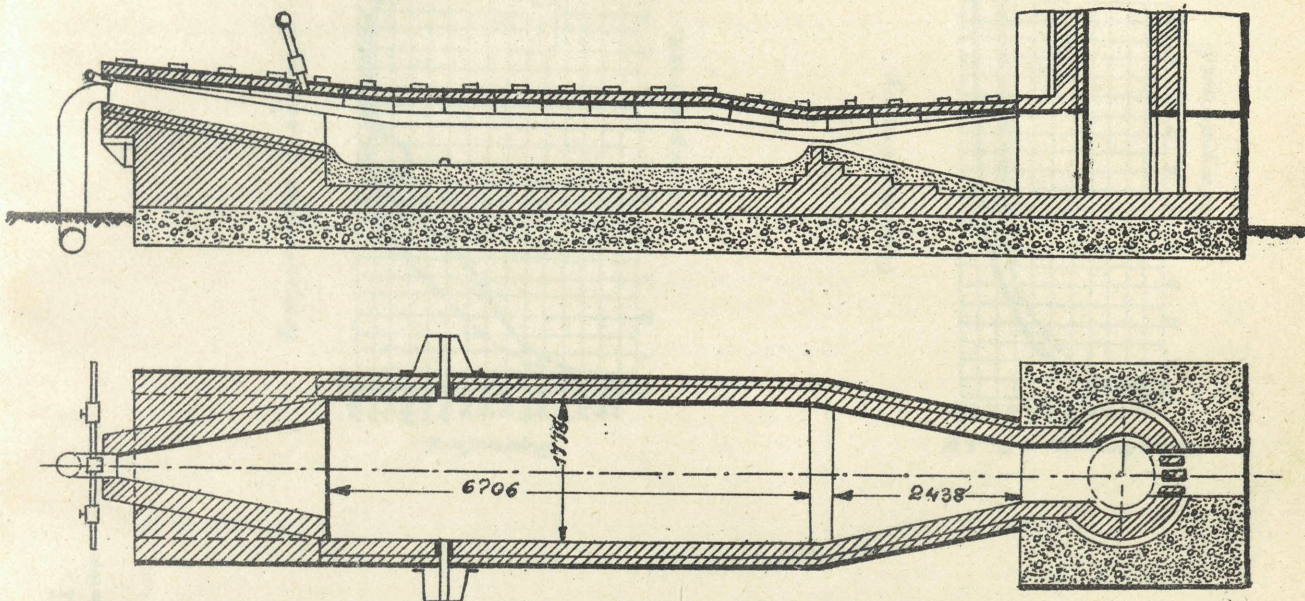
-----000-----

W Niemczech przebudowano już kilka płomieniaków na ropę. Palniki niskoprężne Hermanna. Duże, 30-tonowe piece zużywają stosunkowo mało ropy: 11 do 15%.

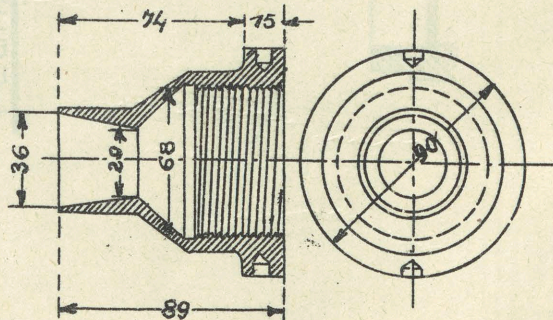
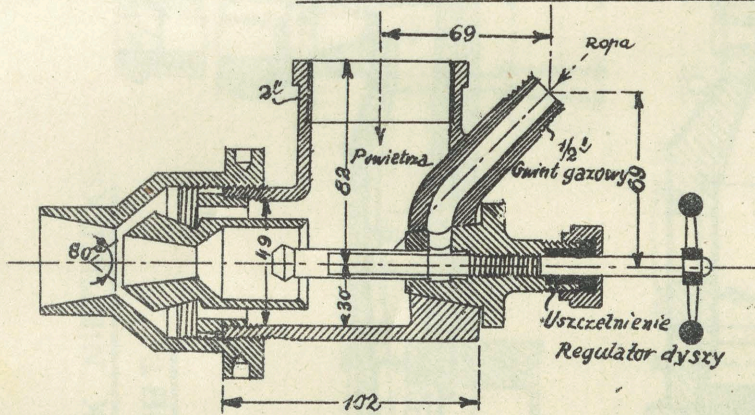
-----000-----

TABLICA XI.

PLOMIENIAK AMERYKAŃSKI IZT.,  
OPALANY ROPĄ.



POZPYLACZ ROPY,  
WG HERMANN - SÖHNE.

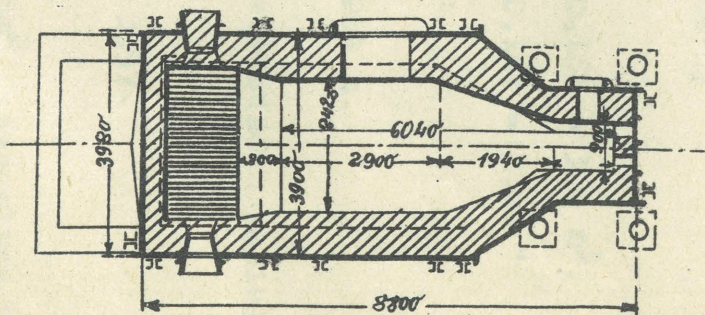
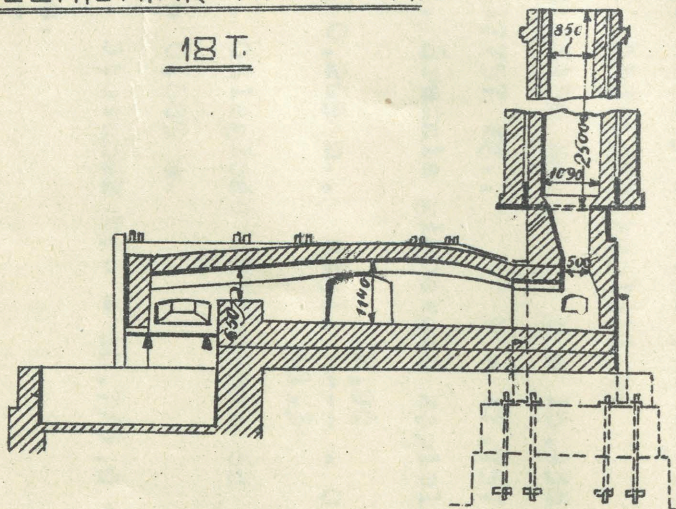




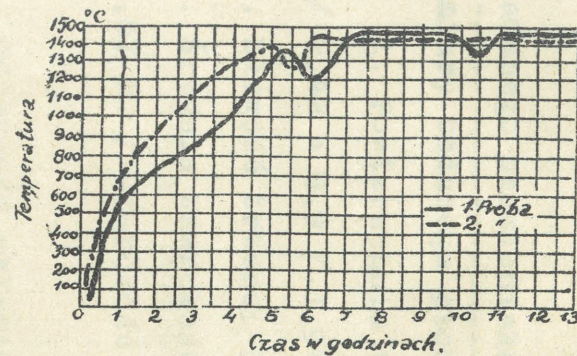
TABLICA XII.

PŁOMIENIAK NIEMIECKI.

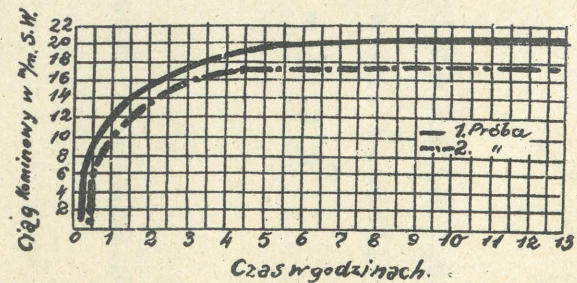
18 T.



Temperatura gazów wylotowych.



Ciąg Kominowy.





BADANIA NAD RUCHEM PŁOMIENIAKA.

/ "St. u. E"., 1919. str. 590/5 oraz 710/9, art. R. Gnaego/.

1. Wymiary badanego płomieniaka.

Kształt i wymiary badanego płomieniaka są podane na tablicy XII.

A/. Topisko. 1. Powierzchnia trzonu pieca, wzgl. kąpielii:

$$B.L = 2,9.2,42 + / 2,42 + 0,9 / .1,94/2 + 1,2.0,9 = 11,3 \text{ m}^2.$$

2. Długość trzonu:  $L = 6,04 \text{ m.}$

3. Średnia szerokość trzonu:

$$B = 11,3/6,04 = 1,87 \text{ m.} / \text{ Szerokość normalna byłaby: } B = 0,02.3 + 1,2 = 1,56 \text{ m.} /$$

4. Odległość sklepienia od trzonu:

$$E = / 1140 + 760 / 2 = 0,95 \text{ m.}$$

5. Całkowita przestrzeń topiska:

$$V = B.L.E = 1,87.6,04.0,95 = 10,7 \text{ m}^3.$$

$$V = S.M = 10,7 \text{ m}^3., \quad M = 10,7/17,5 = 0,61 \quad / \text{płomieniak przestronny,}$$

p. rozdz.; "Teorja budowy i ruchu płomieniaków"./

6. Objętość kąpielii b:

$$\text{I-sza próba: wsad } 18436 \text{ kg.,} \quad b = 18,436.0,167 = 3,0 \text{ m}^3.$$

$$\text{II-ga próba: wsad } 17757 \text{ kg.,} \quad b = 17,757.0,167 = 2,96 \text{ "}$$

7. Średnia głębokość kąpielii:

$$e_1 = \frac{3,00}{B.L} = \frac{3,00}{11,4} = 0,265 \text{ m.,} \quad \text{wzgl. } \frac{2,96}{11,3} = 0,264 \text{ m.}$$

8. Odległość sklepienia od zwierciadła kąpielii:

$$e_2 = 0,95 - 0,265 = 0,685 \text{ m.}$$

9. Stosunek  $V:b = 10,7/3,0 = 3,57.$

B/. Palenisko.

39, wzgl. 41 prętów kwadratowych  $40.40 \text{ mm}^2.$ , szczeliny 27, wzgl. 25 mm. szerokie.

1. Powierzchnia całkowita rusztu  $R = 3,18 \text{ m}^2.$

2. Powierzchnia swobodna rusztu  $r = 41\% R$ , wzgl. 38% r.

3. Stosunek  $R/B.L .100 = 28\%$ .

4. "  $R/B.e_2 = 3,18/1,87.0,685 = 2,5$ . / Normalny /.

C/. Czopuch i komin.

1. Powierzchnia przekroju czopucha:  $0,46 m^2$ .

2. Stosunek:  $\frac{\text{Pow. przek. czopucha}}{R} \cdot 100 = \frac{0,46}{3,18} \cdot 100 = 14,5\% R$ .

3. "  $\frac{\text{Pow. przek. czopucha}}{r} \cdot 100 = \frac{0,46}{1,304} \cdot 100 = 35\% r$ , wzgl.  $\frac{0,46}{1,208} \cdot 100 = 38\% r$ .

4. Wysokość komina: 25 m.

5. Średnica dolna komina 1,09 m., górna - 0,85 m.

6. Objętość wewnętrzna komina:

$$\frac{\pi}{4} \cdot \frac{1,09 + 0,85}{2} \cdot 25 = 18,45 m^3$$

7. Stosunek:  $\frac{\text{Pow. przek. kom.}}{R} \cdot 100 = \frac{0,738}{3,18} \cdot 100 = 23\% R$ .

8. "  $\frac{\text{Pow. przek. komina}}{r} \cdot 100 = \frac{0,738}{1,3} \cdot 100 = 57\% r$ , wzgl.  $\frac{0,738}{1,208} \cdot 100 = 61\% r$ .

II. Wsad / żeliwo i wapień /.

Skład wsadu	I-sza próba	II-ga próba
1. Walec / brak /	6316 kg.	4880 kg.
2. Blok żeliwa	1020 "	-
3. Walec stary	1832 "	4170 "
4. Surowiec / gęsi /, ok. 50%, odlany do form piaszczystych, ok. 1% piasku	9268 "	8707 "
Razem, wsad	18436 kg.	17757 kg.

	I-sza próba	II-ga próba
Objętość samego wsadu żeliwa	2,526 m <sup>3</sup>	2,433 m <sup>3</sup>
Skład chemiczny wsadu	C%	3,44
	Mn%	0,90
	Si%	1,60
	P%	0,59
	S%	0,074
Dodatek wapienia z zawart. H <sub>2</sub> O:	10% 259 kg.	11% 173 kg.
Wapienia suchego:	233 "	152 "
Skład chemiczny suchego wapienia:	CaO%	98,37
	MgO%	0,85
	SiO <sub>2</sub> %	0,63
	S%	0,14

III. Płynne żeliwo.

	I-sza próba	II-ga próba
Odlano walce /3/	17439 kg.	/2/ 15860 kg.
Pozostałość na spodzie płomieniaka	237 "	266 "
Wypłynęło z żuzlem	215 "	257 "
Pozostałość na dnie kadzi	90 "	25 "
Reszta	- "	789 "
Razem	17981 kg.	17197 kg.
Straty przy przetapianiu	455 kg.	558 kg.
" " "	2,47%	3,14%
Skład chemiczny / próba z kadzi / C%		2,94
	Mn%	0,58
	Si%	0,87
	P%	0,57
	S%	0,091
		3,01
		0,48
		0,63
		0,54
		0,091

IV. Żużel.

	I-sza próba	II-ga próba
W dole żużlowym	802 kg.	713 kg.
Pozostałość na trzonie	218 "	391 "
Wybiegło do kadzi	40 "	180 "
Razem	1060 kg.	1284 kg.
Skład chemiczny żużla:		
SiO <sub>2</sub> %	48,64	48,4
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	10,29	12,52
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	0,76	5,43
FeO%	8,20	13,22
MnO%	8,00	6,12
CaO%	22,28	12,22
MgO%	0,95	1,23
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> %	0,34	0,33
S%	0,088	0,126
Ilość żużla w % wsadu	5,8%	7,2%

V. Węgiel.

	I-sza próba	II-ga próba
Całkowita ilość węgla, rzuconego na ruszt	6975 kg.	7193 kg.
Skład chemiczny wilgotnego węgla:		
C%	75,90	67,40
H <sub>2</sub> %	4,87	4,46
S%	1,24	1,12
O <sub>2</sub> %	7,60	9,38
H <sub>2</sub> O%	2,62	3,54
Popiół%	7,36	12,31
N <sub>2</sub> %	0,41	1,79
Całkowita ilość popiołu	1891 kg.	1593 kg.
Zawartość wody z powodu zalewania wodą	29,75%	25,9%
Ilość suchego popiołu	1328 kg.	1180 kg.

	I-sza próba	II-ga próba
Zawartość C w popiele	67,92%	40,51%
Ilość C w popiele	902 kg.	478 kg.
Odpowiednia ilość węgla	1200 "	680 "
Strata na ruszcie w % zużycia całk.	17,2%	9,4%
$H_d = / 8080.C + / H_2 - \frac{O_2}{8} /.34,218 +$ $+ 2200.S /.0,01$	7500 kal.	5470 kal.
Ciepło właściwe węgla suchego	0,204	0,204

VI. Powietrze.

-----

		I-sza próba	II-ga próba
Wilgoć względna		75%	75%
Temperatura zewnętrzna		17,5°C.	17,1°C.
Stan barometru		757 mm. Hg.	765 mm. Hg.
I-sza próba		II-ga próba	
Czas		Czas	
Stan barometru		Stan barometru	
Godz.	min.	Godz.	min.
mm. s. w.		mm. s. w.	
0	00	0	00
0	05	0	10
0	25	0	20
0	35	0	50
0	50	1	20
1	30	1	50
2	30		
3	15.....Początek topienia...	2	50
3	30		
4	30	3	50
do 12	75	do 12	20
9	45....koniec topienia....	10	20
Czas trwania topienia:		I./ 6,5 godz.	II./ 7,5 godz.
" " przegrzewania		3 "	2 "

Średni ciąg komina	I./ 17,5 mm.s.w.	II./ 15,7 mm.s.w.
Średnie ciśnienie w piecu	757 - 17,5/13,6 = 755,7 mm.s.w.	765,0 - 15,7/13,6 = 763 mm.s.w.

Dane powyższe ilustruje wykres na tablicy XII.

VII. Skład chemiczny gazów spalinowych.

I. Czas		Skł. chemicz.			II. Czas		Skł. chemicz.		
od g. min.	do g. min.	CO <sub>2</sub> %	O <sub>2</sub> %	CO%	od g. min.	do g. min.	CO <sub>2</sub> %	O <sub>2</sub> %	CO%
p o c z a t e k   p r o c e s u									
0 0	0 15	--	--	--	0 0	0 20	--	--	--
0 15	1 25	12,6	6,1	--	0 20	0 35	9,7	8,6	0,1
1 25	2 25	12,6	6,3	--	0 35	2 50	15,6	2,4	0,5
2 25	3 25	11,3	7,7	--	2 50	4 05	14,9	2,7	0,7
o k r e s   t o p i e n i a									
3 25	4 15	13,1	5,7	--	4, 05	5 15	16,1	0,6	1,7
4 15	5 15	15,9	1,3	1,2	5 15	6 30	15,9	1,0	1,1
5 15	6 30	14	2,7	1,3	6 30	7 35	16,1	0,5	2
6 30	7 25	14,7	0,3	4,3	7 35	8 55	15,4	1,8	1
7 25	8 15	16,8	0,2	1,5	8 55	10 05	14,8	2,9	0,6
8 15	9 15	15,8	1,4	1,1	10 05	11 20	15,1	3,1	--
9 15	10 15	14,9	3,3	--	11 20	12 20	14,7	3,5	0,1
10 15	11 25	15,6	1,8	0,6					
11 25	12 45	15,7	1,3	1,2					
Średnio:		14,4	3,2	0,9	Średnio		14,8	2,7	0,8

VIII. Temperatura gazów w czopuchu.

I-sza próba		Temper. °C.	II-ga próba		Temper. °C.
Czas po puszczeniu pieca			Czas po puszczeniu pieca		
godz.	min.		godz.	min.	
0	0	25	0	0	115
0	5	97	0	10	225
0	15	330	0	30	445
0	25	365	0	40	545
0	45	495	0	50	625
0	55	570	1	50	935
1	05	660	2	50	1135
2	05	810	3	50	1285
3	05	905	4	50	1390
4	05	1110	5	50	1430
5	05	1365	6	00	1450
6	05	1195	do 12	20	1450
7	05	1475			
7	35	1480			
do 12	45	1480			
Średnio		1200	Średnio		1250

Dane powyższe ilustruje wykres na tablicy XII.

IX. Ilość powietrza i ilość gazów,

obliczone ze średniego składu chem. gazów w czopuchu.

	I-sza próba	II-ga próba
Zawartość średnia N <sub>2</sub>	81,5%	81,7%
" " O <sub>2</sub>	3,2%	2,7%
Ilość N <sub>2</sub> , odpowiadająca nadmiarowi tlenu, przy założeniu w powietrzu N <sub>2</sub> :O <sub>2</sub> = 79:21	3,2.79 ----- = 12% 21	2,7.79 ----- = 10% 21
Ilość N <sub>2</sub> , odpowiadająca tlenowi, związanemu w procesie spalania	81,5 - 12 = = 69,5%	81,7 - 10 = 71,7%



węgiel średni - 9 m<sup>3</sup>

" zły 8 "

Ilość gazów spalinowych o ok. 6% większa, niż powietrza.

X. Temperatura w piecu, żeliwa i żuźla.

Temperatura żeliwa w kadzi	I. 1302°C	1287°C.
" żuźla w piecu	1330 "	1310 "
" w piecu ku końcowi topienia w oknie wsadowem	1608 "	1580 "
Temp. w czopuchu	1500 "	1510 "
Ciepło, zawarte w 1 kg. żeliwa	265 kal.	263 kal.
" właściwe żeliwa	$\frac{265 - 30}{1302} = 0,18$	$\frac{263 - 30}{1287} = 0,18$

---000---

Oprócz wyników systematycznych badań inż. Gnadego w Bochum, innych dotychczas nie posiadamy. Dotąd nie posiadamy sposobu obliczania głównych wymiarów płomieniaków. Sposoby obliczania, polegające na wynikach "dobrze idących pieców", jak to głosi prof. Osann, i na ślepej kopjowaniu wymiarów innych pieców, nie mogą być uważane za rozwiązanie zagadnienia.

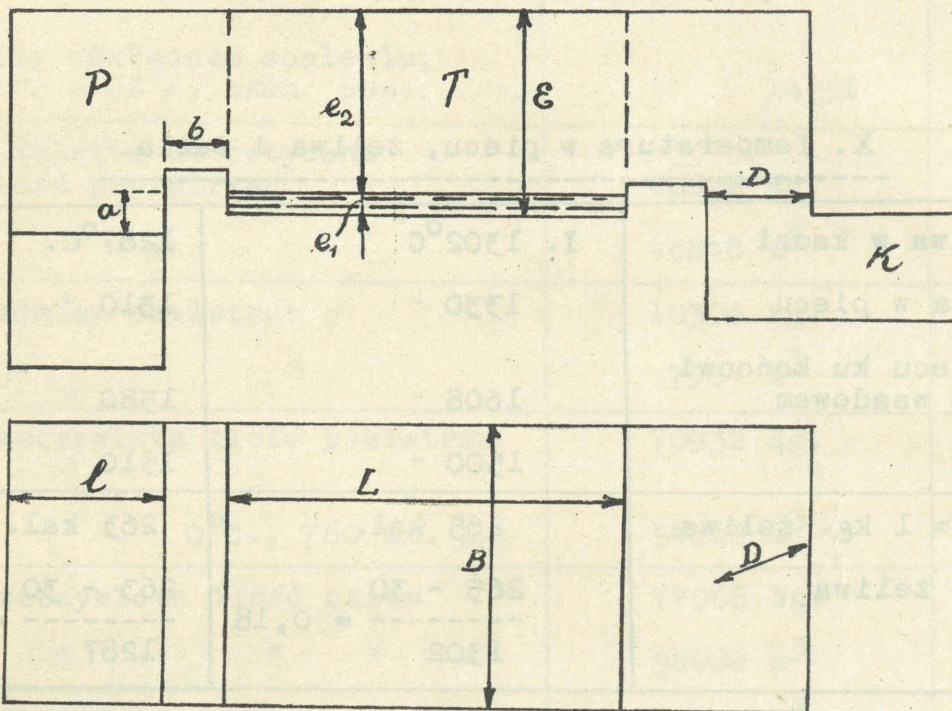
Jeżeli Osann mówi, że czas przebywania gazów w płomieniaku powinien wynosić 3 sek., to w praktyce okazuje się, że często czas ten odbiega w znacznym stopniu od powyższej normy.

Albo, jeżeli się mówi, / Osann i Ledebur /, że na 1 tonę wsadu bierze się powierzchnię kąpielii 0,5 do 1 m<sup>2</sup>, to nie wiadomo, czy w danych warunkach pomieści się wsad w piecu. Bowiem uzupełnienie wsadu podczas topienia nie stosuje się z zasady, zawsze wsad daje-my na raz, a nie w pojedynczych partjach.

Niżej przedstawię krótko zasady budowy i obliczania płomieniaków.

---000---

TEORJA BUDOWY I RUCHU PŁOMIENIAKÓW.



Rys. 9.

I-sze pytanie: Ile miejsca zajmuje nieroztopiony wsad żelaza?  
 albo: jak duże powinno być topisko?

1.  $V = S.M.$
2.  $V = B.L.E$
3.  $S.M = B.L.E.$

V oznacza całkowitą przestrzeń topiska,

S - wsad w tonach,

M - przestrzeń, zajmowaną przez 1 tonę wsadu,

L, B, E - wymiary topiska.

1 m <sup>3</sup>	płynnego żeliwa	waży 7000 kg.,	1 t. zajmuje objętość	0,143 m <sup>3</sup> .
1 "	grubych walców	" 4500 "	1 " " "	0,222 "
1 "	gęsi surowcowych i grubego złomu	" 3000 "	1 " " "	0,333 "
1 "	gęsi surowcowych i cienkiego złomu	" 2500 "	1 " " "	0,400 "
1 "	drobnego złomu	" 2000 "	1 " " "	0,500 "

Ze względu na konieczność pozostawienie wolnego miejsca wzdłuż ścian i sklepień i pieca, potrzebnych dla przepływu gazów, przestrzeń ta powiększy się o 50%.

Grube walce:  $M = 0,333 \text{ m}^3$

Gęsi i gruby złom:  $M = 0,50 \text{ "}$

Gęsi i drobny złom:  $M = 0,60 \text{ "}$

Drobny złom:  $M = 0,75 \text{ "}$

W dalszych naszych obliczeniach przyjmujemy wsad, składający się z gęsi surowcowych i drobnego złomu, dla którego  $M = 0,5 \text{ m}^3$ .

Widzimy wyraźnie, że przestrzeń topiska zależy przede wszystkim od jakości wsadu i od jego wagi,  $V = S.M$ , a nie od czasu pobytu gazów w piecu, jak to podaje Osann.

Licząc na 1 tonę płynnego żeliwa, łącznie z odpowiadającą jej ilością żużla,  $0,165 \text{ m}^3$ , otrzymamy objętość kąpieli:

$b = S \cdot 0,165 \text{ m}^3 \dots \dots \dots /4/$

Wolna przestrzeń  $W = V - b = S / M - 0,165 / \dots \dots \dots /5/$

Dla  $M = 0,5$ , wynosi  $V = 0,5 \cdot S \text{ m}^3$ .

$W = / 0,5 - 0,165 / \cdot S = 0,33 \cdot S,$

$b = 0,165 \cdot S.$

$\frac{V}{b} = \frac{0,5 \cdot S}{0,165 \cdot S} = 3, e_1 = \frac{E}{3} \dots \dots \dots /6/$

Dla normalnego wsadu /  $M = 0,5$  /, obowiązuje zależność: Objętość kąpieli  $b$  wynosi  $1/3$  część całkowitej objętości  $V$ .

Objętość kąpieli jest, bez względu na jakość wsadu, zależna jedynie od jego ilości wagowej, natomiast zupełnie niezależna od objętości przestrzennej w stanie nieroztopionym. Natomiast właśnie ta ostatnia wywiera wybitny wpływ na objętość topiska.

Dla  $M = 0,333$ , otrzymamy  $\frac{V}{b} = \frac{0,333 \cdot S}{0,165 \cdot S} = 2, e_1 = \frac{E}{2} \dots \dots \dots /7/$

"  $M = 0,600$ , "  $\frac{V}{b} = \frac{0,600 \cdot S}{0,165 \cdot S} = 3,6, e_1 = \frac{E}{3,6} \dots \dots \dots /8/$

Jeżeli piece o stosunku  $V:b = 3$  uważamy za normalne, to płomieniaki

o stosunku tym, wynoszącym 2, nazywać będziemy płomieniakami ciasnymi, zaś o większym stosunku, 3,6 - piecami przestronnymi.

W piecach ciasnych chyżość gazów będzie większa, czas ich pobytu natomiast krótszy, niż w normalnych, w piecach przestronnych natomiast przeciwnie, przyjmując naturalnie tę samą wagę wsadu.

Głębokość kąpielii.

Rozróżniamy płomieniaki "płytkie" - świeżące, oraz "głębokie", - oraz piece normalnie głębokie.

Stosunek  $\frac{\text{Powierzchnia trzonu } m^2}{\text{Głębokość kąpielii } m} = \frac{B.L}{e_1}$  przyjmujemy:

dla pieców głębokich	$\frac{B.L}{e_1} = 25$	$e_1 = \frac{B.L}{25} m$	... ./9/
" " normalnych	$= 33$	$e_1 = \frac{B.L}{33} m$	... ./10/
" " płytkich	$= 40$	$e_1 = \frac{B.L}{40} m$	... ./11/

Z równania objętości kąpielii:

$B.L.e_1 = 0,165.S$  ... ./12/

otrzymujemy przy pomocy powyższych danych, dla pieców:

głębokich  $e_1 = 0,08.\sqrt{S}$  ... ./13/

normalnych  $e_1 = 0,07.\sqrt{S}$  ... ./14/

płytkich  $e_1 = 0,06.\sqrt{S}$  ... ./15/

Rozróżniamy więc z jednej strony płomieniaki ciasne i przestronne, z drugiej - piece płytkie i głębokie. Pośrednio między nimi znajdują się piece normalne.

Szerokość trzonu B.

$B = 0,02.S + 1,2 m.$  / S w tonach / ... ./16/

Długość trzonu L.

$L.B.e_1 = 0,165.S,$

$L = \frac{0,165.S}{B.e_1} m.$  / S w tonach, B,  $e_1$  - w metrach / ... ./17/

Całkowita wysokość topiska E.

E.B.L = S.M,

E = (S.M / B.L) m. . . . . /18/

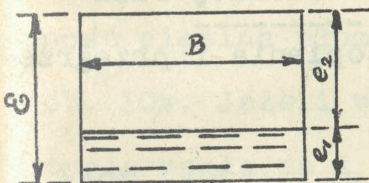
Wysokość wolnego przekroju e2.

e2 = E - e1 . . . . . /19/

Przekrój wolnej przestrzeni topiska Q.

Q = B.e2 . . . . . /20/

Całkowita powierzchnia wewnętrzna ścian topiska Pt.



Rys. 10. Pt = 2.L. / B + E / . . . . . /21/

Pt = 2.S. / (0,165 / e1 + M / B) /

Powierzchnia promieniująca sklepienia i ścian Pp.

Pp = L. / B + 2.e2 / . . . . . /22/

Pp = (0,165.S / B.e1) \* [ B + 2.e1 \* (M / 0,165 - 1) ]

Przykład.

Obliczmy piec dla S = 15 ton i M = 0,5.

B = 0,02.15 + 1,2 = 1,5 m.

e1 = 0,07 \* sqrt(15) = 0,271 m.

L = (0,165.15 / (1,5.0,271)) = 6 m.

E = (15.0,5 / 1,5.6) = 0,83 m.

e2 = 0,83 - 0,271 = 0,569 m.

Q = 1,5.0,569 = 0,85 m^2.

Pt = 2.6. / (1,5 + 0,83) = 27,9 m^2.

Pp = 6. / (1,5 + 2.0,569) = 15,8 m^2.

TEORETYCZNE ZASADY PĘDZENIA PŁOMIENIAKÓW.

Założenie: paliwo- węgiel, naturalny ciąg kominowy.

Jeżeli S oznacza wsad w tonach,

w - ilość węgla, zużytego na 1 tonę wsadu,

p - ilość powietrza, zużytego na spalenie 1 kg. węgla,

to całkowita ilość powietrza, zużytego na stopienie oraz przegrzanie żeliwa, wynosi:

W = S.w.p m³ . . . . . /23/

Normalna ilość powietrza na 1 m² powierzchni swobodnej rusztu r wynosi 1 m³/min., jeżeli zaś całkowity czas topienia i przegrzewania wynosi t godzin, to ilość powietrza będzie:

W = 60.r.60.t . . . . . /24/

Otrzymamy równanie powietrza:

S.w.p = 3600.r.t. . . . . . /25/

Z równania tego obliczamy r:

r = (S.w.p)² / (3600t) m . . . . . /26/

Do przeprowadzenia obliczeń są nam potrzebne wielkości w i p.

Zużycie węgla na 1 tonę wsadu.

Zależy ono przede wszystkim od jakości węgla.

Table with 4 columns: quality of coal, unit, calorific value, and note. Rows include 'najlepszy', 'b. dobry', 'dobry', 'średni', and 'zły'.

Następnie, zużycie węgla zależy od jakości i wielkości pojedynczych kawałków wsadu, więc od stosunku objętości do powierzchni kawałków wsadu, jakoteż od wymaganego stopnia przegrzania kąpielii, a więc od czasu trwania przegrzewania.

Całkowite ciepło topienia żeliwa, przegrzanego do temperatury 1360<sup>o</sup> C., wynosi na 1 tonę:

$$Q_{\text{žel.}} = 1000 \cdot 0,21 \cdot 1360 + 90 \cdot 1000 = \underline{\underline{315600 \text{ kal.}}}$$

Całkowite ciepło topienia żużła, w ilości 5% w stosunku do wsadu metalowego, wynosi, przy temp. żużła 1460<sup>o</sup> C.:

$$Q_{\text{żuż.}} = 50 \cdot 0,35 \cdot 1460 + 50 \cdot 50 = \underline{\underline{28050 \text{ kal.}}}$$

Żeliwo i żużel zużywają na 1 tonę wsadu:

$$315600 + 28050 = \underline{\underline{343650 \text{ kal.}}}$$

Współczynnik sprawności cieplnej płomieniaka.

Przy wsadzie zimnym i ładowaniu wsadu do zimnego pieca sprawność cieplna płomieniaka wynosi, w odniesieniu do ciepła żeliwa, tylko ok. 10%. Jeżeli wartość opałowa węgla wynosi 7000 kal./kg., to zużycie węgla na 1 tonę wsadu, przy sprawności 10%, wynosi:

$$w = \frac{320000}{7000} \cdot \frac{100}{\eta\%} = \underline{\underline{460 \text{ kg.}}}$$

Uwaga: 1/. W tej ilości nie jest uwzględniona strata węgla na ruszcie. Wynosi ona 10 do 15% całkowitej ilości węgla, rzuconego do paleniska.

2/. Płomieniaki, pędzone bez przerwy, przy których ładowanie odbywa się zaraz po spuście, wykazują większą sprawność cieplną, dochodzącą do 20%, wskutek wyzyskania ciepła w obmurzu i znacznego skrócenia czasu przetapiania.

Przy płomieniakach o ruchu ciągłym sprawność cieplna może być obliczona w przybliżeniu z równania:

$$\eta = 44,4 \cdot \frac{S}{P},$$

gdzie: S - wsad w tonach,

P - powierzchnia wewnętrzna płomieniaka całego, łącznie z paleniskiem.

Sprawność cieplna płomieniaków o ruchu ciągłym,  
 pędzonych podmuchem powietrza.

S ton	7,5	10	12,5	15	20	25	30	40	50
P m <sup>2</sup>	36	44	50	56	66	76	84	98	110
%	9	10	11	12	13,4	14,6	16	18	20
w kg./t.	511	460	418	383	340	315	288	255	230 + straty pod rusztem

Przy dalszych obliczeniach bierzemy w rachubę tylko płomieniaki, puszczone w ruch w dłuższych odstępach czasu, przy których wsad ładowany jest do pieca zimnego, a sprawność wynosi ok. 10%.

Ilość powietrza na 1 kg. węgla.

Obliczamy ją ze składu chemicznego węgla w przybliżeniu:

$$p = \frac{1}{100} \cdot \left[ 8,91 \cdot C + 26,47 \cdot \frac{H_2}{8} - \frac{O_2}{8} + 3,335 \cdot S \right] \text{ m}^3 \dots /28/$$

- C = 75,9%,                      H<sub>2</sub>O = 2,62%,  
 H<sub>2</sub> = 4,87%,                    O<sub>2</sub> = 7,6%                      p = 7,84 m<sup>3</sup>/kg. węgla, albo,  
 S = 1,24%,                      N<sub>2</sub> = 0,14%                    okrągło, 8 m<sup>3</sup>/kg. węgla.

Nadmiar powietrza dla temperatury spalania 1750°C.:

$$1750 = \frac{7300}{\lambda \cdot 0,4}, \text{ gdzie } 0,4 - \text{ciepło właściwe gazów.}$$

X = 10,4 m<sup>3</sup> gazów, t. j. ok. 10 m<sup>3</sup> powietrza.

$$\text{Nadmiar powietrza: } \frac{10 - 8}{8} \cdot 100 = 25\%.$$

Temperatura spalania:

wartość opałowa węgla

$$T = \frac{\text{Masa gazów spal.} \cdot \text{ciepło własc.} + \text{masa popiołu} \cdot \text{ciepło wł.}}{\dots}$$

K kal.

$$= \frac{G_g \cdot c_g + G_p \cdot c_p}{\dots} \dots \dots \dots /29/$$

Wartość opałowa w/g wzoru:

$$K = 81 \cdot C + 290 \cdot \frac{H_2}{8} + 25 \cdot S - 6 \cdot W \dots \dots \dots /30/$$

Dla węgla normalnego K = 7000 kal./kg.

Możemy przyjąć, jako normę, zużycie  $10 \text{ m}^3$  powietrza na 1 kg. węgla.

Szybkość spalania zależy od wielkości kawałków węgla, więc od stosunku: objętość kawałków  $\text{dm}^3$ :powierzchnia kawałków  $\text{dm}^2$ .

Dla kostki grubego węgla  $100.100.100 \text{ mm}^3$ , stosunek ten wyniesie  $1/6 = 0,167$ .

Natężenie rusztu.

Ilość powietrza wynosi:

$3600 \text{ m}^3 / \text{godz. m}^2$  wolnej powierzchni rusztu. . . . . /31/

Zużycie powietrza na 1 kg. węgla wynosi  $10 \text{ m}^3 / \text{kg}$ .

Stąd natężenie rusztu

$\eta_r = \frac{3600}{10} = 360 \text{ kg. węgla/m}^2 \cdot \text{godz.}$  . . . . . /32/

Równanie węgla:

$S \cdot w = 360 \cdot r \cdot t$  . . . . . /33/

$w = \frac{320000}{K} \cdot \frac{100}{\eta \%}$ , dla  $K = 7000 \text{ kal.}$ ,  $w = 46 \cdot \frac{100}{\%}$  . . . /34/

dla  $\eta = 12\%$ ,  $w = 348 \text{ kg./t.}$ , dla  $\eta = 10\%$ ,  $w = 460 \text{ kg/t.}$

$S = \frac{46 \cdot 100}{\eta \%} = 360 \cdot r \cdot t$ ,

$r = \frac{46 \cdot 100}{360} \cdot \frac{S}{t \cdot \eta} = 12,8 \cdot \frac{S}{t \cdot \eta}$  . . . . . /35/

We wzorze tym oznaczają:

- r - swobodna powierzchnia rusztu w  $\text{m}^2$ ,
- S - wsad w tonach,
- t - czas trwania wytopu w godzinach,
- $\eta$  - współczynnik sprawności cieplnej w %-ach.

Przy  $\eta = 100\%$ , teoretyczna ilość węgla w, zużytego na przetopienie i przegrzanie 1 tony żeliwa, wynosiłaby dla  $K = 7000 \text{ kal./kg.}$ , 46 kg.

Równanie /35/ obowiązuje dla węgla o wartości opałowej 7000 kal., spalającego się dokładnie na  $\text{CO}_2$  i  $\text{H}_2\text{O}$ , przy 25% nadmiarze powietrza,

t. j. dla całkowitej ilości powietrza na 1 kg. węgla  $10 \text{ m}^3$ , oraz dla natężenia powierzchni rusztu  $360 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{godz.}$

Przy stosunku  $R/r = 2,5$ , wzgl. dla  $r = 0,40 \cdot R$ , całkowita powierzchnia rusztu wynosi:

$$R = 2,5 \cdot r = 2,5 \cdot 12,8 \cdot \frac{S}{t \cdot \eta} = 32 \cdot \frac{S}{t \cdot \eta} \dots \dots \dots /36/$$

Dla płomieniaka 15-tonowego mamy  $\eta = 12\%$ . Otrzymamy wtedy

wzory dla r i R:

$$r = \frac{12,8}{12} \cdot \frac{S}{t} = 1,07 \cdot \frac{S}{t}, \quad R = 2,5 \cdot 1,07 \cdot \frac{S}{t} = 2,675 \cdot \frac{S}{t}$$

Dla  $\eta = 10\%$ , mamy:  $r = 1,28 \cdot \frac{S}{t}, \quad R = 3,2 \cdot \frac{S}{t}$

---ooo---

A więc, dla danego wsadu S, możemy obliczyć powierzchnię rusztu r i R, jeżeli jest nam znany czas topienia t, wzgl. wydajność płomieniaka w tonach na godzinę, S:t.

---ooo---

Uwaga: Ilość wytworzonego ciepła w ciągu jednostki czasu, a więc szybkość spalania węgla, powinna iść w parze ze zdolnością zużytkowania ciepła w jednostkę czasu przez wsad i obmurze. Od stopnia dostosowania tych dwóch czynników zależy ekonomja ruchu płomieniaka.

---ooo---

Czas trwania topienia t.

Założenia: Wsad zimny, piec początkowo zimny, sprawność cieplna = 10%.

Ponieważ przyjęliśmy, jako normę, że ilość węgla, spalonego na wolnej przestrzeni rusztu, wynosi  $360 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{godz.}$ , co odpowiada natężeniu całkowitej powierzchni rusztu  $360/2,5 = 144 \text{ kg. węgla na } 1 \text{ m}^2 \text{ i godz.}$ , ponieważ więc ilość wytworzonego ciepła na jednostkę czasu jest określona, więc czas trwania topienia będzie zależał wyłącznie od wielkości i jakości wsadu, oraz od jego składu chemicznego. Całkowity czas trwania wytopu składa się z czasu trwania

dwóch okresów: okres pierwszy obejmuje czas nagrzewania wsadu do temperatury topienia, oraz samo topienie, drugi okres - należyte przegrzewanie kąpieli, oraz ew. świeżenie jej. Czas trwania okresu pierwszego zależy od stosunku objętości do powierzchni pojedynczych kawałków wsadu. Jest rzeczą jasną, że ogrzewanie do temperatury topienia walców o średnicy np. 1000 mm: i o wadze 8 ton wymaga dłuższego czasu, niż ogrzewanie walców o średnicy np. 200 lub 300 mm. albo ogrzewanie wsadu, składającego się z samych gęsi surowcowych. Naogół różnice w praktyce nie są zbyt duże, a to z następujących powodów: drobniejsze kawałki wsadu topnieją wprawdzie prędzej, ale, spływając po kawałkach zimniejszych, żeliwo już płynne krzepnie ponownie, wskutek czego zmniejsza się stosunek  $v:P$ , co pociąga za sobą przedłużenie okresu stapiania całego wsadu.

Ilość godzin, potrzebna do nagrzania wsadu do temperatury topienia, jakoteż czas trwania przegrzewania kąpieli, obliczyć możemy, posługując się danymi z nauki o przewodnictwie i przenikaniu ciepła. Natomiast czas trwania przegrzewania, ew. świeżenia wsadu, zależy od pierwotnego składu chemicznego wsadu i określony być może jedynie na podstawie danych z praktyki w każdym poszczególnym wypadku.

a/. Okres I-szy: ogrzewanie i topienie wsadu.

Czas trwania tego okresu zależy przede wszystkim od szybkości spalania węgla i wytwarzania dużej ilości ciepła na jednostkę czasu. Przy płomieniakach, pędzonych ciągiem naturalnym, okres ten trwa dłużej, niż wtedy, gdy stosujemy podmuch. Gazy spalania oddają w pierwszej chwili szybko swe ciepło zimnemu wsadowi, oraz zimnemu obmurzu, i dochodzą do komina o niskiej temperaturze. Ciąg komina jest stosunkowo słaby. Natomiast przy użyciu wentylatora, zaraz po rozpaleniu węgla na ruszcie, umożliwiające jest intensywne spalanie węgla. Drugim ważnym czynnikiem jest wielkość powierzchni wsadu, wzgl. stosunek  $v \text{ dm}^3 / P \text{ dm}^2$ . Grube bryły żeliwa, n. p. walce, posiadają

stosunkowo małą powierzchnię, natomiast żłom luźny ma powierzchnię znacznie większą na jednostkę ciężaru. Wzrost temperatury na jednostkę czasu będzie w drugim wypadku większy, niż w pierwszym. Zależnie więc od szybkości spalania węgla i od dostosowanej do niej zdolności wchłaniania ciepła przez wsad, czas trwania pierwszego okresu waha się w szerokich granicach, i wynosi, w godzinach:

$$h_1 = 5 \cdot \frac{S}{B.L} \quad \text{do} \quad 3 \cdot \frac{S}{B.L} \dots \dots \dots /37/$$

---0000---

b/. Okres drugi: przegrzewanie kąpielii.

Tutaj ważną rolę odgrywa, oprócz powierzchni kąpielii, jej głębokość, jakoteż grubość warstwy żużla, pokrywającej kąpiel metalową. Zwykle grubość warstwy żużla nie jest duża: 20 do 30 mm. Ciepło gazów i ciepło promieniowania ścian płomieniaka udziela się żużlowi, który, jako zły przewodnik ciepła, opóźnia przegrzewanie samego żeliwa. Temperatura żużla jest o 100 do 200°C wyższa, niż temperatura metalu. Przenikanie ciepła ujęte jest prawem Fourier'a, wyrażonem w równaniu:

$$C = \frac{.F.t.h_2}{e_1},$$

- gdzie oznaczają:
- współczynnik przewodnictwa ciepła,
  - F - powierzchnię w m<sup>2</sup>, a więc w naszym wypadku powierzchnię kąpielii, równą B.L,
  - t - różnicę temperatur górnej i dolnej powierzchni kąpielii, t = 200 do 300°C.
  - e<sub>1</sub> - głębokość kąpielii / średnią /,
  - h<sub>2</sub> - czas w godzinach.

Czas trwania przegrzewania zależy w dużym stopniu od wysokości temperatury, panującej w piecu, i od stosunku powierzchni ścian, promieniujących ciepło do powierzchni kąpielii, a przede wszystkim od stopnia przegrzania żeliwa.

$$h_2 = 7,5 \cdot \frac{S}{B.L} \cdot e_1 \quad \text{do} \quad 10 \cdot \frac{S}{B.L} \cdot e_1 \dots \dots /38/$$

Czas trwania całego przebiegu topienia  $t$ , licząc od rozpalenia węgla na ruszcie aż do spustu zeliwa, wynosi w wypadku najkorzystniejszym:

$$t = h_1 + h_2,$$

$$t = 3 \cdot \frac{S}{B.L} + 7,5 \cdot \frac{S}{B.L} \cdot e_1 = 3 \cdot \frac{S}{B.L} / 1 + 2,5 \cdot e_1 / \dots / 39/$$

zaś w wypadku najgorszym:

$$t = 5 \cdot \frac{S}{B.L} / 1 + 2 \cdot e_1 / \dots / 40/$$

---ooo---

Czas trwania topienia w płomieniakach  
średnio przestronnych i średnio głębokich.

S ton	7,5	10	12,5	15	20	25	30	40	50
B.L m <sup>2</sup>	6,2	7,3	8,3	9	10,4	11,6	12,7	14,7	16,4
e <sub>1</sub> m.	0,199	0,228	0,252	0,279	0,322	0,360	0,394	0,453	0,509
S/B.L	1,21	1,37	1,47	1,67	1,92	2,157	2,36	2,72	3,0
<u>t<sub>min.</sub> godz.</u>	<u>5,5</u>	<u>6,5</u>	<u>7,2</u>	<u>8,5</u>	<u>10</u>	<u>12,3</u>	<u>14</u>	<u>17,5</u>	<u>21</u>
<u>t<sub>max.</sub> "</u>	<u>8,5</u>	<u>10</u>	<u>11</u>	<u>13</u>	<u>15,8</u>	<u>18,5</u>	<u>21</u>	<u>26</u>	<u>30</u>
Wydajność na godz. S/t max.	1,37	1,54	1,73	1,8	2	2,03	2,14	2,29	2,4
Wydajność na godz. S/t min.	0,882	1	1,14	1,15	1,27	1,35	1,43	1,54	1,67
R = 3,2.S/t m <sup>2</sup>	2,8	3,2	3,6	3,7	4,1	4,3	4,6	4,9	5,4

Liczby powyższej tabeli obrazuje wykres na rys. 11.

Znając więc czas trwania topienia, możemy z równania:

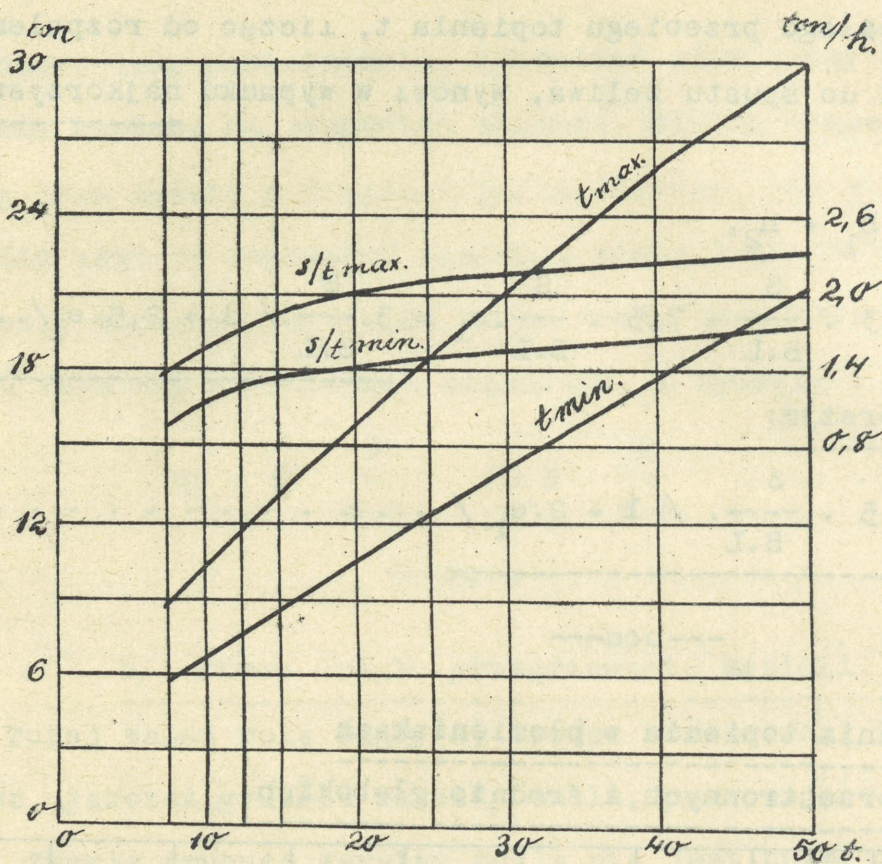
$$r = 1,07 \cdot \frac{S}{t} \text{ obliczyć swobodną powierzchnię rusztu } r,$$

wzgl. całkowitą powierzchnię R:

$$R = 2,675 \cdot \frac{S}{t} \dots \dots \dots /41/$$

$$\text{Dla pieca 15-tonowego } r = 1,07 \cdot \frac{S}{13} = 1,235 \text{ m}^2,$$

$$R = 2,5 \cdot 1,235 = 3,09 \text{ m}^2.$$



Rys. 11.

Uwaga: Wzór /41/ na obliczenie R wykazuje nam, że wielkość powierzchni rusztu płomieniaków zależy ostatecznie tylko od powierzchni kąpielii B.L i od jej głębokości, nb. dla naszych warunków pędzenia pieca, natężenie rusztu =  $144 \text{ kg/m}^2 \cdot \text{godz.}$  i 25% nadmiaru powietrza, oraz dokładnego spalania węgla na ruszcie.

Dotychczas obliczano powierzchnię rusztu w/g Ledebura ze stosunku  $B.L/R = 3$ . Ponieważ powierzchnia kąpielii np. dla płomieniaka 15-tonowego wynosi, w/g naszych danych,  $1,5 \cdot 6 = 9 \text{ m}^2$ , a powierzchnia całkowita rusztu wynosi  $3,09 \text{ m}^2$ , więc prawo Ledebura zgadza się przypadkowo dla 15-tonowego płomieniaka zupełnie dokładnie z naszymi obliczeniami.

#### Wymiary paleniska.

Całkowita powierzchnia rusztu  $R \text{ m}^2$ .

Szerokość rusztu bierzemy zwykle równą szerokości wewnętrznej pieca, a więc równą  $B \text{ m}$ .

Długość rusztu  $l = R/B$ .

Dla pieca 15-tonowego:

$$l_{15} = \frac{3,09}{1,5} = 2 \text{ m.}$$

Ilość powietrza i gazów.

Normalna ilość powietrza i gazów na 1 minutę i na 1 m<sup>2</sup> wolnej powierzchni rusztu r wynosi 60 m<sup>3</sup>. Ilość gazów wynosi zwykle 5 do 7% więcej, niż ilość powietrza, dla naszych celów przyjmujemy ilość gazów, równą ilości powietrza.

$$W = G = 60 \text{ m}^3/\text{min.m}^2 \text{ rusztu. . . . . } 42/$$

Chyżość gazów podczas przepływu przez topisko w okresie przegrzewania kąpieli:

$$\text{Ilość gazów na 1 sek.} = l.r = G,$$

$$\text{Wolny przekrój topiska} = B.e_2,$$

$$G = B.e_2.v,$$

$$v = \frac{G}{B.e_2} = \frac{r}{B.e_2} \text{ . . . . . } /43/$$

Dla płomieniaka 15-tonowego:

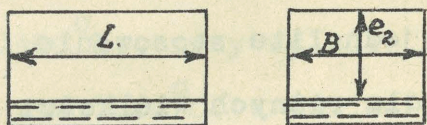
$$r = 1,235 \text{ m}^2, \quad / E = 0,83 \text{ m. } /$$

$$B = 1,5 \text{ m.} \quad / e_1 = 0,271 \text{ m. } /$$

$$e_2 = 0,559 \text{ m.}$$

$$v = \frac{1,235}{0,8385} = 1,47 \text{ m/sek.}$$

Rys. 11.



Czas pobytu gazów w topisku.

$$h = \frac{V}{G} \quad V = M.S = 0,5.S$$

$$h = \frac{0,5.S}{r} = \frac{S}{2.r}$$

$$\text{Dla } S = 15 \text{ ton, jest } h = \frac{15}{2.1,235} = \frac{15}{2,47} = 6''.$$

Gazy zatrzymują się w płomieniaku "średnio przestronnym" / M = 0,5 /, przez 6 sek., w płomieniaku "ciasnym", przy którym M = 0,333, pobyt gazów w topisku trwa przez

$$h = \frac{0,333.S}{1,235} = \frac{S}{3.r} = \frac{15}{3,705} = 4''.$$

Uwaga: Przy obliczeniach ilości, chyżości i czasu pobytu gazów w piecu nie uwzględniona jest temperatura rzeczywista, lecz

temperatura 0°C .

KOMIN.

Przetapianie wsadu i przegrzewanie kąpieli wymaga wysokiej temperatury / ok. 1650°C. /, którą osiągamy przez wytwarzanie dużej ilości ciepła w jednostce czasu / 700 kal./ sek./, spalając węgiel na ruszcie paleniska / 0,1 kg/sek. /, za pomocą powietrza, doprowadzonego przez szpary rusztu do warstwy rozżarzonego węgla / 1 m<sup>3</sup>/sek. /. Powietrze doprowadzamy albo za pomocą wentylatora, albo za pomocą komina. W pierwszym wypadku mamy pod rusztem nadciśnienie, w drugim - podciśnienie, wywołane ciągiem komina. Ponieważ płomieniaki pędzone są zwykle ciągiem kominowym, więc wszystkie obliczenia, powyżej przeprowadzone, odnoszą się do płomieniaków, pędzonych ciągiem kominowym, nawet w tych wypadkach, w których lepiej stosować wentylatory, n. p. przy płomieniakach, o wsadzie ponad 20 ton. Chodziło bowiem o jednolite stosowanie zasad, bez względu na wymagania praktyki dla różnych wielkości płomieniaków. Stosowanie wentylatorów pociąga za sobą pewne zmiany przebiegu topienia, o czym będzie mowa na innym miejscu.

---ooo---

Komin, doprowadzający powietrze, potrzebne do intensywnego spalania węgla, jest sprężyną, powodującą pędzenie płomieniaka: Od wysokości komina zależy "siła ciągu", więc i ilość powietrza oraz ilość spalonego węgla na jednostkę czasu. "Siłę ciągu" określa następujące równanie:

$$C_g = H \cdot (\gamma_z - \gamma_k) / \dots \dots \dots /44/$$

gdzie oznaczają:

- C<sub>g</sub> - ciąg komina, w mm. s. w.
  - H - wysokość komina w m.,
  - γ<sub>z</sub> - ciężar 1 m<sup>3</sup> powietrza przy temp. t<sub>z</sub>,
  - γ<sub>k</sub> - " 1 m<sup>3</sup> gazów w kominie przy średniej temp. t<sub>k</sub>.
- Jeżeli 1 m<sup>3</sup> powietrza przy temperaturze 0°C. i przy 760 mm. Hg.

wazy 1,293 kg., to ciężar 1 m<sup>3</sup> powietrza przy temperaturze t<sub>z</sub><sup>o</sup> wynosi:

$$\frac{1,293}{1 + \alpha \cdot t_z},$$

zaś ciężar 1 m<sup>3</sup> gazów kominowych przy temperaturze normalnej waha się pomiędzy 1,26 do 1,35 kg., wynosi więc przeciętnie 1,30 kg. i różni się od wagi powietrza nieznacznie. Przyjmujemy równy ciężar dla powietrza i gazów przy temp. 0<sup>o</sup>C. Wynosi on

$$\frac{1,293}{1 + \alpha \cdot t_k}.$$

$$C_g = H. / \frac{1,293}{1 + \alpha \cdot t_z} - \frac{1,293}{1 + \alpha \cdot t_k} / = 1,293.H. / \frac{1}{1 + \alpha \cdot t_z} - \frac{1}{1 + \alpha \cdot t_k} / \dots /45/$$

Temperatura powietrza waha się u nas pomiędzy -40 do +40<sup>o</sup>C. Średnia temperatura skłupa gazów w kominie nie podlega tak dużym stosunkowo wahaniom. Temperatura gazów, uchodzących do kominia, położonego tuż przy płomieniaku, wynosi przy wejściu do kominia ok. 1400<sup>o</sup>C., przy wylocie z kominia ok. przynajmniej 800<sup>o</sup>C. w zimie, zaś 1200<sup>o</sup>C. w lecie.

Średnia temperatura gazów kominowych w zimie:

$$t_k = \frac{1400 + 800}{2} = 1100^{\circ}\text{C}.$$

Średnia temperatura gazów kominowych w lecie:

$$t_k = \frac{1400 + 1200}{2} = 1300^{\circ}\text{C}.$$

Uwaga: Przy temperaturze zwykłej t<sub>z</sub> = 20<sup>o</sup>C. ciąg kominia wynosi 1 mm. s. w. na każdy metr wysokości kominia płomieniaka.

Zależnie od temperatury powietrza, wysokość kominia płomieniaka waha się między 16 i 28 m. Ponieważ nie można zmieniać wysokości kominia, zależnie od pory roku, należy wybudować komin conajmniej 25 m. wysoki i regulować ciąg za pomocą zasuw.

Wysokość komina dla  $C_g = 20$  mm., wzgl. 25 mm.

Temperatura powietrza $t_z$	-40°C	0°C	+40°C
Temp. średnia gazów kominowych $t_k$	1100 "	1200"	1300 "
$/ 1 + \alpha \cdot t_z / m^3$	0,853	1	1,147
$/ 1 + \alpha \cdot t_k / m^3$	5	5,4	5,76
1 m <sup>3</sup> powiet. waży $\frac{1,293}{1 + \alpha \cdot t_z} = z$ kg.	1,51	1,293	1,127
1 m <sup>3</sup> gazów " $\frac{1,293}{1 + \alpha \cdot t_k} = k$ kg.	0,258	0,24	0,225
$C_g = H / (\gamma_z - \gamma_k)$	1,25.H	1,053.H	0,902.H
$H_1 = \frac{C_g}{\gamma_z - \gamma_k} = \frac{20}{\gamma_z - \gamma_k}$ , $C_g = 20$ mm.	16 m.	19 m.	22,2 m.
$H_2 = \frac{25}{\gamma_z - \gamma_k}$ , $C_g = 25$ mm.	20 m.	24 m.	28 m.

Normalna wysokość kominów płomieniaków wynosi 25 m., minimalna 20 m.

Siła ciągu komina o danej wysokości zależy od temperatury gazu i powietrza. Przyjmijmy temperaturę powietrza 0°C., wtedy wzór /45/ przedstawi się następująco:

$$C_g = 1,293.H / \left( 1 - \frac{1}{1 + \alpha \cdot t_k} \right) /$$

$$C_g = 1,293.H \cdot \frac{\alpha \cdot t_k}{1 + \alpha \cdot t_k} = 1,293.H \cdot \frac{t_k/273}{273 + t_k} / 273$$

Dla  $\alpha = 1/273$  oraz dla  $H = 20$ m., mamy:

$$C_g = 25,86 \cdot \frac{t_k}{273 + t_k}$$

Dla  $H = 25$  m.,

$$C_g = 1,293.H \cdot \frac{t_k}{273 + t_k} = 32,325 \cdot \frac{t_k}{273 + t_k}$$

Ciąg komina w zależności od  $t_k$ .

/ H = 20 m., wzgl. 25 m.,  $t_z = 0^\circ\text{C}$ ./

$t_k$ °C	273 + $t_k$	$t_k / 273 + t_k /$	Ciąg komina przy H =	
			20 m.	25 m.
0	273	0	0	0
100	373	0,2681	6,9	8,7
200	473	0,4228	11,2	13,7
300	573	0,5236	13,6	16,8
400	673	0,5943	15,4	19,2
500	773	0,6468	16,7	21,0
600	873	0,6873	17,8	22,2
700	973	0,7194	18,6	23,3
800	1073	0,7456	19,3	24,2
900	1173	0,7673	20,3	24,9
1000	1273	0,7856	20,7	25,4
1100	1373	0,8012	21,1	25,8
1200	1473	0,8147	21,4	26,2
1300	1573	0,8264	21,4	26,7
1400	1673	0,8367	21,6	27,0
1500	1773	0,8460	21,9	27,3

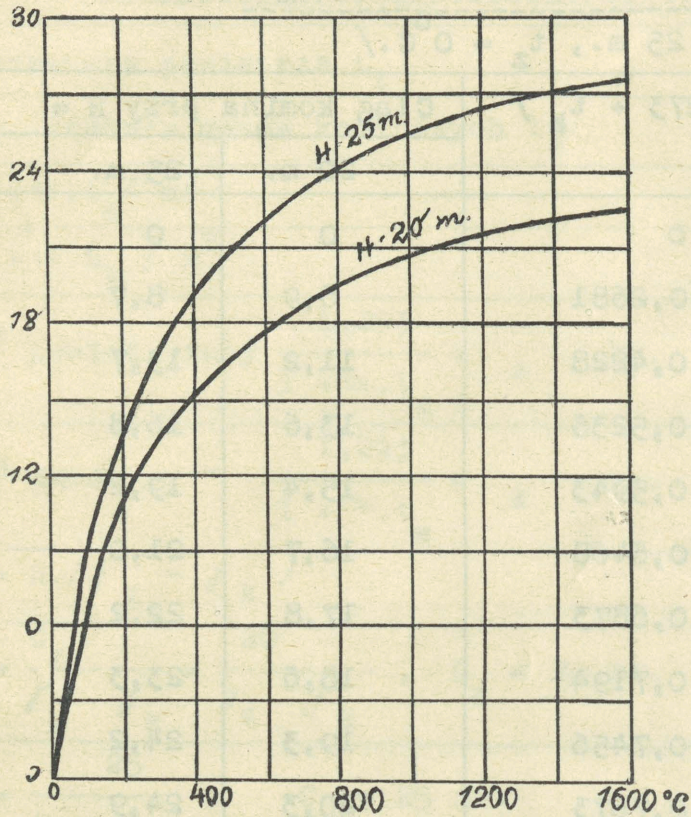
Liczby powyższe są zobrazowane na wykresie na rys. 12.

Powierzchnia przekroju i średnica komina.

Powierzchnia przekroju komina  $Q$  jest w stosunku prostym do powierzchni rusztu. Maxymalny jej wymiar teoretyczny powinien się równać wolnej przestrzeni rusztu  $r$ :

$$Q = r = 0,4.R \dots \dots \dots /46/$$

Wprawdzie objętość gazów odlotowych jest 5 do 6 razy większa, niż objętość powietrza zimnego, przechodzącego przez ruszt, a chyżość ich w kominie o przekroju  $Q = r = 0,4.R$ , wynosi 5 do 6 m/sek. Jednak gazy w kominie nie napotykają na żaden opór, poza tarciem, i z tego powodu powierzchnia przekroju komina może



Rys. 12.

być mniejsza, niż wolna powierzchnia rusztu.

$$Q = 0,6 \cdot r = 0,24 \cdot R \dots \dots \dots /47/$$

W Ameryce stosują naogół

$$Q = 0,4 \cdot R \dots \dots \dots /48/$$

Dla 15-tonowego płomieniaka obliczyliśmy  $R = 3,09 \text{ m}^2$ .

Powierzchnia przekroju komina  $Q = 0,75 \text{ m}^2$ .

$$Q = \frac{\pi \cdot D^2}{4}, \quad D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 0,75}{\pi}} = 9,76 \text{ mm.}$$

Stosunek  $H/D = 25/0,976 = 25$ .

Początkowa chyżość gazów w kominie przy  $t_k = 1400^\circ\text{C}$ ..

Ilość gazów na 1 sek. =  $1 \text{ m}^3$  przy temp.  $0^\circ\text{C}$ .

Ilość gazów przy  $1400^\circ\text{C}$ ..

$$1 + \frac{1400}{273} = 6 \text{ m}^3$$

$$Q \cdot v = 6.$$

$$v = 6/Q = 6/0,75 = 8 \text{ m/sek.}$$

Przy płomieniakach, pędzonych wentylatorem, komin nie odgrywa tak ważnej roli, i wysokość jego może być mniejsza. Ciąg kominowy powinien być w tym wypadku tak regulowany, aby w topisku nie powstało nadciśnienie, któreby powodowało duże straty ciepła w gazach, uchodzących przez nieszczelnie zamknięte otwory, oraz powiększało straty ciepła przez wzmożone promieniowanie obmurza.

---000---

Uwaga: Wszelkie otwory powinny być szczelnie zamknięte.  
Przy płomieniakach, pędzonych ciągiem kominowym, aby wskutek zassania dzikiego powietrza nie obniżała się temperatura w topisku i czopuchu.

#### Sprawność cieplna

w czasie poszczególnych okresów topienia w płomieniaku.

Dany płomieniak o pojemności 15 ton. Ciąg kominowy, piec zimny.

Okres pierwszy: ogrzewanie i topienie wsadu.

1. Czas trwania pierwszego okresu:  $h_1 = 5 \cdot \frac{S}{B.L} = \frac{75}{9} = 8,33 \text{ godz.}$

2. Ilość spalonego węgla:  $8,33 \cdot r \cdot 360 = 8,33 \cdot 1,235 \cdot 360 = 3700 \text{ kg.}$

3. Ciepło, zużyte do ogrzania i stopienia wsadu:

$$15 \cdot 1000 \cdot 0,18 \cdot 1100 + 15000 \cdot 30 = 3420000 \text{ kal.,}$$

t. j.  $3420000/7000 = 488 \text{ kg. węgla.}$

4.  $\eta_1 = \frac{488}{3700} \cdot 100 = 13,2\%$

Okres II-gi.

Przegrzanie kąpieli żeliwa o  $200^\circ \text{C.}$

1. Czas trwania drugiego okresu:

$$h_2 = \frac{10 \cdot S \cdot e_1}{B.L} = \frac{10 \cdot 15 \cdot 0,279}{9} = 4,67 \text{ godz.}$$

2. Ilość spalonego węgla:

$$4,67 \cdot 1,235 \cdot 360 = 2076 \text{ kg.}$$

3. Ciepło, zużyte do przegrzania kąpieli: / o 200°C. /

$$1000 \cdot 200 \cdot 0,2 : 15 = 600000 \text{ kal., t. j.}$$

$$600000 / 7000 = 85,7 \text{ kg. węgla, okrągło } 86 \text{ kg.}$$

$$4. \quad \eta_2 = \frac{86}{2076} \cdot 100 = \underline{\underline{4,1\%}}$$

Zestawienie.

Wsad 15 ton	Okr. I-szy	Okr. II-gi	Razem	Na 1 t. wsadu
Całkowite zużycie węgla kg.:	3700	2076	5776	385
Zużytkowane ciepło w kg. węgla	488	86	574	38,5
$\eta$	$\eta_1 = 13,2\%$	$\eta_2 = 4,1\%$	$\eta = 10\%$	
Czas trwania godzin	8,33	4,67	13	0,88 godz/t.

Uwaga: Skrócenie czasu trwania okresu pierwszego przez intensywne spalanie węgla najłatwiej przyczynia się do powiększenia sprawności. W drugim okresie dbać należy o dokładne uszczelnienie wszelkich otworów obmurza, aby zasysane powietrze nie studziło topiska.

---000---

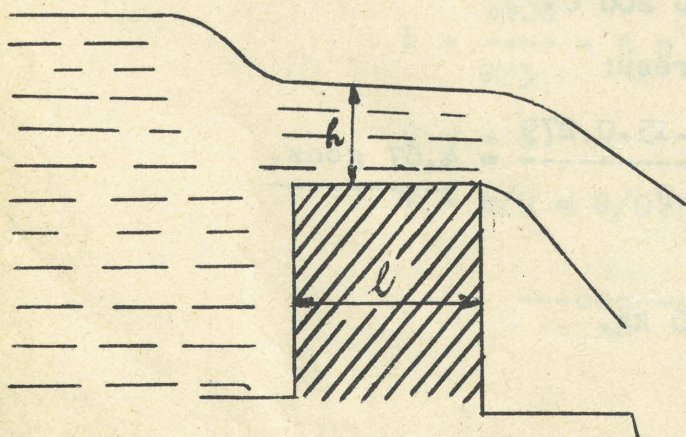
Stosowanie wzoru Jeśmana

z teorii hydraulicznej Grum-Grzymajły

do kontrolowania wymiarów przekroju poprzecznego płomieniaków,

wzgl. ich czopucha.

/ Por. "Stahl u. Eisen" 1911, str. 2000/47 /.



Rys. 13.

/ l = długość pieca,  
wzgl. " jazu /.

Wzór Jeśmana:

$$h = A \cdot \sqrt[3]{\frac{Q^2}{B^2 \cdot t^0}}$$

h oznacza w metrach wysokość potoku gazowego.

Q " ilość gazów w m<sup>3</sup>/sek.

B " szerokość pieca,

t " temperaturę odlotową gazów,

A " współczynnik, który wynosi w/g prof. A. Lud-

kiewiczza / "Prz. Gór.-Hut" 931, Nr.2, str. 104 / dla różnych

długości płomieniaka:

L = 0,5 m.

A = 3,53 - 1,1.h

1,0 "

3,61 - 0,6.h

2,0 "

3,62 - 0,3.h

3,0 "

3,637 - 0,2.h

4,0 "

3,645 - 0,15.h

5,0 "

3,65 - 0,12.h

6,0 "

3,65 - 0,1.h

7,0 "

3,523 - 0,086.h

8,0 "

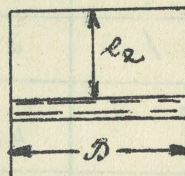
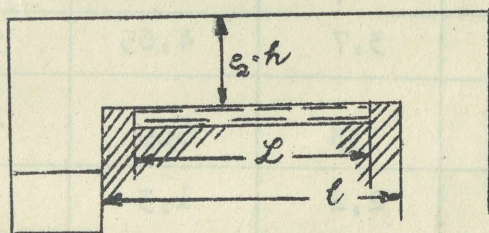
3,657 - 0,075.h

9,0 "

3,659 - 0,066.h

10,0 "

3,66 - 0,06.h



Rys. 14.

S ton	7,5	10	12,5	15	20	25	30	40	50
l m.	5,65	6,23	6,72	7	7,48	7,82	8,06	8,34	8,45
h=e2	0,406	0,457	0,501	0,551	0,638	0,72	0,786	0,905	1,011
B m.	1,35	1,4	1,45	1,5	1,6	1,7	1,8	2	2,2
A	3,16	3,10	3,1	3,1	3	3,08	3,03	2,94	2,96

Nie wchodząc bliżej w roztrząsanie kwestji, czy i o ile wzór Jeśmana odpowiada warunkom pędzenia płomieniaków odlewniczych, obliczę ze wzoru ilość gazów na godzinę i ilość spalonego węgla i powierzchnię rusztu i porównam z wynikami obliczeń powyżej podanych.

$$Q = \sqrt{\frac{h^3 \cdot B^2 \cdot t^\circ}{A^3}} = B \cdot \sqrt{\frac{h^3 \cdot 1500}{27}} = 7,45 \cdot B \cdot \sqrt{h^3}$$

Temperatura gazów odlotowych 1500°C. w drugim okresie:

$$t^\circ = 1500^\circ\text{C}.$$

Współczynnik A dla wszystkich długości płomieniaków biorę, dla uproszczenia rachunku, równy 3.

Na 1 kg. węgla: 10 m<sup>3</sup> gazów i 10 m<sup>3</sup> powietrza.

Na 1 m<sup>2</sup> rusztu R: 144 kg. węgla na godz.

Na 1 " " r: 360 kg. " " "

Okres II-gi, S ton	7,5	15	30	50
Q m <sup>3</sup> /sek. przy 1500°C	2,58	4,48	9,35	16,4
3600.Q m <sup>3</sup> /godz. przy 1500°C	9288	16128	33660	59040
3600.Q " " 0°C	1430	2481	5180	9083
Węgla kg/ godz.: w <sub>Jeś.</sub>	143	248	518	908
R <sub>1</sub> = w <sub>J</sub> /144 m <sup>2</sup>	1	1,7	3,6	6,3
R = 2,5.r / nasze obl. /	2,8	3,7	4,65	5,4
Ilość węgla w, w/g naszych obliczeń:	403	533	669	778
Stopień pewności n = w/w <sub>J</sub>	2,8	2,2	1,3	0,86 /!/ -----

W okresie ogrzewania wsadu, przy niskiej temperaturze odlotowej, np. 675°C., otrzymamy odmienne wyniki:

Q m <sup>3</sup> /sek. przy 675°C.	1,74	3,07	6,27	11
m <sup>3</sup> /godz. " 675 "	6264	11052	22572	39600
m <sup>3</sup> /godz. " 0 "	1790	3160	6450	11310
Węgla kg/godz.: w <sub>j</sub> / w/g Jeśm./	179	316	645	1131
R <sub>1</sub> = w <sub>j</sub> /144 m <sup>2</sup>	1,24	2,2	4,48	7,8
R = 2,5.r / nasze obliczenia /	2,8	3,7	4,65	5,4
Ilość węgla w, w/g naszych obliczeń:	403	533	669	778
Stopień pewności n = w/w <sub>j</sub>	2,2	1,6	1,04	0,7 /!/ -----

Uwaga: Mniejsze płomieniaki odpowiadają lepiej wymaganiom wzoru Jeśmana, w praktyce jest jednak wręcz przeciwnie: duże piece pracują lepiej, niż małe.

NB. Q dla temp. 0°C. powinno wychodzić ze wzoru przy każdej temperaturze gazów jednakowe!

---0000000000---

LITERATURA.

---

C. Geiger: Handbuch der Eisen u. Stahlgießerei.

Schütz: Der Temperguss.

E. Leber: Temperguss u. Glührisichen.

E. A. Schott: Amerikanische Giessereipraxis.

Stahl u. Eisen: 1906, str. 1165/71

" " " 1923 " 1372.

" " " 1918 " 1197.

" " " 1919 Nr. 22 i 26.

" " " 1929 str. 1393/98

" " " 1928 " 1217.

Giessereiztg.: 1928, str. 1169/72

" " 1932, " 27/40

La Fonderie Moderne: 1925, str. 5.

" " " 1929, " 575/580

---000---



"Wszelkie prawa autorskie zastrzeżone"





