

## DZIAŁ TRZYNASTY.

# KUŹNICTWO ŻELAZA.

## I. MATERIAŁY SUROWE.

### A. Paliwa.

Por. T. I str. 321 i nast., a o ciężkościach właściwych i t. p. T. II str. 6 i nast., oraz str. 13.

#### a. Paliwa stałe.

##### 1. Paliwa rodzime.

Uwaga. Dane poniższe zestawiamy w odsetkach na wagę.

1 **Drwa** zawierają 1,2 do 2,3%, średnio 1,5% popiołów. Wody nawilżającej (hygroskopijnej) miewamy w drzewie świeżo spuszczo-  
nem 40%, we wyschłym na powietrzu 20%, a drzewo takie składa się średnio z 40% C i 60% wody, z której 40% jest chemicznie zwią-  
zanej, a 20% występuje, jak już wspomniano, w postaci wody nawilżającej.

Poniższe paliwa kopalne powstały z włókna roślinnego przez jego zbutwienie, t. j. przez powolny rozkład chemiczny pod ziemią, a więc przy ograniczonym dostępie po-  
wietrza.

2. **Torf**, wyschły na powietrzu, zawiera w sobie około 25% wody nawilżającej, a tworzywo torfowe, po usunięciu tej wody i po odli-  
czeniu popiołów (których bywa 1 do 30%), składałoby się średnio z 54% C, 45% wody chemicznie związanej i 1% swobodnego H.

3. **Węgiel brunatny** miewa średnio 20% wody nawilżającej i 5 do 10% popiołów, a po ich potrąceniu właściwe tworzywo organiczne tego węgla składa się z 70% C, 28% wody chemicznie związanej i 2% swobodnego H.

4. **Węgiel kamienny** miewa 5% wody nawilżającej i daje 3 do 7% popiołu. Węgiel kamienny dzielimy zazwyczaj na poniższe rodza-  
je, a to zależnie od ilości części gazownych, w nim zawartych, a za-  
wartość ta znamionuje poniekąd i okres geologiczny, z którego po-  
chodzi:

**Chudy węgiel antracytowy** zawiera tylko 5 do 10% części gazo-  
wnych, wymaga silnego ciągu, spala się małym płomieniem i bez  
sadzy. Nadaje się on tak do użytku domowego, jak i wielkopioco-  
wego.

**Zeskwarny węgiel mało gazowny** zawiera 10 do 15,5% części gazownych. Nadaje się on na opał kotłowy, a z domieszką węgla gazownego i na wyrób koksu.

**Spiekalny węgiel mało gazowny** zawiera 15,5 do 33,3% części gazownych. Gdy zawiera mniej niż 20% tych części, będzie on zdalny do kuzien i na koks, a przy większej ich zawartości, do palenisk płomiennych (np. płomieniaków); z jego płomienia wytwarza się wiele sadzy.

**Splekalny węgiel gazowny** zawiera 33,3 do 40% części gazownych. Zdalny do palenisk płomiennych, a miał z niego do kotłowych.

**Rozsypny węgiel gazowny** zawiera 44,4 do 50% części gazownych. Zdalny do palenisk płomiennych, a miał z niego do kotłowych.

**5. Antracyt** jest rodzajem węgla kamiennego, z którego się już ulotniły prawie wszystkie części gazowne i dla tego nadaje się on do wielkich pieców bez uprzedniego koksowania.

## 2. Paliwa sztuczne.

### 1. Węgiel drzewny.

Węgiel drzewny wchłania w siebie 5 do 16% wilgoci, a tlenie jego odbywa się zazwyczaj w mielerzach. Pojemność mielerza bywa 80 do 150 m<sup>3</sup>, rzadziej do 300 m<sup>3</sup> drzew, a wydajność węgla w stosunku do drwa 20 do 25% na wagę, na objętość zaś 50 do 75%, średnio 55%. Zaleca się wypełniać mielerz drwami różnego gatunku, a mianowicie **szoczapami**, t. j. drzewem z pnia, **karpinami**, t. j. drzewem wykarczowanym, wreszcie **drzewem gałęziowym**, dobierając ich wzajemny stosunek jak 6:3:1.

Drwa miękkie zwęglają się w przeciagu 2 do 2½ tygodnia w mielerzach mniejszych, t. j. 7,8 do 9,4 m średnicy, we większych zaś, o średnicy 14 do 16 m, zwęglenie wymaga 4 do 5 tygodni.

**Wygaznice** (retorty) żeliwne, 2 do 3 m długie, o przekroju okrągłym lub owalnym, 0,8 do 1,2 m w prześwicie, ułożone po dwie do sześciu w spólnym obmurzu, znajdują również zastosowanie do zwęglania drzew. Wydajność ich bywa 24 do 28% węgla w stosunku do wagi drzew; wyższej z podanych wydajności dosięgamy, zwęglając drwa powoli i przy możliwie niskiej temperaturze.

## 2. Koks.

Koks wchłania w siebie 3 do 5% wilgoci z powietrza, a wydaje 6 do 12% popiołu na wagę. Przy koksowaniu węgla kamiennego otrzymujemy wytwory wygazowania (suchej dystylacji) dwojakiego rodzaju: stale lotne i skraplające się, a stosunek ich wzajemny bywa średnio jak 11:20. Waga jednego m<sup>3</sup> koksu rozsypnego bywa 530 kg, koksu zeskwarnego 495 kg, koksu spiekalnego z mielerza 380 do 420 kg, a z koksownicy (pieca koksarskiego) 330 do 470 kg.

Wydajność na wagę przy koksowaniu bywa: z węgla rozsypnego 55 do 65%, ze zeskwarnego 60 do 70%, ze spiekalnego 60 do 80%. Węgłe spiekalne wydają koks w objętości o 20% zwiększo-

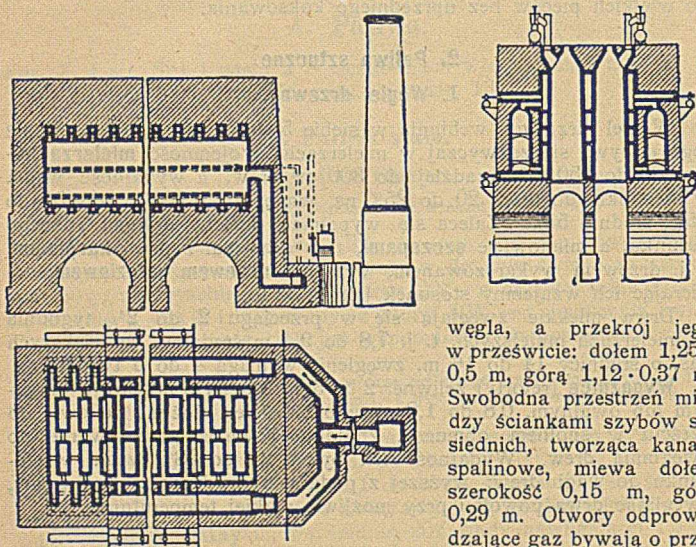
nej, natomiast antracyty i węgle rozsypane zmniejszają swą objętość wskutek wygazowania nawet o 10<sup>0</sup>/<sub>0</sub>.

### Koksownice (piece koksarskie)\*).

#### a) Bez oddzielania mazi pogazowej.

**Koksownica ustroju Apolt'a** (rys. 1057) składa się z podwójnego szeregu szybów napełnianych węglem, których ścianki pół cegły grube ogrzewają się spalinami z oddzielnego paleniska. Szybów takich stawiają zazwyczaj po 18 w każdej koksownicy, t. j. dwa szeregi po 9 szybów. Pojemność każdego szybu bywa 1,3 do 1,4 t

Rys. 1057.



węgla, a przekrój jego w prześwicie: dołem 1,25 · 0,5 m, górą 1,12 · 0,37 m. Swobodna przestrzeń między ściankami szybów sąsiednich, tworząca kanały spalinowe, miewa dołem szerokość 0,15 m, górą 0,29 m. Otwory odprowadzające gaz bywają o przekroju 0,45 · 0,026 m. Skokowanie wymaga 24 godzin.

**Koksownica ustroju Coppée'go** posiada zamiast szybów pionowych poziome kanały napełniane węglem, mającym się koksować. Kanałów takich bywa 20 do 30 w spólnem obmurzu, każdy zaś kanał miewa 9 do 10 m długości, 0,5 do 0,6 m szerokości, a 1,0 do 1,6 m wysokości w prześwicie. Jest on pokryty sklepieniem o strzałce 0,08 m. W koksownicy tej spalamy wszystkie gazy, wytwarza-

\*) Zeitsch. d. Ver. d. Ing. 1892 str. 1398, 1894 str. 970, 1895 str. 80.

jące się z węgla koksowanego, a powietrze płynące do paleniska podgrzewamy, prowadząc je przez wygrzane kanały murowane. Gotowy ładunek koksu z długiego a wąskiego kanału wytłaczamy od razu, posilując się w tym celu wytłaczarką parową, przesuwaną się wzdłuż jednych końców owych kanałów, a wytłaczającą swym tłokiem przesuwym całą zawartość kanału przez drugi jego koniec, na zewnątrz.

Koksownice te budujemy w dwóch wielkościach, a mianowicie mniejsze, których każdy kanał zawiera 3 t węgla, jest 9 m długi i ma 4,5 m<sup>3</sup> pojemności, 27 m<sup>2</sup> powierzchni wewnętrznej, a 16 m<sup>2</sup> zewnętrznej powierzchni ogrzewanej; większe zaś z kanałami na 6 t węgla, 10 m długimi, o pojemności 9,6 m<sup>3</sup>, o powierzchni wewnętrznej 44 m<sup>2</sup>, a zewnętrznej powierzchni ogrzewanej 28 m<sup>2</sup>. W koksownicach mniejszych koksowanie trwa 24 godzin, we większych zaś 48.

#### b) Z oddzielaniem mazi pogazowej i t. p.

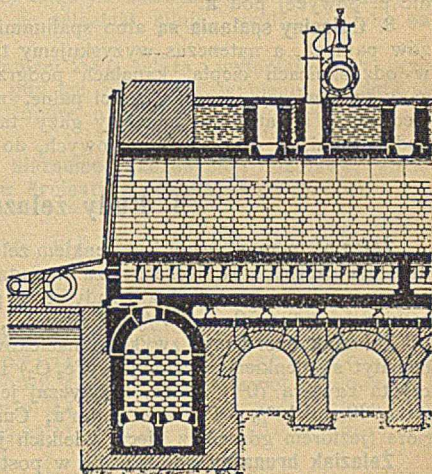
**Koksownica ustroju D-ra Otto i Sp.** (rys. 1058). Wymiary podobne jak w ustroju poprzedzającym. Gaz czystymy wodą, przy-

czem wydzielamy z niego, w stosunku do wagi węgla, około 3<sup>o</sup>/<sub>o</sub> mazi pogazowej (smoły), a nadto otrzymać możemy jeszcze 1 do 1,4<sup>o</sup>/<sub>o</sub> siarczanu amonowego przez właściwą przeróbkę wody pogazowej. Koksu otrzymujemy około 3<sup>o</sup>/<sub>o</sub> więcej niż w urządzeniach bez oddzielania mazi pogazowej. Z otrzymanego gazu oczyszczonego zużywamy <sup>5</sup>/<sub>7</sub> na opał koksownicy, a <sup>2</sup>/<sub>7</sub> możemy zużyć na inne cele. Powietrze, idące do paleniska, podgrzewamy w **odzysknicach** ciepła (regeneratorach) do 800<sup>o</sup>.

**Koksownica ustroju Semet - Solvay'a** posiada

także kanały poziome, gaz czystości się w niej również wodą, a ilości otrzymanego koksu, siarczanu amonowego i mazi pogazowej są w przybliżeniu takie same jak w ustroju poprzednim, lecz nadto wydziela się tu i benzol. Z gazu oczyszczonego zużywamy tylko połowę na opał koksownicy, druga połowa pozostaje swobodną na inne cele. Powietrze, idące do paleniska, podgrzewamy w zwykłych kanałach podgrzewczych, bez zastosowania odzysknic ciepła.

Rys. 1058.



### b. Paliwa ciekłe.

1. **Ropa naftowa** i odpadki naftowe, czyli **mazut** znajdują zastosowanie w kuźnictwie, tak do opalania przeróżnych pieców kuźniczych, za wyłączeniem jednakże pieców odtleniających (np. wielkich pieców), jakoteż do opalania kotłów, oraz do pędzenia silników spalinowych.

Ciężkość właściwa mazutu 0,89 do 0,9; temperatura zapłomienia (zapłonienia)  $88^{\circ}$  do  $90^{\circ}$ , temperatura zapalności  $100^{\circ}$  do  $108^{\circ}$ .

2. **Nafta, benzyna, spirytus i t. p.** paliwa ciekłe nie znajdują szerszego zastosowania w kuźnictwie.

### c. Paliwa lotne.

1. **Rodzime gazy palne**, przeważnie naftowe znalazły szersze zastosowanie do przemysłu prawie wyłącznie tylko w Pensylwanii, a skład owego gazu bywa tam średnio w odsetkach na wagę:  $67\%$   $\text{CH}_4$ ,  $22\%$   $\text{H}$  i  $6\%$   $\text{C}_2\text{H}_4$ . Jednakże i w Borysławiu (Galicya) gaz rodzimy znalazł zastosowanie jako paliwo, lecz na znacznie mniejszą skalę.

2. **Sztuczne gazy palne** p. T. I str. 1082, a o gazie z koksownic p. powyżej pod a.

3. **Odlociny spalania** są albo spalinami, niezawierającymi już gazów palnych, a natenczas wyzyskujemy tylko jeszcze ich ciepło, np. w odzysknicach ciepła, kanałach podgrzewczych i t. p.; albo też gazy te zawierają jeszcze części palne, np. CO w czadach wielkopieczowych, a natenczas możemy gazy takie spalać powtórnie, np. pod kotłami, w silnikach spalinowych, do prażenia rudy i t. p.

## B. Rudy żelazne.

**Żelaziak magnetyczny** jest tlenkiem żelazawo-żelazowym ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ), daje rys czarny, zawartość żelaza w rudzie zupełnie czystej  $72,4\%$  na wagę, zazwyczaj jednak rudy te, z powodu obcych domieszek, zawierają tylko 50 do  $60\%$ . W Szwecyi, na Uralu i w New-Jersey.

**Żelaziak czerwony**, zwykły i naciekowy, błyszcz żelazny, oraz hematyt są tlenkiem żelazowym ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) i dają rys czerwony. Ruda czysta zawiera  $70\%$  żelaza, zazwyczaj jednak z powodu domieszek, tylko 30 do  $40\%$ . Porzeczce Lahn'u, Cumberland, nad Lake Superiore (jeziorem górnem z pięciu wielkich jezior Ameryki półn.).

**Żelaziak brunatny** pojawia się w postaciach żelaziaka zwykłego, naciekowego, ziemistego, skorupiastego, nerkowatego, bobiałego, ikrzastego, łąkowego i jeziornego, jest tlenkiem żelazowym z wodą chemicznie związaną ( $\text{H}_2\text{O}$   $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ). W stanie czystym zawiera  $60\%$  żelaza, zazwyczaj jednak, z powodu zanieczyszczeń, tylko 20 do  $40\%$  na wagę, daje rys żółtawo-brunatny do brunatnego. Ruda ta jest bardzo rozpowszechniona.

**Spat żelazny** jest węglanem żelazowym ( $\text{FeCO}_3$ ) z domieszką tlenku manganawego ( $\text{MnO}$ ) do  $11\%$  na wagę, a zawiera w stanie

czystym 48,20% żelaza, zazwyczaj jednak, z powodu zanieczyszczeń, tylko 30 do 42%.

**Żelaziak ilasty** oraz kulisty (sferosyderyt), są węglanami żelaza z domieszką gliny, ilu, marglu, piasku i wapna, a nadto zanieczyszczonymi przez siarczany i fosforany różnych metali. Zawierają one w sobie 28 do 35% żelaza na wagę. Gdy żelaziak ilasty występuje w połączeniu z węglem, zwiemy go **żelaziakiem węglowym** (blackband), który ma 24 do 30% zawartości żelaza; obfitsze jego złoża posiada Szkocya.

**Zgorzyny iskrzyka żelaznego** zawierają w sobie 92 do 96% tlenku żelazowego, a często i domieszki miedzi i cynku.

**Żuźle** z pieców pudlingarskich i zlipczych (szwajrowskich) są przeważnie krzemianami żelazowymi, zawierającymi w sobie tlenek żelazowo-żelazowy, a żuźle pudlingarskie posiadają często i domieszki fosforu.

Rudy żelazne pojawiają się przeważnie w skałach twardcowych (kwarcowych), wapiennych, ilastych, dolomitowych i marglowych, a pożądanymi domieszkami są rudy manganowe, zwłaszcza manganik szary (braunsztyjn), do tomasowni zaś apatyt. Szkodliwymi zanieczyszczeniami są natomiast wszelkie siarczany metali i spat ciężki.

Żelaziaki dzielimy przeważnie na żelaziaki w złożu **zasadowem** i w złożu **kwaśnem**, oraz na żelaziaki silnie, względnie słabo **na-fosforzone**.

Gdy rudy zawierają poniżej 20% żelaza, wytopianie ich przestaje się już opłacać, lecz gdy ich złożo jest wapienne, nadają się one na domieszkę zamiast topów, niezawierających żelaza.

### Rozbiory chemiczne rud niezanieczyszczonych i dodatków, stosowanych przeważnie w Królestwie i w Rosyi południowej.

	Fe	Mn	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Ca O	Mg O	P	S	Ubytek przy prażeniu
Żelaziak ilasty . . .	28,99	0,80	10,15	6,53	7,67	n. o.	0,55	0,00	26,37 %
Takiż prażony. . . .	46,17	n. o.	11,22	10,68	5,00	n. o.	0,32	0,00	0,39 %
Żelaziak brunatny . .	34,50	0,71	24,18	7,59	0,30	0,56	0,30	0,00	9,48 %
„ krzyworski	63,98	0,10	5,19	2,47	0,50	0,00	0,03	0,00	n. o. %
Takiż zakrzemiony	37,39	n. o.	44,17	0,73	0,20	n. o.	0,05	n. o.	1,11 %
Manganik kaukaski	1,23	49,03	11,27	1,97	1,56	0,61	0,13	0,19	2,21 %
Żuźle z uszczerzków (fryszerek) . .	40,35	1,77	30,86	n. o.	n. o.	n. o.	0,27	0,12	0,00 %
Żuźle pudlingarskie .	57,36	1,90	18,00	„	„	„	1,75	n. o.	0,00 %
Żuźle z pieców zlipczych (zlipeków) .	46,20	0,40	35,15	„	„	„	0,05	„	„ %
Walcowiny (zędra) . .	73,55	0,53	0,75	„	„	„	0,04	„	„ %
Zgorzyny iskrzyku . .	62,10	n. o.	2,06	„	„	„	n. o.	3,66	n. o. %
Fosforyty podolskie . .	n. o.	n. o.	5,48	n. o.	46,1	n. o.	15,63	n. o.	n. o. %
Wapniak . . . . .	—	n. o.	2,52	1,70 <sup>*)</sup>	52,01	0,53	n. o.	„	„ %
Dolomit . . . . .	1,35	„	2,76	—	29,66	20,30	„	„	„ %

Uwaga. W tablicy powyższej odsetki są oznaczone na wagę, a o ile ich nie oznaczono, wyrażono to przez skrócenie n. o.

\*) Z domieszką Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

## II. WYTWARZANIE SURÓWKI.

### A. Przyrządzanie rud.

#### 1. Prażenie rudy.

**Celem prażenia** jest przede wszystkim usunięcie bezwodnika węglowego i siarki z rud, a również zamiana tlenku żelazawego ( $\text{FeO}$ ) na żelazowy ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), wreszcie doprowadzenie rud do stanu pewnego spulchnienia.

Rudy wyprażone wchłaniają w siebie na powietrzu 2 do 3% wilgoci.

#### Sposoby prażenia:

1. W **kupach nieosłoniętych** prażą obecnie już tylko żelaziak węglowy.
2. W **komorach wierzchem niepokrytych** prażymy przeważnie żelaziaki ziemiste, zawierające więcej siarki.
3. W **prażakach szybowych**, o wysokości 2 do 15 m, zazwyczaj zaś 3 do 6 m, a o średnicy w paszczy 2 do 5 m. Na prażenie zużywamy 1 kg węgla drzewnego lub miału koksowego na 20 do 30 kg rudy, a 1 kg węgla kamiennego na 5 do 10 kg rudy.

**Prażaki lejowate** ze zagłębia Siegeńskiego (Westfalia) miewają 4 m wysokości całkowitej, a 3,2 m w szybie, którego średnice bywają: w spodku 1,5 m, w paszczy zaś 3,2 m. Przy tych wymiarach pojemność prażaka będzie 17 m<sup>3</sup>, a wydajność około 50 t spatu żelaznego na dobę. Prażaki te opalają się węglem.

**Prażaki klewelandskie** miewają 9 do 15 m wysokości przy średnicy 7 m w paszczy i w górnej walcowatej części, która ku spodkowi zwęża się stożkowato. Prażaki te opalają się węglem kamiennym, a ich pojemność dosięga 450 m<sup>3</sup>.

**Prażaki dmuchowe**, ustroju **Westmann'a**, opalane czadem wielkopieczowym, miewają 6,6 m wysokości, przy średnicy 1,8 m w paszczy, 2,82 m pod wieńcem dysz, pracujących sprężem 6,5 do 9 mm słupa wodnego; prażaki te wyprażają 45 do 60 t rudy na dobę.

#### 2. Rozdrabnianie rudy i wapniaków.

Spat żelazny posiada **wytrzymałość na zgniecenie**  $K = 70 \text{ kg/cm}^2$ , a żelaziak magnetyczny i czerwony  $K = 200 \text{ do } 300 \text{ kg/cm}^2$ .

1. **Perlikiem** jeden robotnik, w czasie 12-to godzinnej dzionki, zdoła potłuc 2 do 5 t rudy na kawałki wielkości orzecha.

2. **Stępy** zalecają się prostotą ustroju, małą ilością odpadków, natomiast wydzielają wiele kurzu. Waga każdego stępora 150 kg, jego skok 0,2 do 0,25 m, ilość zaś skoków 60 na min. Każda tłu-

czarka posiada 3 do 5 stęp, a wydajność jej liczą w stosunku 300 do 350 kg tłucznia na zużywaną MK i godz.

3. **Gniotowniki walcowe** miewają walce 260 do 950 mm średnicy, a do 300 mm długie, obracające się 45 do 100 razy na minutę. Wydajność liczą 1 do 8 t/godz., przy zużyciu 1 do 12 MK.

4. **Gniotowniki szczękowe** miewają szczęki z żeliwa twardego, o chropowatych lub nazębionych powierzchniach czynnych.

### Dane, dotyczące kilku gniotowników szczękowych.

	Gniotowniki napędzane pasem			Gniotowniki napędzane bezpośrednio parą	
Szerokość szczęk . . . . . mm	200	400	650	400	650
Rozwartość między szczękami . . . . . mm	120	250	400	250	400
Ilość obrotów na minutę . . . . .	250	250	250	250	250
Średnica koła pasowego . . . . . mm	400	630	840	.	.
Szerokość koła pasowego . . . . . mm	90	150	200	.	.
Niezbędna moc napędcza . . . . . MK	1	6	12	6	12
Wydajność tłucznia przy 50 mm rozbrzeżności w szczelinie międzyszczękowej . m <sup>3</sup> /godz.	{ 0,6	5 do 6	10 do 12,5	5 do 6	10 do 12,5
Waga gniotownika . . . . . kg	1150	4650	11300	4950	12100

### 3. Odczyszczanie rudy.

1. Płuczka bębnowata, o średnicy bębna 1,5 m, zużywająca 0,93 m<sup>3</sup> wody na minutę, a wchłaniająca 15 MK, odczyści 30 m<sup>3</sup> rudy dziennie.

2. Odczyszczanie magnetyczne stosują sposobem Wetherill'a (przesuwające się taśmy), albo sposobem Mechernich'a (bębny obracające się).

## B. Wielkie piece.

### a. Zasyp.

1. **Rudy** dobieramy tak, aby ich mieszanina zawierała w sobie 25 do 60% żelaza na wagę.

2. Dodanie **topów** ma na celu wzbogacenie zasypu takimi częściami składowymi, które są niezbędne do prawidłowego wytopienia żelaza, a których sama ruda nie posiada podostatkim. Zazwyczaj braknie w rudzie wapna, rzadziej glinki lub krzemu. **Namiar** należy tak ustosunkować, aby się w piecu na koks wytworzyć mogły krzemiany, a w piecu na węgiel drzewny dwukrzemiany. W tym celu powinniśmy obliczyć namiar tak, aby w zasypie otrzymać stosunek na wagę:

$$\text{CaO} : \text{Al}_2\text{O}_3 : \text{SiO}_2 = 30 : 14 : 56, \text{ wzgl. } 47 : 15 : 38 *).$$

\*) O doborze, namiarze i zasypach wielkopieczowych, p. Wedding, Handbuch der Eisenhüttenkunde, oraz tegoż autora: Grundriss der Eisenhüttenkunde.



1) **Wapień**, czyli węglan wapnia zawiera 56% wapnia, a jego ciężkość właściwa bywa 2,6 do 2,7. Dolomit jest węglanem wapniowym i magnezowym (45,8%), ma ciężkość właściwą 2,8 do 2,9, a nadaje się przedewszystkiem do rud ilastych (gliniastych).

2) **Bauksyt** (35 do 70% tlenku glinowego) nadaje się jako top do rud przekrzemionych i przewapnionych.

3) **Łupek gliniasty** i glina łupkowata zawierają 10 do 20% tlenku glinowego, a 40 do 70% bezwodnika krzemowego. Nadają się one na topy do rud przewapnionych.

4) **Żużle** z pieców pudlingarskich, zlipczych i t. p. zawierają w sobie 8 do 36% bezwodnika krzemowego, a 50 do 60% tlenku żelazawego.

Oprócz właściwych topów namierzamy do zasypu i inne dodatki do rud, jako to:

1) Zendrę walcowniczą (walcowiny), zawierającą 60 do 70% żelaza, młotowiny i t. p. tworzywa, wzbogacające rudę.

2) Zgorzyny iskrzyka żelaznego (pirytu), zawierające 55 do 65% żelaza.

3) Fosforyty (fosforany wapnia) zawierające w sobie 12 do 16% fosforu.

Domieszki zawarte w samej rudzie, wraz z topami, dodanymi przy niamarze, wytwarzają w wielkim piecu żużel o ciężkości właściwej 2,5 do 3. Stosunek na wagę ilości żużla względnie do otrzymanej surówki bywa od 0,7:1 do 2,1:1, a w skrajnych przypadkach 5:1. Podczas zdarnego biegu pieca żużle nie powinny zawierać żelaza.

**3. Opał.** Rozchód paliwa zależy od względnej zawartości żelaza w niamarze i od stopnia odtlenialności rud. Średnio można liczyć: Na 100 kg surówki białej 90 do 150 kg koksu, a wyjątkowo przy sprzyjających okolicznościach 75 kg. Na 100 kg surówki szarej z rud łatwo odtlenialnych, np. z żelaziaków kulistych, i przy zastosowaniu dmuchu gorącego, 100 do 120 kg koksu. Z rud trudniej odtlenialnych i przy niamarze, mniej żelaza zawierającym, 140 do 180 kg koksu. Ryczałtowo można liczyć, że średnie zużycie koksu będzie 95%, względnie do wagi surówki wytopionej.

Węgla kamiennego lub antracytu potrzeba  $1\frac{1}{2}$  razy więcej niż koksu.

Na 100 kg surówki białej liczą 100 do 120 kg węgla drzewnego, a na surówkę szarą 120 do 180 kg.

**Surówka nakrzemiona** wymaga więcej paliwa (np. z 10% Si — 260 kg koksu), **surówka namanganiona** jeszcze więcej, a żelazomangan najwięcej, t. j. do 300 kg koksu, przy 80% Mn.

Im dmuch będzie gorętszy, tem większą będzie oszczędność paliwa.

## b. Ustrój wielkich pieców.

Wagę wielkiego pieca, wraz z zawartością, na każdy m wysokości pieca i na m<sup>2</sup> rzutu poziomego można liczyć średnio 1600 do 1800 kg w piecach słupowych, a 1200 do 1600 kg w nowszych

**piecach bezoponowych.** Spodnią część posady wielkopiecowej wytwarzamy zazwyczaj z warstwy betonu 1 m grubej, cała zaś wysokość posady bywa 1,5 m pod **piece przyporowe**, a 1,5 do 2 m pod **słupowe**. **Posada** musi być szersza od samego pieca, tworząc w około niego odsadzkę, 0,2 do 0,3 m szeroką pod piecami przyporowymi, a 1 do 1,5 m pod słupowymi, licząc od skraju płyty podslupowej.

**Wieniec podporowy** wielkiego pieca bywa żeliwny, albo zlewno-żelazny, a wspiera się on ponajczęściej na słupach żeliwnych, około 4 m wysokich, 350 do 450 mm średnicy, przy grubości ścianek 25 mm.

**Opona wielkopiecowa** składa się z pierścion stożkowatych, a każde pierściono z odpowiedniej ilości blach. Stosujemy dwojakiego rodzaju połączenia tych blach, a mianowicie: albo nitujemy je w sposób zwykły ze sobą, a wówczas szwy poobwodowe otrzymują nicenie jednorzędne, natomiast szwy, skierowane z góry w dół, mają nicenie dwurzędne; grubość blachy zaś będzie w tym przypadku w pierścionach górnych 8 do 9 mm, w dolnych 10 do 12 mm. Albo też każda blacha, 6 mm gruba osadza się na nity w oprawę z kątownika 70 · 70 · 9 mm, a tak oprawione kawałki składamy dopiero w pierściona, które znów łączą się nawzajem ze sobą. Między oponą a murem szybu pozostawiamy odstęp 100 do 200 mm, wypełniając nieraz tę przestrzeń gruzem.

**Piece bezoponowe**, ustroju Büttgenbach'a, ściągają się obręczami, leżącymi na spoinie między dwoma wieńcami ciosów, a sąsiednie obręcze łączą się nawzajem poprzeczkami, 8 · 20 mm przekroju, rozstawionemi w odstępach wzajemnych  $\approx$  750 mm. Obręcze te miewają przekrój 100 · 20 mm na szybie właściwym, a 130 · 20 mm przy spadkach.

**Opona na gardzieli** i przy **paszozy** bywa 5 mm gruba, a około 3 m wysoka. **Pomost** i urządzenia zasypowe nie powinny się wspierać na murze szybu właściwego.

**Spadki i gar** (zaprawę) należy chłodzić, a każda chłodnica zużywa około 0,1 m<sup>3</sup> wody na godzinę.

**Szyby wielkopiecowe** budujemy albo z cegły zwykłych wymiarów (120 mm szerokiej), albo z ceglic, t. j. swoistej cegły o wielkich wymiarach, albo wreszcie z ciosów kamiennych. Przy budowie z **ciosów** lub **ceglic** warstwy bywają 150 do 200 mm wysokie, same zaś ceglice lub ciosy otrzymują długość równającą się grubości muru, która bywa 600 mm w szybie, a 750 mm w przestronie. Przy budowie z **cegły** zwykłego formatu, szyb miewa grubość 2 cegły, spadki 2½ do 3, a gar 3½ do 4 cegieł. **Spodek** jest 0,8 do 0,9 m wysoki, a wierzch jego wznosi się  $\approx$  5 m ponad naziom kuźnicy.

**Dysze** wstawiamy w oprawę miedzianą lub z brązu, którą zwieemy **tchawą**. W małych piecach tchawę tę osadzamy nieraz bezpośrednio w murze, zazwyczaj jednak siedzi ona w chłodnicy, t. j. w skrzynce metalowej, przez którą przepływa woda chłodząca. Prześwit tchawy bywa 7,5 do 21 cm, zazwyczaj zaś 9 do 12 cm, a sam koniec tchawy, obejmujący dyszę właściwą i wystający poza chłod-

nicę, względnie poza mur, na 5 do 10 cm we wnętrzu pieca, zwieemy **ryjakiem**. Ilość wody chłodzącej można średnio liczyć na minutę: na każdą tchawę po 60 do 75 l, a dodatkowo na samą chłodnicę jeszcze 75 do 100 l. Wieniec tchaw leży we wierzchniej części gara, tuż pod krajem spadków. W piecach na koks przy średnicy gara 1,3 m stosujemy 3 tchawy, przy średnicy gara 1,3 do 2 m — 4 do 5 tchaw, przy średnicy 2 m lub większej, tchaw bywa 6 lub więcej, lecz nie ponad 12. Głębokość gara poniżej wieńca dysz bywa 1 do 1,1 m w piecach na koks, a 0,7 do 0,8 m w piecach na węgiel drzewny.

**Przelewki na żużel** leżą przynajmniej 260 mm poniżej wieńca dysz, wznios ich ponad spadek zależy od wysokości warstwy surówki wytopionej, jaką utrzymujemy w garze. Ponad tą warstwą powinna się jeszcze pozostać przestrzeń swobodna na  $\frac{1}{4}$  do  $\frac{1}{3}$  m<sup>3</sup> żużla. Na żużle **rzadkoplątne** starczy 25 mm prześwitu przelewki, na **gęstopłtne** natomiast prześwit bywa 40 do 52 mm, a nadto przelewka rozszerza się stożkowo ku stronie zewnętrznej. Przelewki chłodzimy również wodą, której zużywamy  $\approx$  60 l/min. Przelewka ustroju Lürmann'a z brązu, miedzi lub żeliwa, bywa 150 mm długa, a wysięga 80 mm z wyprawy w przestrzeń gara.

**Wymiary wielkich pieców.** Wysokość pieca bywa 8 do 10 m na węgiel drzewny, a na koks 18 do 32 m, zazwyczaj 22 do 25 m. Przestron leży ponad wieńcem dysz na  $\frac{1}{3}$  do  $\frac{1}{2}$  wysokości pieca. Stosunek średnic: przy wieńcu dysz, w przestronie i w gardzieli bywa w piecach na koks jak 1:2,9:1,5, albo jak 1:1,6:1,14, albo 1:2:1,43, albo wreszcie 1:2,9:2, a w piecach na węgiel drzewny średnio jak 1:3:1,5. Średnica w prześwicie przy wieńcu dysz bywa: na opał koksowy 1,2 do 3 m, zazwyczaj  $\approx$  2 m, a nie przekracza 4,3 m; na opał węglem drzewnym 1 do 1,9 m; wreszcie na opał antracytowy 3 do 3,3 m. Wysokość gara równa się  $\frac{1}{7}$  do  $\frac{1}{6}$  całkowitej wysokości pieca. Wieniec dysz leży u granicy gara i spadków, które miewają pochyłość względem poziomu 75° dla rud łatwo odtlenialnych, a 68° dla trudniej odtlenialnych. Prześwit przestronu 5 do 6,5 m, lecz nie ponad 9 m, najwłaściwiej 0,235 do 0,25 całkowitej wysokości pieca. Pojemność wielkiego pieca bywa na węgiel drzewny 30 do 70 m<sup>3</sup>, na koks zazwyczaj 250 do 550 m<sup>3</sup>, w Stanach Zjednoczonych do 1165 m<sup>3</sup>.

**Wydajność wielkiego pieca** można liczyć po 1 t codziennego wytopu na każde:

3 m<sup>3</sup> pojemności pieca, przy wytapianiu zwykłej surówki białej, z rud łatwo odtlenialnych,

4 m<sup>3</sup> pojemności pieca, gdy się rudy odtleniają trudniej,

5 m<sup>3</sup> pojemności pieca, przy wytapianiu surówki zwierciadlistej,

7,5 m<sup>3</sup> pojemności pieca, przy wytapianiu surówki szarej.

Dane powyższe dotyczą pieca o pojemności 400 m<sup>3</sup>, a piece tej wielkości można uważać za najwłaściwsze. Większe piece wymagają większej, mniejsze zaś mniejszej pojemności względnej na każdą tonę codziennego wytopu.

Zasyp ssuwa się w piecu ze średnią prędkością 0,6 do 0,8 m na godz.

### c. Jednostajność prężności dmuchu.

Niejednostajność prężności dmuchu nie powinna przekraczać 4 do 6% średniej jego nadprężności. Dmuchawy trzycylindrowe, z korbami przestawionymi nawzajem o  $120^\circ$ , dają już na ogół dmuch dostatecznie jednostajny. Dmuchawy dwu- a zwłaszcza jednocylindrowe dają dmuch, podlegający większym wahaniom prężności, które moglibyśmy wyrównać dostatecznie przez wstawienie w przewód dmuchowy zbiornika o 10, wzgl. 20-krotnej pojemności cylindra dmuchawy. Wyrównawcze te zbiorniki stają się jednak ponajczęściej zbyteczne, gdyż same przewody dmuchowe, wraz z nagrzewnicami dmuchu, mają zazwyczaj pojemność większą, a więc dostateczną do wyrównania wahań prężności.

### d. Nagrzewanie dmuchu.

Do wytapiania surówki nakrzemionej lub namanganionej w piecach większych zaleca się nagrzewanie dmuchu do  $900^\circ$ , w piecach mniejszych starczy na taką surówkę  $700^\circ$ . Jedynie na surówki ubogie w krzem i mangan można stosować bez szkody dmuch o  $300^\circ$ , a nawet wcale nie nagrzewany.

#### 1. Nagrzewnice żeliwne.

Nadają się do nagrzewania dmuchu nie ponad  $500^\circ$  i wychodzą obecnie już zupełnie z użycia. Za paliwo służy zazwyczaj czad wielkopieczowy, a działanie tych nagrzewnic jest bez przerwy. Są to nagrzewnice przeponowe, o przeponach żeliwnych 20 do 30 mm grubych, ukształtowanych w postaci rur lub skrzynek kanałowych. Po jednej stronie przepony prowadzimy spaliny czadu wielkopieczowego, po drugiej zaś stronie dmuch mający się nagrzewać. Na  $1 \text{ m}^3/\text{min}$ . dmuchu liczą 1,5 do 3  $\text{m}^2$  przepony, a to w zależności od zamierzonej temperatury nagrzania. Dmuch przelatuje przez nagrzewnice z prędkością  $v \geq 15 \text{ m}/\text{sek.}$ , obliczoną dla temperatury pośredniej między wlotową a wylotową. Szersze zastosowanie znalazły swego czasu nagrzewnice skrzynekowe ustroju Gjers'a i nagrzewnice z rur zwieszonych ustroju Wedding'a.

#### 2. Nagrzewnice murowane.

Są to nagrzewnice bezprzeponowe i o działaniu z przerwami, gdyż przez kanały murowane przeprowadzamy nasamprzód spaliny (zazwyczaj z czadu wielkopieczowego), a po silnem wygrzaniu ścianek owych kanałów, prowadzimy przez nie, zamiast spalin, dmuch, który się nagrzewa o poprzednio wygrzane ścianki nagrzewnicy. Wobec tego naprzemiennego działania nie starczy jedna nagrzewnica, lecz potrzeba ich teoretycznie przynajmniej dwie, w rzeczywistości zaś, ze względu na czas, niezbędny do skutecznego przemiany, przynajmniej trzy, a z uwzględnieniem zapasu na oczyszczanie

i naprawy, wstawiamy ich przynajmniej cztery dla jednego wielkiego pieca, dla pary zaś takich pieców starczy 5 nagrzewnic. Aby nie zanieczyszczać dmuchu, przeprowadzanego przez kanały, które służyły uprzednio za spalinowe, niezbędnym warunkiem dobrego działania będzie należyte oczyszczanie czadów wielkopieczowych. Nagrzewnice murowane nadają się i do wyższych temperatur dmuchu, a mianowicie na 500° do 1000°, zazwyczaj 850° do 900°.

Prędkość, z jaką dmuch przelatuje przez nagrzewnicę murowaną bywa 1,5 do 2 m/sek. u wlotu, t. j. dla dmuchu zimnego, a 5 do 8 m/sek. u wylotu, t. j. dla dmuchu nagrzanego, a więc o objętości zwiększonej przez nagrzanie. Objętość jednego kg dmuchu, nagrzanego do  $t^{\circ}$ , wyrazi się wzorem:

$$v = \frac{273 + t}{0,4645 p'} m^3,$$

w którym  $p'$  oznacza prężność bezwzględna dmuchu, wyrażaną w mm słupa rtęcianego (p. T. I str. 276 i nast.).

Na 1 kg/min. dmuchu liczą po 7,5 do 15 m<sup>2</sup> powierzchni grzejącej w całym zespole nagrzewnic, czyli około 2,5 do 5 m<sup>2</sup> powierzchni, nagrzewającej dmuch w danej chwili.

Do oczyszczania lub naprawy wypada nagrzewnicę wychłodzić, na co potrzeba 4 do 6 dni, gdy i podstawa nagrzewnicy jest murowana; podstawa żeliwna skraca ten czas do 2 dni. Oczyszczanie zabiera 2 dni czasu, a powrotne zagrzanie, po takiej przerwie, 20 godzin.

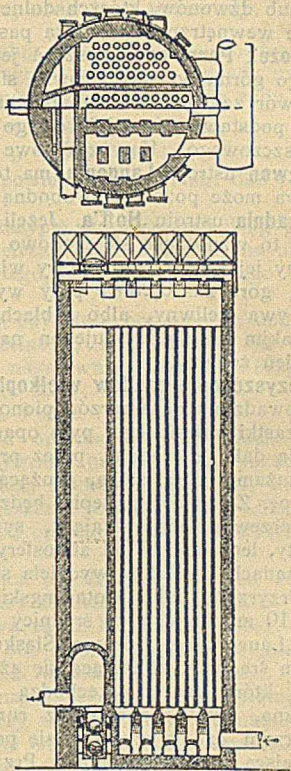
**1. Nagrzewnica ustroju Whitwell'a** miewa średnicę 6 do 7 m, wysokość  $\approx$  18 m, a przy tych wymiarach 2000 do 3000 m<sup>2</sup> powierzchni czynnej. Pionowe ściany równoległe dzielą wewnątrz nagrzewnicy na pewną ilość kanałów pionowych. Spaliny wznoszą się zazwyczaj przez pierwszy wielki kanał w górę, opadają następnie przez pięć mniejszych kanałów w dół, potem wznoszą się znów przez jeden kanał przestronniejszy w górę, by ponownie przez 5 do 7-iu mniejszych kanałów opaść w dół do czopucha, z którego uchodzą do komina. Po należytem wygrzaniu odstawiamy dopływ spalin i nastawiamy nagrzewnicę na dmuch, który ją przebiega w kierunku odwrotnym. Nagrzewnica tego ustroju wymaga nieco większej powierzchni na każdy kg dmuchu, niż powyżej podano.

**2. Nagrzewnica ustroju Cowper'a** miewa 5 do 7 m średnicy, 18 do 22 m wysokości, a przy tych wymiarach 4000 do 6000 m<sup>2</sup> powierzchni czynnej. Mimośrodkowo budujemy pionowy szyb, 1 do 1,5 m średnicy, a całą pozostałą przestrzeń walcową wewnątrz wypełniamy możliwie wielką ilością (300 do 500) kanalików pionowych, o średnicy 15 cm, rozdzielonych nawzajem od siebie ściankami 6 cm grubymi, przestrzeń zaś kopuły pozostawiamy swobodną. Do wytworzenia owych kanalików nadaje się dobrze cegła 20 · 20 cm w przekroju poziomym z dziurą 15 cm średnicy. Czady wielkopieczowe wprowadzamy dołem do szybu i spalamy je w nim, spaliny zaś wznoszą się przez niego aż pod kopułę, w której zmieniają swój lot i podążają przez owe ciasne kanaliki w dół do czopucha, a dalej do

komina. Po należytem wygrzaniu ścian kanalików, przestawiamy nagrzewnicę na dmuch, który przetłaczamy przez nią w kierunku odwrotnym, względnie do opisanego powyżej przelotu spalin.

**3. Złączony ustrój Whitwell'a i Cowper'a** przedstawiamy w rys. 1059 i 1060. Nagrzewnicę podzielono dwiema ścianami pionowymi na 3 części, z których każda składa się z jednego szybu o większym przekroju i z możliwie wielkiej ilości ciasnych kanalików pionowych. Czad wielkopieczowy spala się u spodu pierwszego szybu, spaliny wznoszą się w nim w górę, a opadają przez przynależne kanaliki w dół i tu przechodzą spodem do szybu drugiego. W nim wznoszą się znów do góry, by przez przynależne kanaliki opaść powrotnie w dół, poczem przechodzą do szybu trzeciego, wznoszą się w nim jeszcze raz w górę i jeszcze raz opadają w dół przez kanaliki przynależne do tego szybu trzeciego, poczem przez czopuch uchodzą do komina. I w tym ustroju dmuch ma lot odwrotny.

Rys. 1059 i 1060.



### e. Czadnia.

Czady uchodzące z wielkiego pieca, a więc przy jego paszczy, posiadają zazwyczaj nadprężność 11 do 17 mm słupa wodnego.

#### 1. Czadnia podpaszczowa.

Na wewnętrznym obrzeżu paszczy spoczywa swem wierzchniem obrzeżem zewnętrznym pionowa rura z blachy żelaznej, 6 do 9 mm grubej, zwieszająca się od obrzeża paszczy na 1,6 do 2,2 m w głąb szybu, przyczem spoina między rurą a brzegiem paszczy musi być należycie szczelna. Między tą rurą a murem szybu pozostaje pierścieniowata przestrzeń swobodna, 210 do 260 mm szeroka, stanowiąca zbiornię czadu wielkopieczowego, czyli czadnię. Suma przekrojów odlotowych na czad wielkopieczowy bywa  $\frac{1}{6}$ , a przy paszczach większej średnicy, t. j. ponad 3 m, do  $\frac{1}{8}$  całkowitego przekroju gardzieli szybu. Czad z tych odlotów

sprowadzamy kanałem żelaznym do wspólnego przewodu czadowego, składającego się z rur żelaznych, 500 do 900 mm średnicy, które zwiemy **czadówkami**. Przewód ten obliczamy na prędkość 6 do 8 m/sek., a zabezpieczamy go od nadmiaru prężności zaworami bezpieczeństwa. Wadą tego ustroju są zmiany prędkości czadu przelatującego.

2. **Czadnie nadpaszczowe** mają przeważnie kształt stożków ściętych lub dzwonów, których dolne obrzeże leży w przybliżeniu w poziomie wewnętrznego obrzeża paszczy.

**Stożek Parry'ego**. Paszcza jest odwróconym stożkiem ściętym, którego górna podstawa równa się przekrojowi gardzieli szybu, dolny otwór zaś połowie tego przekroju. W paszczy tej spoczywa stożek o podstawie równej  $\frac{2}{3}$  owego przekroju gardzieli, czyli  $\frac{4}{3}$  otworu paszczowego. Kąty zesypowe stożków  $35^{\circ}$  do  $37^{\circ}$ .

**Dzwon ustroju Langen'a** ma tę zaletę, że cała powierzchnia zasypowa może pozostać swobodną na zasyp.

**Czadnia ustroju Hoff'a**. Jeżeli przez  $w$  oznaczymy prześwit gardzieli, to wznosząca się pionowo rura odlotowa ma średnicę  $0,28 w$ , a dolny jej stożek, stanowiący właściwą czadnię, ma spodem średnicę  $0,7 w$ , górą zaś  $0,28 w$ , przy wysokości  $0,25 w$  do  $0,27 w$ . Stożek ten bywa żeliwny, albo z blachy żelaznej, 13 do 15 mm grubej, a w takim razie otrzymuje on na spodnim obrzeżu doszczelniający pierścień żeliwny.

**Oczyszczanie czadów wielkopieczowych**. Przewód czadowy z pieca prowadzimy nasamprzód pionowo w górę, skutkiem czego grubsze cząstki uniesionego pyłu opadają z powrotem do pieca, lżejsze zaś idą dalej z czadami przez przewód schodzący, którego koniec przedłużamy rurą ślepą, służącą za odpylnię i zaopatrujemy ją w klapę. Zamiast tego lepiej będzie przeprowadzać czady przez szeroki przewód oczyszczający, syfonowato ukształcony, a spodem otwarty, lecz odcięty od atmosfery przez zamknięcie wodne. W tych przyrządach z czadów wydziela się pył, maź pogazowa i para wodna. Przyrządy takie (lotaryngskie) bywają 1,2 do 1,7 m wysokie, 8 do 10 m długie, przy średnicy przewodu 1,0 do 1,5 m. W kuźnicy „Laura“, na Górnym Śląsku, sprowadzają czady w dół rurą 0,94 m średnicy, zbliżającą się aż na 0,16 m do powierzchni wody, ponad którą czady przechodzą w pierścieniowatą przestrzeń zewnętrzną, wytworzoną przez rurę o średnicy 3,15 m, w której to przestrzeni czady wznoszą się powrotnie w górę i uchodzą w bok do miejsca zapotrzebowania. Przyrząd ten wyrobiono z blachy żelaznej 6 mm grubej.

Do oczyszczania i odpylania czadów, zwłaszcza mających napędzać silniki spalinowe, stosują też przeróżne przyrządy ruchome, np. koła łopatkowe, z dopływem wody czyszczącej przez piastę; odśrodkową płuczkę przeciwpądową ustroju Theisen'a i t. p. Dodatkowo oczyszczają jeszcze czady, przepuszczając je przez trociny, żużel rozwłókniony, włosie drzewne i t. p. Jednocześnie z oczyszczaniem następuje ochładzanie się czadów.

Dokładne oczyszczanie czadów staje się niezbędnym zwłaszcza wtenczas, gdy są przeznaczone do silników spalinowych (p. T. I str.

1082, 1083 i 1097), gdyż silniki takie nie znoszą więcej niż 0,02 g pyłu wielkopieczowego w 1 m<sup>3</sup> czadu, a czad wychodzący z wielkiego pieca zawiera przed oczyszczeniem 12 do 45 g takiego pyłu, po oczyszczeniu przedwstępnem zaś przez nieruchome odpylnie wodne jeszcze 0,2 g. Odśrodkowa płuczka Theisen'a pozostawia zaledwie 0,005 g pyłu w 1 m<sup>3</sup> czadu.

### f. Ilość i jakość dmuchu, oraz jego przewody.

1. **Ilość dmuchu** określamy podług ilości tlenu, niezbędnego do utlenienia paliwa, zawartego w zasypie, przyczem wypada uwzględnić stosownie i tlen, otrzymywany skutkiem odtleniania rudy.

1 kg tlenu jest zawarty w 4,24 kg powietrza, a  
1 m<sup>3</sup> „ „ „ „ „ 4,69 m<sup>3</sup> „ .

Dalsze szczegóły o składzie powietrza p. T. I str. 321 i nast, rozdział „Spalanie“.

Na 1 kg węgla drzewnego w zasypie liczą średnio 9 kg powietrza, a na 1 kg koksu, 6 kg powietrza. Ilość ta starczy na utlenienie 60% węgla, w paliwie zawartego, na CO, a 40% tego węgla na CO<sub>2</sub>.

Do teoretycznie obliczonej ilości powietrza potrzebnego dodajemy jeszcze pewien procent na nieszczelności, a to zależnie od stanu, w jakim znajdują się przewody i nagrzewnice dmuchu. Przy gorszym ich stanie dodatek ten dosięga 25%.

O dmuchawach p. T. I str. 780 i nast.

2. **Prężność dmuchu** zależy od oporów w przewodach i nagrzewnicach, od mających się wywołać prędkości w dyszach, od oporów przy przejściu przez zasypany szyb wielkopieczowy, wreszcie i od prężności, jaką czady mają jeszcze posiadać w gardzieli wielkopieczowej. Dane do obliczenia tych oporów p. T. I str. 294 i nast., oraz str. 299 i nast.

**Prędkość wylotu z dysz** powinna być tem większa, im większą jest średnica wieńca dyszowego, aby dmuch mógł dotrzeć do samego środka pieca. Prędkość ta bywa zatem 80 do 200 m/sek. w piecach na węgiel drzewny, 150 do 300 m/sek. dla dmuchu gorącego w piecach na koks, a do 400 m/sek. w piecach na antracyt.

Ilość  $G$  powietrza w kg/min, nagrzanego do  $t^0$ , a wylatującego z dyszy, o przekroju  $F$  w cm<sup>2</sup>, przy średnim stanie wilgotności powietrza i stanie  $b$  barometru w mm sł. rt., a nadprężnościach:  $h_1$  przed dyszą,  $h_2$  za dyszą (w garze), mierzonych również w mm sł. rt., otrzymamy z poniższego wzoru:

$$G = 0,06664 \lambda \mu F \sqrt{\frac{(b + h_2)(h_1 - h_2)}{273 + t}} \text{ kg/min.},$$

w którym wartość współczynnika wpływu  $\mu = 0,86$  (podług Hauer'a). Dopóki stosunek  $(h_1 - h_2) : (b + h_2)$  jest względnie nie wielki, t. j. gdy nie przekracza wartości  $\frac{1}{8}$ , współczynnik poprawczy  $\lambda = 1$ . Dla większych wartości owego stosunku należy prawą stronę wzoru pomnożyć przez współczynnik poprawczy  $\lambda$ , podany w tablicy poniższej.



Wartości współczynnika poprawczego  $\lambda$ .

$b + h_2$ w mm sł. rt.	$h_1 - h_2$ w mm sł. rt.				
	100	500	1000	1500	2000
600	0,99	0,97	0,95	0,92	0,90
800	1,00	0,98	0,96	0,94	0,92
1000	1,00	0,98	0,97	0,95	0,94
1300	1,00	0,99	0,98	0,96	0,95
1600	1,00	0,99	0,98	0,97	0,96

Objętość  $V$  w  $m^3/\text{min}$ . powietrza ważącego  $G$  kg, będzie:

$$V = vG,$$

jeżeli przez  $v$  oznaczymy objętość właściwą, t. j. objętość 1 kg powietrza. W tabelicy górnej, na str. 282 T. I, podano wartości  $v$  dla temperatur i stanów barometrycznych, jakie u nas zachodzą. Np. dla  $0^\circ$  i  $b = 760$  sł. rt.,  $v = 0,777$ .

Nadprężność  $h_2$ , w garze wielkich pieców na koks, bywa 30 do 70 mm sł. rt., czyli około  $0,2h_1$  do  $0,4h_1$  ( $h_1 =$  nadprężność przed dyszą).

Z powyższego wzoru na  $G$  możemy wprost obliczyć ilość powietrza wylatującego z dysz, jeżeli znamy wartości  $b$ ,  $h_1$ ,  $h_2$ ,  $t$ , oraz  $F$ , które możemy pomierzyć bez trudu. Jeżeli jednak naodwrot nie znamy  $G$  (jako obliczone z ilości paliwa w namiarze i z ilości zasypów, niezbędnej dla pożądanej wytwórczości), oraz przekrój dysz  $F$  i ocenimy wartości  $h_2$  i średnią  $b$ , to, w celu obliczenia nadprężności  $h_1$  przed dyszami, przekształcamy ów wzór na:

$$h_1 = h_2 + \frac{225,2(273 + t)}{b + h_2} \left( \frac{G}{\lambda \mu F} \right)^2.$$

Dodając do obliczonego w ten sposób  $h_1$  jeszcze wysokości oporów w przewodach dmuchowych i w nagrzewnicach, otrzymamy nadprężność  $h_0$  u wylotu z dmuchawy, czyli jej spręż, który, podług G. Schmidt'a, można średnio liczyć:

$$h_0 = 1,25h_1 + 20 \text{ mm sł. rt.}$$

Spręż ten  $h_0$ , wyrażony w mm sł. rt., zamieniamy na spręż  $(p - 1)$ , wyrażony w atm., dzieląc  $h_0$  przez 735,5 i wartość tę:

$$(p - 1) = \frac{h_0}{735,5},$$

wprowadzamy we wzór, podany w T. I str. 794, na moc wskazaną  $N_i$  silnika, mającego poruszać dmuchawę, a mianowicie:

$$N_i = \varepsilon \alpha \frac{V}{\beta} \cdot \frac{10000(p - 1)}{75}.$$

Wartości  $(p - 1)$  bywają zazwyczaj:  
do wielkich pieców na węgiel drzewny: 0,07 do 0,2  $\text{kg}/\text{cm}^2$ ,  
" " " " koks: 0,1 do 0,4, średnio 0,3  $\text{kg}/\text{cm}^2$ ,  
" " " " antracyt: 0,4 do 1  $\text{kg}/\text{cm}^2$ , a czasowo dosięgają nawet 1,5  $\text{kg}/\text{cm}^2$ .

W tym celu do wielkich pieców na antracyt budujemy kotły, silniki i dmuchawy tak, aby ich wydajność mógł czasowo zwiększać do odpowiadającej owemu podwyższonemu sprężowi.

Średnicę prześwitu dysz obliczamy ze wzoru:

$$\frac{\pi}{4} d^2 = \frac{F}{n} = \frac{G}{0,06664 \lambda n \mu} \sqrt{\frac{273 + t}{(b + h_2)(h_1 - h_2)'}}$$

w którym, oprócz znakowań powyżej już objaśnionych, oznaczono przez  $d$  średnicę prześwitu dyszy w cm, a przez  $n$  ilość dysz, wahającą się zazwyczaj w granicach od 3 do 8, a to zależnie od średnicy gara. Oś dyszy kierujemy nie po promieniu ich wieńca, lecz odchylamy ją od tego promienia w bok o  $6^\circ$ .

3. **Wymrażanie dmuchu** ma na celu usunięcie z niego wilgoci, która, marznąc opada w postaci szronu. W  $1 \text{ m}^3$  powietrza o  $+30^\circ$ , w stanie nasycenia wilgocią, jest jej około 30 g, a przy  $-6^\circ$  tylko 3 g. Przy wymrażaniu zatem powietrza wilgotnego, np. przez jego oziębienie z  $30^\circ$  do  $-6^\circ$ , usuwamy 90% jego wilgoci. Jednostajna a nieznaczna wilgotność dmuchu ujednostajnia bieg wielkiego pieca w takim stopniu, że opłacają się koszta wymrażania dmuchu z pomocą oziębiarek mechanicznych. Rozumie się samo przez się, że wymrażamy dmuch przed jego nagrzewaniem.

4. **Przewody dmuchowe** obliczamy tak, aby dmuch zimny, idący do nagrzewnicy, posiadał prędkość około 10 m/sek., nagrzaną zaś stosunkowo większą.

## C. Składy chemiczne surówek i żużli wielkopieczowych.

### 1. Odsetki (na wagę) domieszek w surówkach.

Rodzaj surówki	Krzemu	Fosforu	Siarki	Manganu	Miedzi	Grafitu	Grafitu i węgla razem
<b>Surówka na węglu drzewnym:</b>							
Surówka szara z Ilsenburga . . . . .	2,2	0,51	0,07	0,41	0,05	2,97	3,50
Surówka pstra z Finspong (Szwecya) . .	0,63	ślady	0,15	0,32	ślady	2,26	2,70
<b>Surówka szara, na koksie:</b>							
Surówka nakrzemiona z Hörde . . . . .	16,31	0,18	n. ozn.	1,22	n. ozn.	0,80	0,80
Takaż z Kuźnicy królewskiej (Königshütte)	11,29	0,08	0,02	2,08	n. ozn.	1,59	1,59
Surówka besemer- } № I (ciemno-szara)	3,31	0,07	0,05	3,41	n. ozn.	4,00	4,76
niana z Kuźnicy } № II (szara) . . . . .	2,52	0,07	0,03	3,90	n. ozn.	3,10	3,76
„Jerzy Maria“ } № III (jasno-szara)	1,73	0,08	0,04	3,78	n. ozn.	2,97	3,14
Z Kuźnicy „Frydryk Wilhelm“ № I . . . .	2,81	0,68	0,02	1,05	0,02	3,50	3,86
Takaż № III . . . . .	2,37	0,77	0,02	0,82	n. ozn.	3,37	3,87
Takaż z hematytu № I . . . . .	2,99	0,07	0,02	1,18	0,02	3,29	3,80
Surówki } Coltness № I (ciemno-szara) . . . .	2,77	0,80	0,02	1,31	0,09	3,33	3,78
szkockie } Coltness № III (szara) . . . . .	2,16	0,51	n. ozn.	0,67	0,08	2,54	2,82
Langloan . . . . .	2,93	0,75	0,04	1,62	0,07	3,40	3,86

Rodzaj surówki	Krzemu	Fosforu	Siarki	Manganu	Miedzi	Grafitu	Grafitu i węgla razem
<b>Surówka szara, na koksie:</b>							
Surówka angielska Clarence № III . . . . .	2,52	1,49	0,06	0,68	0,04	3,39	3,52
Luksembursko- Lotaryngska { № III . . . . .	2,71	1,78	—	—	—	3,30	3,82
{ № IV . . . . .	2,71	1,93	—	—	—	3,30	3,82
surówka: { № V . . . . .	2,86	1,89	—	—	—	3,40	3,71
Minette { № VI . . . . .	1,87	1,85	—	—	—	3,10	3,76
<b>Surówka biała, na koksie:</b>							
Surówka zwierciadlista Fr. Krupp'a . . . . .	0,30	0,16	0,01	11,3	n. ozn.	—	5,30
S. biała promienista z Ilsede . . . . .	0,11	3,29	0,04	3,84	n. ozn.	—	2,68
Żelazo-mangan z Hörde . . . . .	2,52	0,38	ślady	55,1	0,17	—	5,31
Surówka drobnozwierciadlista z kuźnicy: „Jerzy-Maria“ . . . . .	0,37	0,08	ślady	4,28	n. ozn.	—	3,83
Jasno-pstrawa z kuźnicy: „Jerzy-Maria“ . . . . .	1,03	0,09	0,05	2,74	n. ozn.	2,46	3,67
Zwykła surówka biała z Gliwic . . . . .	0,53	0,96	0,07	0,78	n. ozn.	—	3,18
Surówka tomasowniana z Ilsede . . . . .	0,03	3,12	0,14	—	—	—	1,64
Takaż górnoszląska . . . . .	0,29	2,36	0,12	0,30	—	—	2,52

## 2. Skład chemiczny kilku rodzajów żużli wielkopieczowych, w odsetkach na wagę.

Pochodzenie żużla	Bezwodnik krzemowy	Tlenek glinu	Tlenek wapnia	Tlenek magnezu	Tlenek manganowy	Tlenek żelazawy
<b>Żużel od surówki na węglu drzewnym:</b>						
Gatunek średni . . . . .	47,0	7,0	46,0		—	—
Od surówki szarej z Siegen . . . . .	49,6	9,0	—	15,0	25,8	0,04
Od surówki zwierciadlistej z Siegen . . . . .	48,4	6,7	—	10,2	34,0	0,06
<b>Żużel od surówki na koksie:</b>						
Gatunek średni . . . . .	35,0	7,0	58,0		—	—
Od surówki szarej:						
Od surówki odlewniczej z Mülheim'u . . . . .	31,7	13,1	46,5	2,0	—	1,1
„ „ z kuźn. „Jerzy-Maria“ . . . . .	29,0	7,0	39,4	18,3	—	1,6
Od surówki z hematytu z Mülheim'u . . . . .	31,7	13,0	51,2	2,1	—	1,0
Od surówki białej:						
Od żelaza-manganu z Siegen . . . . .	25,0	12,0	42,0	6,5	14,5	—
Od surówki zwierciadlistej z Siegen, zawierającej 10 do 12% Mn . . . . .	29,0	8,5	39,0	3,0	15,0	0,5
Od surówki tomasownianej z Lotaryngii . . . . .	31,5	18,5	43,0	2,0	1,9	—
Od takiejże z Ilsede . . . . .	30,0	11,0	37,0	4,0	14,0	—

## D. Żeliwnictwo. (Odlewnictwo żeliwa) \*).

### a. Materiały surowe.

#### 1. Surówka.

##### a) Właściwości surówki odlewniczej.

Podług wyglądu w świeżym łomie rozróżniamy zasadniczo co do barwy, **surówkę szarą i białą**, oraz gatunki pośrednie, jasnoszare lub

\*) Opracował inż. W. Łatkiewicz.

pstre, a pod względem wielkości ziarna i połysku: surówkę drobnodziarnistą i grubodziarnistą, a gdy łom surówki przedstawia pozałamywane większe kawałki płaszczyzn połyskujących, zwiemy ją **zwierciadlistą**, rozróżniając znów grubo, wzgl. drobnozwierciadlistą. Surówka zawiera w sobie średnio 3 do 4<sup>0</sup>/<sub>0</sub> węgla, który może być albo chemicznie związany, a natenczas nie nadaje surówce barwy ciemnej (surówka biała), albo też występuje w postaci ziarenek grafitu, leżących między ziarnkami żelaza, a natenczas grafit ten nadaje żelihu barwę ciemniejszą (surówka szara). W gatunkach pośrednich część węgla występuje jako grafit, reszta jest chemicznie z żelazem związana.

Ze samego wyglądu nie można jednak ocenić przydatności surówki; rozstrzyga o tem wyłącznie jej skład chemiczny, zwłaszcza odsetki różnych domieszek (por. tablicę str. 549 i 550). Dlatego też wszystkie poważniejsze zakłady wielkopiecowe poręczają skład chemiczny surówki, przez siebie dostarczanej.

**Zwykle domieszki** surówki są: węgiel (C), krzem (Si), mangan (Mn), fosfor (P), siarka (S), oraz różne metale, jako to: miedź (Cu), nikiel (Ni), chrom (Cr) i t. p. Każda z tych domieszek wywiera wpływ swoisty na właściwości żeliwa i przmioty odlewu, a mianowicie:

1) **Węgiel** w postaci grafitu nietylko zmiękcza surówkę, lecz nadto nabarwia ją na szaro. Taka surówka szara jako miękka, nadaje się do obróbki nożem i pilnikiem. Natomiast węgiel chemicznie związany utwardza odlewy, zwiększa ich sprężystość, lecz i pękliwość, a czyni je bardziej odpornymi na działanie kwasów. Surówki niedosycone węglem nawęglają się do stanu nasycenia podczas przetapiania w żeliwiakach (kopulakach). Nawet żelazo zlipne lub zlewne topnieje w żarze, skoro się nawęgli przez zetknięcie z węglem.

2) **Krzem** przeszkadza chemicznemu łączeniu się węgla z żelazem, zmusza zatem węgiel w surówce zawarty do wykrystalenia się w postaci grafitu, przeobraża więc surówkę w gatunek szary, grubodziarnisty, podatny do obróbki. Domieszka krzemu zmniejsza skurcz odlewów, lecz zarazem i ich wytrzymałość na ciągnięcie, tak że odlewy, zawierające 3 do 3,5<sup>0</sup>/<sub>0</sub> krzemu, rozrywają się już pod ciągnięciem 10 kg/mm<sup>2</sup>. Podług Wüst'a należałoby zawartość krzemu przystosowywać do średniej grubości odlewu, przez właściwy dobór namiaru, a mianowicie:

Na odlewy o grubości poniżej 10 mm	2,5 do 2,3 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	Si
" " " od 10 do 20 mm	2,3 " 2,1 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	Si
" " " " 20 " 30 mm	2,1 " 1,9 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	Si
" " " " 30 " 40 mm	1,9 " 1,7 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	Si
" " " " ponad 40 mm	1,7 " 1,5 <sup>0</sup> / <sub>0</sub>	Si

3) **Mangan** oddziaływa na węgiel wprost odwrotnie jak krzem; ułatwiając chemiczne połączenie się węgla z żelazem, spóldziata on wytwarzaniu się surówki białej i jej utwardzaniu. Jednakże zawartość jego ponad 0,7<sup>0</sup>/<sub>0</sub> nie jest pożądana w odlewie żeliwnym.

4) **Fosfor** zmniejsza w wysokim stopniu wytrzymałość żeliwa, dlatego też w odlewach na części maszyn i t. p. zawartość jego nie powinna przekraczać 0,25%, gdyż w takich odlewach jest on bezwarunkowo szkodnikiem. Natomiast znaczniesza domieszka fosforu czyni żeliwo rzadkopląnnym, wypełniającem doskonale wszelkie zagłębienia formy, dlatego też na odlewy ozdobne domieszkę fosforu powiększamy nawet do 1,35%.

5) **Siarka** w żelwie jest bezwzględny szkodnikiem, a zawartość jej nie powinna przekraczać 0,05%.

6) **Miedź** powyżej 0,3% staje się już szkodliwą, czyniąc odlew żarokruchym.

7) **Nikiel** zwiększa nietylko chemiczną odporność żeliwa, zwłaszcza na roztwory zasadowe, ale i jego wytrzymałość.

8) **Chrom** zachowuje się w sposób podobny jak mangan, przede wszystkim zaś zwiększa on wytrzymałość żeliwa.

9) **Glin**, w domieszce 0,1 do 0,2%, podnosi temperaturę topnienia żeliwa, oczyszcza je z tlenku węgla, przyczynia się zatem do ścisłości odlewu, który jednakże wymaga natenczas dokładnego wysuszenia form.

**Królestwo Polskie** wytapia więcej surówki białej, a mniejsze ilości szarej, którą odlewnie nasze sprowadzają przeważnie z Rosji południowej, otrzymując stamtąd na ogół surówkę bogatą w krzem (do 3,8%), a prawie wolną od siarki i fosforu. Ponieważ węgiel drzewny nie zawiera w sobie ani siarki ani fosforu, więc surówka na nim wytapiana posiada swoistą wartość, a Królestwo Polskie wytapia jeszcze względnie spore ilości takiej surówki.

Zasadniczym tworzywem w żeliwnictwie jest surówka wytopiona we wielkich piecach, możemy ją jednak zastąpić częściowo druzgiem żeliwnym, dodawanym w stosownej ilości przy namięrze.

### β. Namiar.

Namiar, t. j. stosunek wzajemny rozmaitych gatunków surówki, paliwa i topów w zasypach żeliwiaka, dobieramy tak, aby otrzymać w odlewie **pożądany skład chemiczny**, który zależy znów od rodzaju odlewu i jego przeznaczenia, a mianowicie:

1) **Na odlewy budowlane**, o ściankach nie zbyt grubych, a kształcie nie bardzo złożonym (jako to: słupy, wsporniki, poduszki, płyty podściągowe, odlewy kanalizacyjne i t. p.), oraz na odlewy drobnostkowe (galanteryjne) pożądanym będzie poniższy skład chemiczny żeliwa: 3% C, w postaci grafitu, a 0,4% C, w postaci węgla chemicznie związanego; 2,2% Si; 1,25% P; 0,6% Mn; a nie ponad 0,07% S.

2) **Na odlew maszynowy** pożądanym będzie skład następujący: 3,2 do 3,4% C, w postaci grafitu, a 0,4 do 0,5% w postaci węgla chemicznie związanego; 1,8 do 2,1% Si; 0,25% P; 0,8 do 1% Mn; wreszcie nie ponad 0,05 do 0,07% S. Odlewy takie rozrywają się pod ciągnięciem 12 do 15 kg/mm<sup>2</sup>.

3) Na odlewy o swoim przeznaczeniu należałoby też dobierać stosowny skład chemiczny. Można tu wyróżnić dwa rodzaje odlewów, znajdujących szersze zastosowanie, a mianowicie:

a) **Cylindry silników** parowych, wodnych i spalinowych, tłoczni hydraulicznych i t. p.

b) Odlewy o **zwiększonej odporności** na żar, albo na oddziaływanie chemiczne kwasów i zasad, jako to: rusztowiny, naczynia do wyżarzania swej zawartości, oraz naczynia na kwasy i zasady.

Na obydwie te rodzaje odlewów nadaje się przedewszystkiem surówka biała, wreszcie domieszka żelaza kowalnego, a więc zlipnego, zlewnego lub stali, a przez dodanie około 3% niklu zwiększyć możemy odporność chemiczną na zasady.

c) **Odlew utwardzony** (hartgus) na gniotowniki, miazdżarki, walce i t. p. Na odlewy tego rodzaju nadaje się przedewszystkiem surówka wytapiana na węglu drzewnym, zwłaszcza wytapiana z dmuchem nagrzanym. Pożytecznym też będzie dodanie surówki białej, mało nakrzemionej, surówki namanganionej, wreszcie żelaza lub stali.

## 2. Koks.

Przy tleniu koksu wielkopieczowego wysady doborowe, a więc względnie lepiej udatne, wydzielamy z pośród reszty, przeznaczając je na koks żeliwiarski. Koks taki powinien być twardy, dobrze uskwarzony, o dziurkowatości nie przekraczającej stosunku 0,45, względnie do całkowitej objętości danego kawałka, a przedewszystkiem powinien on jak najmniej być zanieczyszczony fosforem i siarką. Czystego węgla mamy w koksie żeliwiarskim 88 do 92%, popiołów pozostaje 6 do 10%, a ilość wody nie ma przekraczać 5%, gdyż nadmierna wilgoć zwiększa bezużytecznie wagę przewożową, a nadto w żeliwiaku pochłania ona ciepło niezbędne na swe odparowanie. Koks przez zawilżenie zwiększa swą wagę do 20%.

## 3. Topy.

Ze zanieczyszczeń surówki, zwłaszcza z piasku, gliny i t. p. przylegających do jej powierzchni, z odpękujących kawałków wyprawy żeliwiaka, z popiołu koksowego i t. d., tworzą się podczas przetapiania żużle. Aby je uczynić łatwiej topliwymi, a rzadko płynnymi, dodajemy do namiaru odpowiednich topów, zazwyczaj wapieni, czasami topnika (fluspatu). Wapienie, stosowane na topy żeliwiakowe, powinny być możliwie nie zanieczyszczone, a więc zawierać przynajmniej 95% czystego węglanu wapnia. Do namiaru dodajemy 15 do 20% wapienia, względnie do wagi koksu w namiarze, a ilość taką starczy nietylko do stopienia żużla, lecz wchłania w siebie nadto około 50% siarki, zawartej w koksie.

## b. Przetapianie.

### 1. Przetapianie w tyglach.

Tygle bywają podobne jak do stali tyglowej (p. str. 565), piece zaś zazwyczaj szybowe, a przekrój ich w planie takich wymiarów, aby między tygłem a ścianą żarowiska pozostawały odstępów 250 do 300 mm. Wysokość szybu bywa dwa razy większa od prześwitu w planie. Wsad poszczególnego tygla waha się między 10 a 300 kg, dosięgając tylko wyjątkowo 1000 kg. Rozchód koksu w stosunku do wagi żeliwa przetapianego bywa 200 do 800%, a średnio 1400%, lecz piece z nadmuchem, np. ustroju Piat-Bauman'a są pod tym względem oszczędniejsze. Zgar 10 do 150%, a czasem więcej. Tworzywo tygla wywiera również poważny wpływ na ostateczny skład chemiczny wyrobu.

### 2. Przetapianie w żeliwiakach (kopulakach).

Na każdą t żeliwa przetapianego na godzinę można liczyć po  $\frac{1}{12}$  do  $\frac{1}{8}$  m<sup>2</sup> przekroju poziomego w najwyższym miejscu szybu żeliwiaka, który przy średniej wielkości przetapia około 4 t żeliwa na godz. Koks bardziej dziurkowany wymaga stosunkowo większego przekroju jednostkowego, względnie do koksu bardziej ściśłego. Szyb żeliwiaka na koks otrzymuje przynajmniej 2 m wysokości, zazwyczaj 3,5 do 4 m, a na węgiel drzewny 6,5 m. Średnica szybu w miejscu najwyższym powinna być niemniejsza niż 0,5 m, a to w celu udogodnienia naprawy od wewnątrz. Szyb murujemy z cegły ogniotrwałej na grubość 0,15 do 0,4 m, w oponie z blachy żelaznej 10 mm grubej. W żeliwiakach odlewniczych grubość muru bywa zazwyczaj 0,2 do 0,25 m, w besemerowniach natomiast, z powodu wyższego żaru, 0,4 m. Na dnie pieca ubijamy z gliny ogniotrwałej, z domieszką piasku krzemowego, spodek 0,15 do 0,20 m gruby, a wznoszący się nad naziom odlewni o 0,5 do 0,9 m. Na poziomie wierzchu tego spodka znajduje się też otwór spustowy, zatykany korkiem glinianym, za którego wyjęciem roztopione żeliwo, zbierające się w garze, spływa przez rynienkę w podstawione łyże lejarские.

**Dysze**, w ilości 2 do 12, a to w zależności od średnicy szybu, rozmieszczamy bądź to wszystkie na jednym poziomie, a więc wytwarzamy z nich jeden wieniec dysz, bądź też w różnych poziomach, tworząc dwa takie wieńce dysz ponad sobą. Wieniec dysz na opał koksem wznosi się 0,5 do 0,75 m ponad wierzch spodka, a na węgiel drzewny, przy łagodniejszym dmuchu mniej, np. 0,35 m. Suma przekrojów wszystkich dysz zależy od nadprężności dmuchu i waha się w granicach  $\frac{1}{8}$  do  $\frac{1}{2}$  pola najwyższego przekroju w szybie.

**Paszoza**, przez którą wrzucamy zasypy do żeliwiaka, znajduje się u wierzchu szybu, tuż pod kominem. Zasypy wprowadzamy w ten sposób, że zasypujemy oddzielnie paliwo z topem, a oddzielnie warstwę surówki. Na każde 80 kg koksu w poszczególnym zasypie liczymy około 1 m<sup>2</sup> paszczy.

**Komin** jest również z blachy żelaznej, 6 mm grubej, z wewnętrzną wykładziną z cegły ogniotrwałej, i stoi zazwyczaj na oddzielnych nogach, aby nie tamować swobodnego ruchu cegły szybowej, rozszerzającej się pod wpływem żaru. Wyprowadza on spaliny i płomień ponad dach odlewni, a gdy nie ma wyrzucać iskier, wypada zastosować swoiste urządzenia do ich chwywania i zatapiania w wodzie, w którym to celu należy strumień spalin skierować w dół; wymaga to niekiedy sztucznego powiększenia siły ciągu, a więc np. stosowania wydmuchu wywołanego strumienicą parową.

**Rozchód paliwa.** Na przetapianie w żeliwiaku zużywamy 6 do 12% koksu, względnie do wagi żeliwa przetopionego, nie licząc w tem ilości potrzebnej na rozpalenie, którą można średnio oceniać na 30 kg.

**Dmucha** może być chłodny, gdyż jego podgrzewanie nie wpływałoby korzystnie na przebieg przetapiania, a na ogół bywa on łagodny, aby nie zmieniać chemicznego składu żeliwa podczas przetapiania. Nadprężność jego bywa zazwyczaj 200 do 400 mm sł. wod., a wyjątkowo tylko 1500 mm. Na każdą tonę przetopionego żeliwa zużywa się 600 do 700 m<sup>3</sup> dmucha.

**Przebieg przetapiania.** Warstwy surówki i paliwa zasypywane przez paszczę osuwają się w szybie w dół, w miarę spalania się paliwa w dolnych warstwach i w miarę spuszczenia żeliwa roztopionego. Żar najwyższy otrzymujemy w bliskości poziomu dysz i tu topi się surówka. Przy prawidłowym przebiegu cała zawartość szybu osuwa się powoli i jednostajnie w dół. Gdy ssuwanie to wypadkowo się powstrzyma skutkiem tego, że warstwy ponad dyszami wesprą się o ściany boczne, wytwarzając rodzaj sklepienia, natenczas żeliwo przetopione bieleje. Zjawisko takie jest oznaką wadliwego przebiegu, chyba że wywołujemy je celowo, chcąc otrzymać żeliwo niezwykłego gatunku. Podczas prawidłowego przetapiania w żeliwiaku surówka zmienia pierwotny swój skład chemiczny, a mianowicie: stopnia swego nawęglenia nie zwiększa ona wcale, a przynajmniej tylko nieznacznie, krzemu spala się 15 do 20% ilości pierwotnie zawartej, manganu ubywa, natomiast przybywa fosforu i siarki, a zgar waha się między 3 a 10%, zazwyczaj zaś między 5 a 7%. W żeliwiaku możemy stapiać nawet **żelazo kowalne**, a więc żelazo zlipne, zlewne lub stal, które w żeliwiaku nawęglają się szybko, a tak silnie nawęglone stają się łatwiej topliwymi. Zasyp składa się natenczas z 60 do 70% żelaza gatunków kowalnych, a 30 do 40% surówki wysoko nakrzemionej; rozchód koksu zwiększa się stosunkowo niezbyt znacznie.

Żeliwiaki ustroju „**Ireland**“ mają dwa wieńce dysz ponad sobą, we wzajemnym odstępie pionowym 0,45 do 0,75 m. W dolnym wieńcu leżą 3 lub 4 dysze, w górnym zaś mieści ich się dwa razy tyle. Natomiast dysze dolnego wieńca miewają dwa razy większe średnice, niż dysze wieńca górnego. Suma przekrojów dyszowych waha się w granicach  $\frac{1}{4}$  do  $\frac{1}{2}$  najwęższego przekroju szybowego.

Żeliwiaki ustroju **Krigar'a** nie posiadają dysz właściwych, a dmuch wlatuje w nie przez dwa naprzeciwległe otwory, zasilane z gło-



wnego kanału dmuchowego, opasującego szyb jakoby pierścieniem. Topniejące żeliwo ścieka po spodku do oddzielnego zbiornika, łączącego się z piecem, skutkiem czego nie pozostaje ono w dalszem zetknięciu z koksem i to jest właśnie cechą znamioną żeliwiaków Krigar'a. Ich wymiary bywają, np. na przetop 3 do 4 t na godz.: prześwit szybu dołem 0,6 m, górą 0,85 m; średnica prześwitna zbiornika 0,8 m, wierzch jego wznosi się 2 m, a wierzch szybu 4,4 m ponad naziom odlewni.

### 3. Przetapianie w płomieniakach.

Do przetapiania surówki na odlewy stosujemy i płomieniaki, aczkolwiek nie często, gdyż zużywają one względnie bardzo wiele paliwa. Stosujemy je zatem tylko wtenczas, gdy cena paliwa jest bardzo niska, albo gdy dane okoliczności tego wymagają, a więc gdy nie możemy połamać na drobniejsze kawałki wielkich kłoców surówki, albo gdy podczas przetapiania chcemy zmienić w pewnym kierunku chemiczny skład żeliwa, np. na odlewy utwardzane. Skład chemiczny zmienia się wskutek tego, że surówka przetapiana podlega działaniu ognia przez względnie dłuższy okres czasu. Spala się głównie krzem i mangan, możemy jednak przez stosowne dodatki pokierować owymi zmianami podczas przetapiania ku pożądanemu wynikowi. Żeliwo stopione tworzy nie na zbyt grubą warstwę w żarowisku, nie podlega dodatkowemu ciśnieniu, gazy z niego uchodzą zatem łatwiej, otrzymujemy więc odlew względnie czystszy i bardziej ścisły.

Na każdą tonę wsadu surówki liczymy po 0,5 do 1 m<sup>2</sup> powierzchni żarowiska, a mianowicie względnie więcej w płomieniakach małych, mniej w dużych. Całkowite pole  $R$  rusztu bywa trzy razy mniejsze od powierzchni żarowiska, otwór nadprzewalowy  $\frac{1}{2}$  do  $\frac{2}{3} R$ , czopuchowy  $\frac{1}{9}$  do  $\frac{1}{10} R$ , przekrój komina  $\frac{1}{3} R$ , a jego wysokość około 25 m. Każdy przetop zabiera 4 do 5 godzin czasu, a rozpalenie dodatkowo około dwóch godzin.

**Rozchód paliwa** zależy od stopnia topliwości danej surówki, a będzie on w odsetkach wagi żeliwa przetopionego: 50 do 80% węgla kamiennego, albo 100 do 130% drew.

**Zgar**, 6 do 9%, zależy przeważnie od ilości spalającego się krzemu i manganu.

**Wsad** waha się między 3 a 15 t, średnio między 5 do 10 t.

#### c. Obliczanie wagi odlewu.

Wagę poszczególnego odlewu w kg oznaczamy, obliczając według rysunku objętość projektowanego odlewu w dm<sup>3</sup> i mnożąc objętość tę przez ciężkość właściwą tworzywa odlewu (p. str. 7 i n.).

Wagę odlewów **bezdzeniowych**, a więc pełnych, możemy też oznaczyć z wagi gotowego pełnego również modelu, oszczędzając sobie w ten sposób znużdej nieraz pracy obliczania objętości. Waga odlewu (z tworzywa o ciężkości właściwej  $\gamma_0$ ) do wagi modelu (z tworzywa o ciężkości właściwej  $\gamma_m$ ), nie stoi w prostym stosunku  $\gamma_0 : \gamma_m$ , ponieważ wypada uwzględnić jeszcze kurczenia się odlewu podczas stygnięcia. Skurcz objętościowy jest w przybliżeniu równy trzykrotnej wartości skurczu liniowego  $\sigma$ , którą dla ważniejszych metali podaliśmy na str. 315 Tomu I. Objętość odlewu, z powodu skurczu, zmniejsza się zatem w stosunku  $(1 - 3\sigma)$ . Znając zatem wagę  $M$  modelu, możemy z niej obliczyć wagę  $G$  odlewu podług wzoru:

$$G = \frac{\gamma_0}{\gamma_m} (1 - 3\sigma) M = \xi M.$$

Wartości mnożnika  $\xi = \frac{\gamma_0}{\gamma_m} (1 - 3\sigma)$  dla różnych tworzyw tak odlewu jak i modelu, zestawiamy w tablicy poniższej, podług Karmarsch'a:

**Wartości  $\xi$ , t. j. stosunku wagi odlewu bezdzeniowego do wagi modelu pełnego.**

Tworzywo modelu	Tworzywo odlewu						
	Żeliwo. Wartość		Mosiądz	Spisz	Bronz	Cynk	Spisz na dzwony lub działa
	średnia	naj- większa					
Sośnina . . . . .	14,0	17,5	15,8	16,7	16,3	13,5	17,1
Jedlina . . . . .	14,0	17,5	15,8	16,7	16,3	13,5	17,1
Dębina . . . . .	9,0	10,9	10,1	10,4	10,3	8,6	10,9
Buczyna . . . . .	9,7	11,1	10,9	11,4	11,3	9,4	11,9
Lipina . . . . .	13,4	.	15,1	15,7	15,5	12,9	16,3
Grusza . . . . .	10,2	13,0	11,5	11,9	11,8	9,8	12,4
Brzezina . . . . .	10,6	13,5	11,9	12,3	12,2	10,2	12,9
Osina . . . . .	12,8	13,5	14,3	14,9	14,7	12,2	15,5
Mahoń . . . . .	11,7	.	13,2	13,7	13,5	11,2	14,2
Mosiądz . . . . .	0,84	0,95	0,95	0,99	0,98	0,81	1,00
Cynk . . . . .	1,00	.	1,13	1,17	1,16	0,96	1,22
Cyna z dom. $\frac{1}{3}$ do $\frac{1}{4}$ ołowiu	0,89	1,11	1,00	1,03	1,03	0,85	1,12
Ołów . . . . .	0,64	0,79	0,72	0,74	0,74	0,61	0,78
Żeliwo . . . . .	0,97	.	1,09	1,13	1,12	0,93	1,18

### III. WYRÓB ŻELAZA I STALI.

**Uszczerzanie** surówki na szczerze żelazo, a raczej na żelazo uszczerzone, t. j. pozbawione większej części domieszek, zanieczyszczających surówkę, pozbawione zwłaszcza przeważnej części domieszki pierwotnej węgla, odbywa się w piecach pudlingowych, w gruszkach besemerskich i w piecach martynowskich, a sam przebieg uszczerzania polega przeważnie na utlenianiu węgla i innych domieszek.

Wytwór pieców pudlingowych jest **żelazem zlipnem** lub **stałą zlipną**, t. j. dającą się zlipiać (szwejsować), natomiast gruszki Besemera i piece Martynowskie dają nam **żelazo** (wzgl. stal) **zlewne**, t. j. kowalne, (dające się przekuwać), lecz słabozlipne.

#### a. Pudlingowanie.

**Wymiary pieca pudlingowego, pojedynczego.** Wieżba z płyt żeliwnych bywa 3,8 do 4 m długa, 1,75 do 2 m szeroka, a 1,88 m wysoka. Odstęp między dwoma piecami sąsiednimi nie powinienby być mniejszy niż 3,75 m, lepiej 5 do 6 m. Odległość między czeluszcą wsadową pieca pudlingowego, a młotem do odzuzłania, względnie walcarkami, nie należy zwiększać ponad wymiar nieodzowny. Żeliwna płyta trzonowa miewa grubość 50 do 80 mm. Żarówisko 1,2 do 2 m długie, ma szerokość równą 0,8 długości, przy piecach podwójnych zaś 1,5 do 2 m. Kotlina zagłębia się na 0,15 do 0,25 m, a składa się ona z zaprawy żuźlowej, ułożonej na płycie trzonowej.

Czeluść robocza miewa 0,14 do 0,21 m<sup>2</sup> w prześwicie; sklepienie, 16 do 21 cm grube, wznosi się pośrodku 0,6 do 0,7 m ponad płytę trzonową. Na każde 100 kg wsadu liczymy po 0,3 m<sup>2</sup> powierzchni rusztu, a otwór nad przewalem dwa razy mniejszy. Przekrój czopucha bywa 0,1 do 0,2 powierzchni rusztowej, a przekrój kominu 0,25 tejże powierzchni, jego wysokość zaś 12 do 18 m, lecz komin spólny dla kilku pieców musi być wyższy, np. 40 m lub jeszcze więcej.

**Wsad** do pieca pojedynczego bywa 200 do 300 kg, a do podwójnego dwa razy większy. Przy 12-godzinnej dzionce możemy przerobić (uszczerzyć na szczerze żelazo) takich wsadów 300-kilogramowych do 10 na żelazo miękkie, 6 do 7 na żelazo drobnoziarniste, a 5 do 6 na stal. Uszczerzając surówkę na żelazo drobnoziarniste lub stal, bierzemy często wsady mniejsze, np. 225 kg.

**Zgar** przy uszczerzaniu na żelazo miękkie bywa 6 do 7%, a na żelazo drobnoziarniste i stal 9 do 14%.

**Zużycie paliwa.** Na wyrób żelaza miękkiego zużywamy 80 do 100 kg węgla kamiennego, albo 120 do 150 kg węgla brunatnego,

na każde 100 kg **łupy** \*), na wyrób stali natomiast po 150 kg węgla kamiennego. Podgrzewając wsad przedwstępnie, możemy zaoszczędzić 15 do 25% paliwa.

**Ciepło, uchodzące** ze spalinami z pieców pudlingowych, możemy jeszcze wyzyskać, np. do ogrzewania kotłów parowych, o ile warunki miejscowe do tego się nadają. Ponieważ w takim razie temperatury spalin nie możemy miarkować podług wymagań kotła, należy zatem zastosować inne środki, zapobiegające przegrzaniu kotłów, a nawet ich wybuchowi, np. kłapy, za których przestawieniem wszystkie spaliny, albo pewna tylko ich część mijają kocioł, uchodząc wprost do komina. Na ogół najwłaściwszymi jako kotły w tym przypadku będą walczaki leżące, natomiast kotły stojące są nieodpowiednie.

Powierzchnię ogrzewaną kotłów bierzemy równą 22-krotnej powierzchni rusztu, a przy tym stosunku liczyć możemy na wydajność 15 kg pary na godzinę z 1 m<sup>2</sup> powierzchni ogrzewanej. W tych warunkach każdy kg węgla, spalonego w piecu pudlingowym, wytwarza 1½ do 2 kg pary: na każdy poszczególne piec można zatem liczyć około 20 m<sup>2</sup> powierzchni ogrzewanej kotła. Kotły takie pracują najczęściej z nadprężnością 5 atm.

**Wody chłodzącej** zużywa piec pudlingowy średnio na godzinę: gdy się przestrzeń pod trzonem łączy swobodnie z atmosferą 0,5 do 0,65 m<sup>3</sup>,

gdy natomiast przestrzeń ta jest zamknięta 0,8 do 1 m<sup>3</sup>,  
a nadto jeszcze na chłodzenie narzędzi 0,1 m<sup>3</sup>.

**Jeden młot parowy** starczy do odżużlania łup ze siedmiu do ośmiu pieców pudlingowych. Młoty te miewają ręczny rozrząd pary za pośrednictwem odciążonych suwaków lub zaworów. Dalsze szczegóły p. T. I str. 660 i nast. Zamiast młotów parowych zalecają się tu kuźniarki hydrauliczne (tłoczkarki) p. T. I str. 663 i nast.

## b. Besemernie i tomasownie.

### 1. Lejnice i zlewniki na surówkę, oraz przetapiaki.

a) **Lejnice** służą do przewozu roztopionej surówki z wielkich pieców i do przelania jej w zlewniki, albo wprost w gruszki. Pojemność takiej lejnicy bywa 10 do 20 t, a mieści się ona zazwyczaj na przedzie małego oddzielnego parowozu. Zamiast takich parowozów stosują też tory pochyłe lub dźwigi hydrauliczne.

b) **Zlewnik** jest zbiornikiem surówki roztopionej, o pojemności 80 do 300 t. Kolejne spusty wielkopiecowe, zlewane weń z lejnic, mieszają się tu ze sobą, przez co ujednostajniają bardziej skład

\*) Już ks. Osiński (Ruda żelazna r. 1782) „sztukę żelaza, którą z dymarki odbierają“ zwie łupa. Łupa, pochodząca od łupać ma pierwotnie znaczenie szczapy, a więc większego, niekształtnego kawałka drzewa. Stąd przeniesiono „łupa“ na niekształtną bryłę żelaza, wyjmowaną z dymarek (później z pieców pudlingowych). Niemcy przekształcili tę nazwę na „die Luppe“, co nie powinno nam przeszkadzać w zachowaniu naszej nazwy pierwotnej, jako nie pochodzącej z niemieckiego.

chemiczny surówki, idącej ze zlewnika do gruszki. Nadto w zlewniku wydziela się porcja siarka (MnS). Wyprawa zlewnika składa się zazwyczaj z zaprawy kwaśnej, a jedynie na poziomie roztopionego żużla ze zasadowej.

c) Za **przetapiaki** surówki służą zwykle żeliwiaki (kopulaki), np. ustroju Krigar'a, o średnicy 1,5 do 2 m, często jednak o przekroju owalnym, ze zbiornikiem o pojemności 5 do 12 t żeliwa.

## 2. Gruszki.

Wymiary w metrach	Przy zaprawie kwaśnej		Przy zaprawie zasadowej
	Wlew 5 do 6 t	Wlew 8 do 10 t	Wlew 8 do 10 t
Wysokość całkowita . . . . .	3,5 do 3,8	4,0 do 4,8	4,0 do 4,8
Prześwit w przestrzeni . . . . .	1,6 do 1,8	1,8 do 2,0	2,0 do 2,5
Prześwit u dna . . . . .	1,0	1,0 do 1,3	1,2 do 2,4
Prześwit w paszczy . . . . .	0,5 do 0,6	0,6 do 0,7	0,6 do 0,8
Grubość zaprawy w przestrzeni	0,2 do 0,3	0,3 do 0,4	0,30 do 0,45
Grubość dna . . . . .	0,4 do 0,5	0,4 do 0,5	0,55 do 0,65

**Dziurki wdmuchowe** w dnie gruszki miewają 1 do 2 cm średnicy, a ilość ich wypada tak ustosunkować, aby na każdą tonę wlewu suma ich przekrojów była 15 do 20 cm<sup>2</sup>, lecz przy uszczernianiu surówki słabo nakrzemionej, na zaprawie zasadowej, 25 cm<sup>2</sup>. Wlew zajmuje w gruszce 0,4 do 0,65 m wysokości.

**Zaprawa kwaśna** składa się z twardeczki (kwarcu) i gliny, a wykładamy nią gruszkę, bądź to ubijając zaprawę ciastowatą na jej powierzchniach wewnętrznych, bądź też wykładając powierzchnie te cegłami z tej zaprawy lub cegłami „Dinas“. Wyprawa taka przetrwa bez większych poprawek 80 do 100 wlewów, a po 200 do 400 wlewach trzeba ją zastąpić nową.

**Zaprawa zasadowa** składa się z wypalonego dolomitu (t. j. wapna, zawierającego znaczną domieszkę tlenku magnezowego), zacynionego bezwodną mazią pogazową w ilości 8 do 10%. Zaprawą tą wybijamy powierzchnię gruszki, albo też wyrabiamy z niej cegły, wypalamy je i wykładamy niemi gruszkę. Trwałość tej zaprawy w przybliżeniu jest taka sama jak zaprawy kwaśnej.

Do wyrobu zaprawy zasadowej potrzeba wapieniaka (pieca) szybkiego do wypalania dolomitu, młynka lub innej rozdrabniarki do zmielenia dolomitu wypalonego, a w razie wyrobu cegły zasadowej, jeszcze tłoczarki do formowania cegieł i pieca do jej wypalenia.

**Dno** gruszki wytrzymuje zaledwie 12 do 20, czasami do 35 wlewów. Z powodu konieczności częstej jego wymiany, powinno ono zatem być dnem **wstawnym**, t. j. oddzielnie wstawianem. Dna te ubijamy w formach, albo wytłaczamy je na tłoczarkach. Otwory wdmuchowe w dnach zasadowych rozdzielamy równomiernie po całej powierzchni dna, natomiast w dnach kwaśnych osadzamy zazwyczaj oddzielne, małe dysze lekko stożkowate, wyrobione z glinki ognio-

trwałej i szamotu. Dno z cegły schnie 12 do 15 godzin, a dno ubijane lub odlane 96 do 120 godzin. Dna wstawne bywają przeważnie dwójakiego ustroju, albo **odejmowane** wraz z całą nadmuchinią, albo **wyjmowane** poprzez nadmuchinię. Dla przyspieszenia wymiany den stosujemy swoiste urządzenia napędzane hydraulicznie.

### 3. Urządzenia dodatkowe.

**Dmuchaawy.** O ich ustroju p. T. I str. 790 i nast. Na każdą tonę wlewu liczymy po 33 m<sup>3</sup>, czyli po 43 kg dmuchu, a niezbędny spręż dmuchawy, jakoteż ilość dmuchu, przelatującego przez otwory wedmuchowe, obliczamy podług wzorów i wskazówek, podanych na str. 547 i nast., przyczem jednakże nadprężność  $h_2$  w mm sł. rt. musimy tu oznaczyć w sposób odmienny. Nadprężność  $h_2$  (w mm sł. rt.), przeciwdziałająca wlotowi wedmuchu z dziurek wedmuchowych do gruszki, będzie równa wysokości (w mm) słupa żeliwa roztopionego, ciężącego nad dziurkami, sprowadzonej do słupa rtęci, a więc pomnożonej przez 0,54, czyli przez stosunek ciężkości właściwych: żeliwa roztopionego i rtęci. Do obliczonej tak nadprężności  $h_2$  należy jeszcze dodać (podług oceny) nadprężność spalin w gardzieli gruszkowej. Spółczynnik wpływu  $\mu$  będzie tu miał wartość mniejszą, a mianowicie 0,76. Temperaturę wedmuchu liczymy ocennie 100°.

Dmuchaawy te budują się na spręż 1,5 do 2 atm, obecnie jednak i do 4 atm; wogóle uszczerzanie zasadowe wymaga spręży większych niż kwaśne. Pożądaną jest możliwa jednostajność prężności i dlatego, o ile nie stawiamy powietrzników ją wyrównywających, należałoby stosować dmuchaawy przynajmniej dwucylindrowe, z korbami o 90° przestawionemi. Do napędzania tych dmuchaw najwłaściwszemi będą kotły o większej przestrzeni wodnej, które jednakże, podobnie jak i same dmuchaawy, powinny posiadać taki zapas mocy, aby w razach nagłej potrzeby mógł znacznie zwiększyć tak ilość jak i prężność dmuchu.

**Żórawie** rozlewnicze bywają albo stałe, obrotne, a natenczas o wysięgu 3 do 7 m, przy podnosie 1,5 do 3 m (p. T. I str. 679 i nast.), albo na wózkach (p. T. I str. 688 i nast.), a natenczas formy na bałwany najdogodniej rozstawić wzdłuż torów w podłużnej wiacie (hali). Żórawie na bałwany, o nośności 1 do 6 t, a z podnosem 1,5 do 2,5 m, podobnie jak i żórawie rozlewnicze otrzymują napęd parowy, hydrauliczny, elektryczny i t. p. (p. T. I str. 679 i nast.). Akumulator w besemerniach miewa 0,5 m<sup>3</sup> pojemności wody pod ciśnieniem 20 do 30 atm, por. T. I str. 718 i nast.

**Przechylarka** gruszki powinna móc przechylać ją o 270°. Przechylarka napędza koło zębate, osadzone na osi gruszki, a mające 0,8 do 1,2 m średnicy. Do przechylenia stosujemy napęd bądź to elektryczny, bądź też hydrauliczny, a w przypadku w końcu wspomnianym cylinder przechylarki stawiamy pionowo; powinien on

mieć możność wydania 20 do 80 tono-metrów pracy podczas jednego skoku całkowitego. Środek ciężkości gruszki, tak napełnionej, jak i w czasie wylewania, musi leżeć poniżej osi.

#### 4. Ogólny układ besemerni.

Pomost zasypny żeliwiaków wznosi się 10 do 12 m, ich spust 6 do 8 m, a osie gruszek 3 do 5 m ponad naziom kuźnicy, dół lejarski natomiast zagłębia się na 1,2 m pod tenże naziom.

Gruszki o zaprawie kwaśnej stawiamy zazwyczaj parami, a o zaprawie zasadowej po trzy obok siebie, w odstępie wzajemnym po 6,5 m, i w ten sposób, aby ich osie leżały w jednej linii prostej. Dół lejarski miewa 16 m średnicy, dogodniej jednak będzie umieścić go w oddzielnym budynku i nadać mu w planie kształt prostokąta wydłużonego.

#### 5. Surowce (t. j. materiały surowe) i wytwory.

**Zużycie paliwa** w żeliwiakach jest tu większe, aniżeli w żeliwiarniach, a mianowicie zużywamy koksu 15% wagi uszczerzonego żelaza. Pod kotłami parowymi spalamy 200 do 400 kg węgla na każdą tonę gotowego wytworu. Zgar żelaza bywa 12% przy zaprawie kwaśnej, przy zasadowej zaś do 15%, a zwiększenie to tłumaczy się niezbędnością dodmuchu.

**Wytwórczość** gruszki, o ile mamy podostatkiem roztopionej surówki lub żeliwa, jest w wysokim stopniu zależna od szybkości, z jaką dokonywamy wymiany den i z jaką naprawiamy uszkodzenia zaprawy.

W zładzie o dwóch gruszkach kwaśnych, względnie o trzech zasadowych, z których jedna tylko jest czynna, możemy w niej w przeciągu doby załatwić 24 do 50 wlewów. Dmuchiwanie jednego wlewu trwa 10 do 25 minut.

Surówka uszczerzana na zaprawie kwaśnej zawiera w sobie zazwyczaj: 4% C, 2 do 3% Si, 3 do 4% Mn, a zawartość fosforu, wzgl. siarki nie powinny przekraczać 0,1%, wzgl. 0,05%. Natomiast przy uszczerzaniu na zaprawie zasadowej zawartość fosforu musi być znacznie większa, bo 1,5 do 3%, najlepiej 2,5 do 3%, lecz krzemu znacznie mniejsza, a mianowicie nie ponad 0,5%, a siarki również nie zbyt wiele, t. j. nie ponad 0,1%, wreszcie manganu może być 1,0 do 2,5%, najlepiej 2%, a nadto dodajemy 15 do 17% wapna.

W celu powrotnego nawęglenia wlewu odwęglonego dodajemy 5 do 8% surówki zwierciadlistej, zawierającej w sobie 10 do 20% Mn, a przy wyrobie stali miękkiej tyleż żelazo-manganu, o zawartości 25 do 80% Mn. Surówkę zwierciadlistą dodajemy w stanie roztopionym, żelazo-mangan natomiast w stanie stałym, lecz nagrany. Przy zaprawie kwaśnej, przed dodaniem tych domieszek nawęglających, należy zlać żużel zazwyczaj w osobny wózek, mający 1 do 2 m<sup>3</sup> pojemności. Gdy wytwór ma w sobie zawierać mniej man-

ganu, albo by w nim nie zwiększać tej zawartości, dodajemy dla nawęglenia sam koks (sposób stosowany w kuźnicy Phönix), albo cegły wyrobione z wapna gaszonego i koksu (np. kuźnica Düdelingen), wreszcie węgiel w workach (np. kuźnica Peine).

Żuźle tomasowniane, t. j. pochodzące z uszczerzania zasadowego, zawierają w sobie 15 do 23% bezwodnika fosforowego ( $P_2O_5$ ) i z tego powodu są one nader cennym nawozem sztucznym. Wartość ich dla rolnictwa oceniamy jednakże nie podług ogólnej zawartości bezwodnika fosforowego, lecz tylko podług tej jego części, która jest rozpuszczalna w kwasie cytrynowym.

## 6. Besemernie drobne.

Małe gruszki, o pojemności 1 do 3 t surówki, wzgl. żeliwa, miewają zazwyczaj dysze dmuchowe, ustawiane poziomo lub z lekką tylko pochyłością, po 3 do 6 obok siebie, ponad poziomem wlewu. Dmucha kieruje się zatem na powierzchnię wlewu, a dysze górne dostarczają dmuchu, niezbędnego do zapalania tlenku węgla. Takie drobne besemernie wytwarzają zazwyczaj mniejsze odlewy zlewno-żelazne, wzgl. stalowe.

### c. Płomieniaki ustroju Siemens-Martin'a i t. p.

Płomieniaki te opalają się czadami z gazownicy, a ciepło spalin, uchodzące z płomieniaków, odzyskujemy częściowo, nagrzewając nim w **odzysknicach** czady i powietrze, idące do płomieniaka. Odzysknic takich o wysokości 3 do 5 m stawiamy zazwyczaj po 4 do każdego płomieniaka, a mianowicie albo obok niego, albo przed nim, albo wreszcie najdogodniej pod nim, lecz w takim razie między wierzchem odzysknic, a spodem właściwego płomieniaka zostawia się pewną przestrzeń swobodną. Płomieniaki te budujemy w dwóch, zasadniczo odmiennych ustrojach, a mianowicie bądź to jako zwykłe płomieniaki nieruchome, bądź też jako płomieniaki pochylne około osi poziomej. Wsad płomieniaków nieruchomych bywa 10 do 50 t, pochylnych zaś 50 do 200 t.

Wsad roztopiony tworzy w kotlinie warstwę 0,2 do 0,6 m głęboką, a zastosowanie względnie większej głębokości ma na celu zmniejszenie utleniania się żelaza, co jednakże okupujemy większym rozchodem paliwa. Z danej wielkości wsadu i z obranej głębokości obliczamy powierzchnię kotliny i nadajemy jej stosunek długości do szerokości jak 3:2. Długość kotliny powinna być nie mniejsza niż 3,5 m, a dosięga niejednokrotnie i 9 m.

Podobnie jak w gruszkach i tu znów zaprawa może być kwaśna albo zasadowa. Do zaprawy kwaśnej surówka powinna nie zawierać w sobie więcej niż 0,1% P i 0,1% S, do zasadowej natomiast zawartość fosforu jest dość dowolna, lecz tylko w granicach do 2%.

1) **Sposób Siemens'a.** Wsad składa się ze surówki i rudy żelaznej o zawartości 60% Fe, a przy uszczerzaniu zasadowym dodaje się i wapna.



2) W sposobie **Martin'a** zastępujemy rudę odcinkami żelaza w ilości 20 do 70%.

3) Sposób **Siemens-Martin'a** jest połączeniem obydwóch poprzednich, gdyż do surówki dodajemy i odcinków żelaznych i rudy.

W powyższych trzech sposobach surówka wsadu idzie do płomieniaka bądź to w stanie stałym, bądź też już roztopiona. W poniższych zaś sposobach z pod 4) i 5) dodatek odcinków żelaznych sposobu Martinowskiego zastąpiono pozostawieniem w kotlinie stosownej części żelaza roztopionego, uszczerzonego już w okresie poprzedzającym. Skutkiem tego przebieg uszczerzania staje się nieprzerwanym: we właściwych odstępach czasu spuszczaamy z kotliny pewną określoną część żelaza już uszczerzonego, a do reszty, pozostającej w kotlinie płomieniaka, dolewamy surówki, poczem uszczerzamy tę mieszaninę, jak w sposobie Martin'a.

4) **Surzycki** zastosował sposób powyższy w zwykłych płomieniakach, niepochylnych, o dwóch otworach spustowych. Właściwy otwór spustowy pozwala spuścić całą zawartość kotliny, wyżej zaś położony otwór upustowy, służy do częściowego spuszczenia zawartości.

5) **Talbot** stosuje natomiast do sposobu powyżej opisanego płomieniaki swoiste, pochylne, co ułatwia ulewanie żelaza gotowego, nadto stosuje on i dodatek rudy.

Dalsze dwa sposoby z pod 6) i 7) znamionują się tem, że uszczerzanie żelaza (polegające w znacznej mierze na jego odwęglaniu) odbywa się w jednym przyrządzie (w płomieniaku lub gruszce), a wykończenie (polegające przeważnie na powrotnem nawęglaniu) w drugim.

6) W sposobie **Bertrand-Thiel'a** wsad do płomieniaka składa się z 80% surówki i 20% odcinków żelaznych, a nadto ze stosownego dodatku rudy. Uszczerzone w płomieniaku żelazo spuszczaamy do drugiego pieca, w którym je nawęglamy z powrotem do pożądanego stopnia nawęglania. Jest to zatem poniekąd sposób Siemens-Martin'a, którego przebieg rozdzielono na dwa piece.

7) Sposób „**Duplex**” (gruszkowo-płomieniakowy) polega na uszczerzeniu surówki w gruszce besemerowskiej lub tomasowskiej i na następnem nawęglaniu tak otrzymanego żelaza w oddzielnym płomieniaku ustroju martinowskiego.

Żelazo odwęglone, a więc uszczerzone, wykończamy, odtleniając je i nawęglając je powrotnie do pożądanego stopnia, przez dodanie bądź to 0,5 do 2% żelazo-manganu, albo surowca zwierciadlistego, bądź też 10 do 28% surówki nakrzemionej i t. p.

**Rozchód paliwa** na 1000 kg wytworu bywa 700 do 800 kg węgla kamiennego, a nawet mniejszy, a zależy on w wysokim stopniu od zastosowanego sposobu uszczerzania.

Zgar żelaza bywa 5 do 8%, jednakże przez odtlenianie dodanej rudy otrzymujemy z niej nieraz żelaza więcej, niż go zgorzało, tak że ostateczny wynik jest pod tym względem korzystny, bo nawet 100 do 104% gotowego wyrobu, względnie do wagi surówki i żelaza, wsadzanych do płomieniaka.

Ilość spustów na dobę dosięga w sposobie martinowskim sześciu; im więcej żelaza zastępujemy rudą, oraz im większy jest wsad, tem dłuższym będzie rozkres międzyspustowy, tak że przy zastosowaniu większych wsadów ze surówki w stanie stałym i samej rudy osiągniemy zaledwie dwa spusty na dobę.

#### d. Stal tyglowa.

**Surowcem** jest tu gotowa już stal, a mianowicie na najlepsze gatunki stali narzędziowej bierzemy jako surowiec stal nawęglaną (t. j. otrzymaną przez nawęglanie prętów żelaznych, żarzonych w proszku z węgla drzewnego), na zwykle zaś gatunki przetapiamy stal pudlingową, besemerowską a nawet martynowską. Stosownie do pożądanego składu stali tyglowej, dodajemy przy przetapianiu do stali surowej jeszcze przeróżne dodatki, jako to: miękkie żelazo zlipne, żelazo-mangan, żelazo nanikłone, nawolframione, nachromione i t. p. Stal surową połamaną na kawałki kładziemy do tygla i przetapiamy w nim, otrzymując w ten sposób tworzywo jednolite.

**Tygle** miewają pojemność po 15 do 40 kg stali, a np. na 30 kg wsadu tygiel taki będzie miał 27 cm największej średnicy zewnętrznej, 48 cm wysokości, 2 do 2,6 cm grubości ścianek, a 2,6 do 3,3 cm grubości dna. Tygle bywają przeważnie gliniane albo grafitowe. Tworzywo gliniane składa się albo z 88% glinki, 8% szamotu i 4% koksu, albo z 80% glinki, 16% druzgu z tygli używanych i 4% koksu. Tworzywo tygli grafitowych składa się z 44% grafitu, 44% szamotu, oraz 12% glinki. Tygiel wyrobiony powinien schnąć trzy miesiące, a wytrzymuje on tylko jeden do trzech żarów.

Do przetapiania stali stosujemy piece szybowe, albo płomieniaki.

**Piec szybowy** można budować na pomieszczenie nawet jednego tygla. Piec taki ma wysokość 1 m, od rusztu aż do paszczy szybowej, a czopuch leży 0,8 m ponad rusztem, przekrój zaś poziomy bywa w prześwicie 40·40 cm. Na dwa tygle przekrój ten będzie 42·55 cm, a na cztery tygle 55·60 cm, przy podanych powyżej wysokościach. Przetopienie zajmuje 4 godziny czasu, a we większych piecach na 8 do 12 tygli, 6 godzin. Na 100 kg stali zużywa się 400 kg koksu, a zgar bywa 3 do 5%.

**Płomieniaki z odzysknicami ciepła** posiadają albo tylko jedno żarowisko, w postaci kształtem zbliżonej do zwykłego pieca piekarskiego, albo też trzy takie żarowiska oddzielne, każde z nich na sześć tygli, ustawianych w dwóch rzędach. Zamiana lotu spalin i powietrza przez odzysknice ciepła następuje w odstępach ceglinnych, a na każdą tonę węgla, spalanego na czad w czadownicy w przeciągu doby, liczymy po 2,5 m<sup>3</sup> przestrzeni organków w odzysknicach ciepła. Rozchód węgla 100 do 150 kg na każde 100 kg stali, a jej zgar bywa 1 do 3%.

Piece tyglowe o żarowisku 2,5·2,6 m w planie, z paleniskiem ustroju Bicheroux mieszczą w sobie po 40 do 55 tygli, każdy o pojemności 30 do 35 kg, a przetop w nich zabiera 5 do 7 godzin

czasu, czyli doliczając jeszcze po godzinie na naprawy pieca, na wstawianie i wystawianie tygli, otrzymamy 3 do 4 przetopów na dobę.

### Skład chemiczny kilku gatunków stali tyglowej w % na wagę.

Gatunek i pochodzenie stali	Węgla	Krzemu	Manganu	Siarki	Fosforu
Stal niemiecka, na noże tokarskie . . .	1,24	n. ozn.	0,15	0,016	0,016
Narzędziowa stal styryjska. . . . .	1,12	" "	0,23	0,024	0,023
Stal Sheffieldzka . . . . .	0,75	" "	0,23	0,022	0,04
Stal narzędziowa ze St. Etienne. . . .	1,00	0,06	0,08	0,015	0,02
Stal na działa wyrobu Fr. Krupp'a *) .	0,50	0,11	0,16	0,03	0,04
Odlewy stalowe (krzyżownice) z Bochum	1,31	0,09	0,98	0,05	0,13

### e. Stal nawęglana.

Stal nawęglaną otrzymujemy ze żelaza zlipnego przez jego dowęglanie w stanie stałym. Pręty lub gotowe wyroby z żelaza zlipnego układamy w skrzyniach do nawęglania, obsypane węglem drzewnym, ziarnowanym na wielkość 5 do 15 mm. Tak ułożone pręty żarzymy przez czas dłuższy, zależny od przekroju prętów, średnio przez 9 do 10 dni, a podczas tego żarzenia węgiel wnika w żelazo, przemieniając je w ten sposób na stal. Skutkiem wchłonięcia w siebie węgla, żelazo, przestając się na stal, powiększa swą wagę o 0,5 do 0,75%.

Węgiel drzewny, którym obsypujemy żelazo w skrzyniach, powinien być wytlony z brzeziny, buczyny lub z dębiny. Na 100 kg żelaza we wsadzie bierze się średnio 25 do 30 kg węgla drzewnego. Do zasypania żelaza w skrzynkach nie potrzeba za każdym razem brać świeżego węgla, lecz można do niego domieszać 25 do 50% węgla już poprzednio używanego.

Skrzynie do nawęglania bywają średnio 2,8 do 3,4 m długie, 0,7 do 0,9 m szerokie, a 0,7 do 1,1 m wysokie, mieszczą zaś w sobie 7,5 do 10 t żelaza. Wyrabiamy je z glinki ogniotrwałej, z cegieł lub płyt ogniotrwałych, wreszcie z piaskowca ogniotrwałego, a grubość ich ścianek bywa 120 do 150 mm. Przedmioty żelazne należy układać w skrzynkach w taki sposób, aby je nawzajem od siebie i od ścianek skrzynki przedzielała warstwa węgla, dlatego też, jakoteż ze względu na wydłużanie przy nagraniu, pręty, układane w skrzyni, powinny być przynajmniej o 50 mm od niej krótsze. Żelazo zawarte w skrzyni może wypełniać do 36% jej objętości. W każdym piecu ustawiamy zazwyczaj po dwie takie skrzynie w odstępach wzajemnym 12 do 13 cm, a w odstępach od ścian pieca po 13 do 21 cm.

Rozchód paliwa, przy opale węglem kamiennym, liczyć można 80% wagi żelaza nawęglanego. Na rozpalenie pieca liczymy jedną dobę, na żarzenie, gdy przekrój prętów żelaznych leży w granicach 8 · 130 mm do 20 · 60 mm, 9 do 10 dni, na chłodzenie 6 dni.

\*) Miedzi, niklu i kobaltu 0,26%.

## f. Żeliwo odwęglane czyli kowalne.

Żeliwo odwęglane otrzymujemy przez żarzenie gotowych odlewów żeliwnych, obsypanych potłuczonym żelaziakiem czerwonym, którego tlen utlenia pewną część węgla, zawartego w żeliwie. Żeliwo w ten sposób wyżarzone zbliża się swym składem chemicznym do stali. Utlenianiu podlega jednak tylko węgiel chemicznie związany z żelazem, podczas gdy węgiel w postaci grafitu, chemicznie z żelazem niezwiązany, pozostaje opornym na takie utlenianie. Dlatego też odlewy powinny być z żeliwa, nie zawierającego w sobie grafitu po dokonaniem odlaniu. Pożądana zawartość węgla w odlewie będzie 3 do 3<sup>1</sup>/<sub>2</sub><sup>0</sup>/<sub>0</sub>, domieszki zaś krzemu i manganu utrudniają, a we większych ilościach nawet uniemożliwiają utlenienie węgla, jednakże dla otrzymania ścisłego odlewu umiarkowane nakrzemienie lub namanganienie żeliwa jest niezbędne. Na wyrób żeliwa odwęglanego nadaje się zwłaszcza surówka pstra, wytopiona z żelaziaków czerwonych Cumberlandii, a zawierająca w sobie tylko około 0,1<sup>0</sup>/<sub>0</sub> manganu. Przez dodanie pewnych ilości innych gatunków surówki zwiększamy zawartość krzemu w mieszance, lecz nie ponad 0,6<sup>0</sup>/<sub>0</sub>, a z takiej mieszanki otrzymamy odlewy pożądaných właściwości.

Żarzenie odbywa się w garnkach lub skrzynkach żeliwnych, z nóżkami, aby płomień miał dostęp i od spodu. Garnki okrągłe miewają 300 mm średnicy, 400 mm wysokości, 10 do 15 mm grubości w ściankach, 20 mm w dnie i mieszczą w sobie po 20 do 30 kg odlewu. Skrzynki prostokątne, na 100 do 120 kg odlewu, mają ścianki 26 mm grube. Odlew garnków tych i skrzynek powinien zawierać w sobie jak najwięcej grafitu, wytrzymuje on bowiem natenczas 15 do 20 żarów, podczas gdy garnki lub skrzynki z blachy żelaznej przepalają się już po trzech żarach.

Wyżarzak może pomieścić w sobie 12 do 18 garnków. Na odlewy nie ponad 25 mm grube przebieg wyżarzania zabiera: 18 do 24 godzin czasu na dogrzanie do żaru wiśniowo-czerwonego, 60 do 80 godz. na właściwe wyżarzenie przy powyższej temperaturze, wreszcie 24 do 36 godz. na powolne ochładzanie.

## IV. WALCOWNICWO \*).

### a. Grzanie żelaza.

Piece do grzania żelaza, mającego iść na walcarkę, należy w ich ustroju przystosować do gatunku żelaza; żelazo zlipne wymaga bowiem ustroju nieco odmiennego niż żelazo zlewne.

\*) H. Wedding, Grundr. d. Eisenhüttenkunde u. Handbuch der Eisenhüttenkunde.

**Kęsy**, t. j. prętowate kawałki żelaza zlipnego składamy w **snopiec**, który wsadzamy do zlipiaka, (pieca zlipczego), a zesnopcowane kęsy **zlipiają** się w nim ze sobą. Żelazo zlewne wsadzamy natomiast do pieca w całych bałwanach, a bałwany zimne **nagrzewamy** do żaru niezbędnego dla rozwałcowania, bałwany zaś świeżo odlane **dogrzewamy** w miarę potrzeby do tegoż żaru. Jeżeli snopiec lub bałwan częściowo już rozwałcowany, ostygnie podczas tego walcowania tak dalece, że pierwszym tym żarem nie zdołamy wykończyć walcowania, musimy taki, niedowalcowany przedmiot podgrzać ponownie, czyli odgrzać go w piecach **odgrzewczych**. Piece służące do wszystkich tych czynności są przeważnie płomieniakami, różniącymi się nawzajem od siebie szczegółami ustroju i wymiarami, ponajczęściej jednak możnaby w tym samym płomieniaku dokonywać kolejno każdej z tych czynności. Zazwyczaj atoli ustawiamy w walcowniach oddzielne płomieniaki w stosownej liczbie dla każdej z tych czynności, rozróżniając zatem płomieniaki zlipcze, nagrzewcze, dogrzewcze i odgrzewcze.

1) **Piece zlipcze**, czyli zlipiaki, są płomieniakami opalonymi węglem kamiennym z paleniska zwykłego, albo czadem z czadownicy. Kotlina ich jest z piasku i tworzy płaszczyznę pochyłą w stosunku 1:8 do 1:10 tak ku stronie wysadowej, jak i ku czopuchowi.

### Wymiary zasadnicze zlipiaków.

Przeznaczenie na	Długość żarowiska m	Szerokość żarowiska m	Całkowite pole rusztu m <sup>2</sup>	Wsad t
Snopce małe . . .	2,25 do 2,5	1,5 do 1,55	0,95 do 1,0	0,6 do 0,85
„ średnie . . .	2,5 do 2,8	1,5 do 1,6	1,0 do 1,1	0,6 do 1,25
„ duże . . .	3,2 do 3,5	1,95 do 2,0	1,3 do 1,75	1,4 do 2,5

Wierzch przewału wznosi się 0,1 do 0,4 m ponad kotliną, a 0,35 do 0,7 m ponad ruszt.

**Rozchód paliwa** na 1 t żelaza zlipianego liczyć można średnio: w paleniskach zwykłych 500 do 700 kg węgla kamiennego, a przy opalaniu czadem z czadownicy ustrojów Bicheroux'a, Lürmann'a, Siemens'a i t. p. 200 do 350 kg węgla. Ciepło spalin uchodzących zużywamy zazwyczaj do ogrzewania kotłów, co jednak nie da się skutecznie przy ustroju Siemens'a.

Każdy zlipiak może obsłużyć 1½ do 4, średnio 2 piece pudlingowe, a to w zależności od gatunków żelaza, jakie wyrabiamy.

2) **Piece grzewcze**. Najlepszą sprawnością cieplikową odznaczają się **płomieniaki przeciwplomienne**, w których bałwany posuwamy stopniowo od czeluści wsadowej ku otworowi wysadowemu, a w których płomień posiada kierunek odwrotny. Kotlina wznosi się w stosunku 1:9 ku czopuchowi. Długość żarowiska  $\approx$  8 m, a szerokość 1,6 do 2,3 m. Czeluść wsadowa mieści się po stronie czopucha, otwór wysadowy po stronie przewału; bałwan wsadzony spotyka

zatem nasamprzód spaliny najmniej gorące i podgrzewa się o nie; w miarę posuwania ku otworowi wysadowemu, bałwan napotyka coraz to gorętsze spaliny, względnie płomień, który najsilniej nań działa przy przewale, a więc tuż przed wysadzeniem z pieca. By ułatwić posuwanie bałwanów, w każdej z bocznych ścian żarowiska znajduje się po 8 do 12 drzwiczek. Pole rusztu bywa 2 do 4 m<sup>2</sup>. Wobec względnie dobrego wyzysku ciepła spalin na podgrzewanie bałwanów, spaliny uchodzące chłodzą się zazwyczaj tak dalece, że się już nie oplaca ogrzewać nimi dodatkowo kotłów. Na tonę bałwanów wsadzanych w stanie zimnym, zużywa się średnio 190 kg węgla, lecz na odgrzewanie bałwanów, przystygających w czasie walcowania, starczy 100 kg.

Oprócz tych pieców znajdują też zastosowanie jamy grzewcze, zwłaszcza podgrzewcze, nawet bez paleniska, np. ustroju Gjers'a.

### b. Walcowanie żelaza.

Walcarki na kształtowniki posiadają walce nienastawne, a brózdowane w taki sposób, aby pręt walcowany w każdym następnym żłobku zmniejszał swą grubość, poszerzając się równocześnie, a to pod wpływem dociskania pręta **pobrózdkiem do brózd**, przyczem pręt rozciąca się tak, że bokami dosięga **pierszcieni**, które ograniczają brózdę obustronnie. Walcarki na blachy mają na odwrót walce gładkie i nastawne, aby po każdorazowym przejściu blachy, mógł je zbliżać coraz to bardziej nawzajem do siebie.

**Walcownia drutu** (3,5 do 12 mm średnicy) składa się z oddzielnych zespołów walcarek przygotowawczych i walcarek wykończających. Walcarki przygotowawcze posiadają walce 300 do 320 mm średnicy, napędzane bezpośrednio od silnika, a poruszające się z prędkością 200 do 300 obrotów na minutę. Wykończające walcarki szybkobieżki posiadają natomiast walce, o średnicy 250 do 300 mm, robiące po 500 obrotów na minutę. Odstęp pomiędzy tymi dwoma zespołami walcarek bywa 8 do 10 m. Moc silnika napędzającego 400 do 500 MK, lecz na drut stalowy o 30% większa.

**Walcownia drobnowalcująca**, czyli drobna, na krągowniki i kratowniki 12 do 50 mm grube, na kątowniki do 65 mm szerokości ramion i na szyny drobne, posiada również dwa zespoły walcarek, z których przygotowawczy napędza się wprost od silnika i ma walce 400 mm średnicy w bębnie, robiące 120 obrotów na minutę. Zespół wykończający, w odstępnie 7,5 m od poprzedniego, posiada walce 300 mm średnicy, obracające się z prędkością 260 obrotów na min. Moc silnika walcarskiego 300 do 400 MK.

**Walcownia średnio walcująca**, czyli średnia na krągowniki i kratowniki do 75 mm grube, na płaskowniki do 135 mm szerokości i na kątowniki do 75 mm szerokości ramion, posiada zazwyczaj jeden tylko zespół z trzech do czterech walcarek, napędzanych bezpośrednio od silnika. Średnica walców 400 mm; ilość obrotów 100 do 120 na min.; moc silnika 300 do 400 MK.

**Walcownia prętowników grubszych**, a więc krągowników i krętowników do 150 mm grubych, płaskowników do 180 mm szerokich, i kątowników do 125 mm szerokości ramion; walce miewają średnicę 500 do 550 mm, a ilość obrotów 70 do 80 na min., silnik zaś moc 350 do 400 MK.

**Walcownia szyn** składa się z walcerek, o walcach 650 do 750 mm średnicy bębna, robiących 100 do 120 obrotów na min. Trójka walcarska na szyny zlewne w ciągu 24 godzin zdoła wyrobić 1000 do 1100 szyn, ważących średnio po 300 kg, posiada zatem wytwórczość 300 do 330 t na dobę. Wytwórczość ta może się wyjątkowo powiększyć do 1200 szyn, czyli do 360 t. Moc silnika 600 do 800 MK

**Walcownia blach cienkich**, t. j. o grubości 0,1 do 5 mm, przy wielkości arkusza  $1 \times 2$  m. Walce mają średnicę bębna 550 do 600 mm; ilość obrotów 40 na min. Zespół trzech walcerek zużywa 30 do 40 MK. W trójkach radzi Lauth nadać wierzchniemu i spodniemu walcowi średnicę 550 do 600 mm w bębnie, pośredniemu, swobodnie przesuwalnemu natomiast tylko 250 mm. Zgar i krajki powodują stratę 20 do 25%.

Walcownia na blachę cienką, składająca się z walcarki przygotowawczej, czyli wstępnej i wykończającej, z odgrzewaka kęsów, wyżarzaka i dwóch nagrzewaków, w ciągu 12 godzin pracy wytwarza blach (podł. skali niemieckiej p. str. 16):

Nr. 11—12	13—16	17—20	21	22	23	24	25
do 4500	3500	2500	1800	1600	1400	1150	700 kg

**Walcownia blachy grubej.** Bębny walców miewają długość 2,2 do 3,5 m, przy średnicy 600 do 900 mm. Wielka waga poszczególnego arkusza wymaga zastosowania bądź to konika, na którym przerzuca się blachę ponad walcarką, bądź też nawrotności silnika napędzającego. Niezbędna moc silników rozpędowych bywa 80 do 100 MK na blachy żelazne, a 100 do 150 MK na zlewne. Moc silników nawrotnych zwiększa się niepomniernie i dosięga 600 do 800 MK na najcięższe blachy zazwyczaj wyrabiane.

Walcarka zwykłej blachy kotłowej, wraz z jednym płomienniakiem grzewczym, wyrabia w ciągu 12 godzin 2,25 do 3 t takiej blachy. Na wyrób jednej tony blach liczy się rozchód węgla wraz ze zlipianiem snopca, 1700 do 1800 kg węgla. Odpadanie walcowin powoduje stratę 4 do 6%, zgar zaś w żarze pierwszym 12 do 14%, w drugim 9 do 11%, w trzecim 6 do 9%, a w czwartym 4 do 6%, wreszcie krajki 18 do 25%.

**Walcarka czterostronna** na płaskowniki 400 do 500 mm szerokie. Obydwie pary walców są gładkie, walce leżące miewają średnicę 500 do 600 mm, walce stojące natomiast średnice o  $\frac{1}{3}$  mniejsze. Gdy walce stojące mieszczą się poza walcami leżącymi (w kierunku walcowania), ich prędkość obwodowa bywa o 50% większa, gdy zaś stoją przed walcami leżącymi, natenczas o 25% mniejsza od prędkości walcy leżących.

**Rurownie.** Rury żelazne, oprócz rur o szwie nitowanym, bywają ze szwem zlipionym, albo też bez szwu, a wyrabiamy je bądź to przez walcowanie, bądź też przez wyciąganie. Szew wytwarzamy, zlipiając stykające się powierzchnie krajów paska, zwiniętego w rurę, a kraje te stykają się ze sobą bądź to na zakładkę, bądź to na storc, bez zakładki. Szew na zakładkę jest niezbędny, gdy rury zlipiane walcujemy na trzpieniu.

Rury bez szwu wyrabiamy różnymi sposobami, np. sposobem Mannesmann'a, przez ukośne zdzieranie tworzywa z rozżarzonego kłoca żelaznego, a to za pośrednictwem trzech walców, albo sposobem Erhardt'a, przez wyciąganie na trzpieniu przedziurawionego kłoca żelaznego. Możemy też wytłaczać rury, lecz tylko cienkościenne, przez wytłoczenie z grubej blachy okrągłego naczynia z dnem, które następnie wyciągamy i walcujemy na większą długość, a mniejszy przekrój, obcinając wreszcie dno, potrzebne podczas wyrobu, lecz zbyteczne dla samej rury.