

Chyżanowski

BIBLIOTEKA PRZEMYSŁOWA.

1895

PODREČZNIK
DLA
PALACZY KOTŁOWYCH

P. Braussera i A. Spenratha

PRZETŁOMACZYŁ NA POLSKI I UZUPEŁNIŁ

D-r FELICYAN ŁASZCZYŃSKI

WARSZAWA
NAKŁADEM HIPOLITA WAWELBERGA

1894

BIBLIOTEKA PRZEMYSŁOWA.

PODREĆZNIK

DLA

PALACZY KOTŁOWYCH

P. BRAUSSERA i A. SPENNRATHA

PRZETŁUMACZYŁ NA POLSKI I UZUPEENIŁ

Dr. Felicyan Laszczyński



WARSZAWA

DRUK JANA COTTY

29 Senatorska 29

—
1894

12/44



87

Дозволено Цензурою.

Варшава, 30 Ноября 1894 года.



№ 2922

1475

Miary i wagi metryczne.

1 metr = 1 *m*; 1 decymetr = 1 *dm*; 1 centymetr = 1 *cm*; 1 milimetr = 1 *mm*.

Miary powierzchni.

1 metr kwadratowy = 1 *m*²; 1 decymetr kwadratowy = 1 *dm*²;
1 centymetr kwadratowy = 1 *cm*²; 1 milimetr kwadratowy = 1 *mm*².

Miary objętości.

1 metr sześcienny = 1 *m*³; 1 decymetr sześcienny = 1 *dm*³;
1 centymetr sześcienny = 1 *cm*³; 1 milimetr sześcienny = 1 *mm*³ 1 liter = 1 *l*.

W a g i.

1 tona = 1 *t*; 1 kilogram = 1 *kg*; 1 gram = 1 *g*.

P r a c a.

1 kilogrametr = 1 *kgm*.

1 *m* = 10 *dm* = 100 *cm* = 1000 *mm*

1 *dm* = 10 *cm* = 100 *mm*

1 *cm* = 10 *mm*.

1 *m*² = 100 *dm*² = 10000 *cm*² = 1000000 *mm*²

1 *dm*² = 100 *cm*² = 10000 *mm*²

1 *cm*² = 100 *mm*²

1 *m*³ = 1000 *dm*³ = 1000000 *cm*³ = 1000000000 *mm*³

1 *dm*³ = 1000 *cm*³ = 1000000 *mm*³

1 *cm*³ = 1000 *mm*³

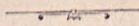
1 *dm*³ = 1000 *cm*³

1 *t* = 1000 *kg* = 1000000 *g*

1 *kg* = 1000 *g*.

Porównanie miar i wag rosyjskich z francuskimi.

Sażeń	= 7 stopom	= 3 arszynom	= 2,133561455	<i>m.</i>
Stopa	= 12 calom	= 120 liniom	.. = 0,30479449	<i>m.</i>
Arszyn	= 16 werszkom	= 28 calom	.. = 0,71118715	<i>m.</i>
Werszek	= 1.75 cala	..... = 4,44491969		<i>cm.</i>
Sażeń kwadratowy	..... = 4,5520861			<i>m.²</i>
Sażeń sześcienny	..... = 9,7121519685			<i>m.³</i>
Wiadro	= 750,568 calom sześciennym.	... = 12,298939		<i>l.</i>
1 funt	= 32 lutom = 96 zolotnikom	..... = 409,52363 ⁹		<i>g.</i>
1 pud	= 40 funtom	..... = 16,380945		<i>kg.</i>
1 metr	= 0,46869988	sażenia		
1 „	= 1,40609964	arszynom		
1 „	= 22,49759429	werszkom		
1 „	= 3,28089917	stopom		
1 „	= 39,37079	calom		
1 kilogram	= 2,44186154	funtom		
Koń parowy	= 600 stopo-funtom	= 15 stopo-pudom	= 74,892	<i>kgm.</i>



W S T Ę P.

Zadaniem kotłów parowych jest przeobrażenie wody w parę, mającą prężność dostateczną do wykonania pracy mechanicznej. Prawidłowe zatem obchodzenie się z kotłem, wymaga pewnych wiadomości o cieple, o sposobie jego wytwarzania, o własnościach wody i pary, wreszcie o urządzeniach potrzebnych do otrzymania i wyzyskania pary a więc o kotłach, ich uzbrojeniu i paleniskach. Wszystkie te potrzebne wiadomości w mniejszym dziełku uwzględnione zostaną dla nauki palaczy, którym powierzony jest nadzór i obsługa kotłów.

O cieple.

§ 1. Temperatura albo ciepłota. Wyrazami: zimny, ciepły, gorący, oznaczamy różny, przez zmysły dający się ocenić stan danego ciała, a przyczynę odnośnego stanu nazywamy ciepłem, naukowo natomiast zowiemy to temperaturą w przeciwstawieniu do danego pojęcia, o którym później powiemy t. j. do ilości ciepła.

§ 2. Mierzenie temperatury. Ciepłomierz. Oznaczenie temperatury nader ważną odgrywa rolę przy obsłudze kotłów. Narzędzie służące do mierzenia temperatury, nazywamy ciepłomierzem czyli termometrem. Wszystkie ciepłomierze zbudowane są na zasadzie własności ciał rozszerzania się od ciepła równomiernie do wzrostu temperatury. Sztaba żelazna długości 1 *m* leżąca w topniejącym śniegu, wydłuża się do 1,21 *mm* po zanurzeniu w wodę wrzącą, a 1 *cm*³ rtęci w tych samych warunkach przyjmie objętość 18,15 *cm*³. Gdy więc kulkę szklaną, przylutowaną do wąskiej szklanej rurki napelnimy rtęcią, natenczas podczas ogrzewania kulki, rtęć w rurce będzie się podnosiła, a podczas oziębienia opadała. Ciepłomierze zarówno podług materiału z którego są zbudowane jak i ze względu na podziałkę są rozmaite. Z pierwszego punktu widzenia rozróżniamy ciepłomierze rtęciowe, alkoholowe, powietrzne i t. d.; z drugiej strony rozróżniamy ciepłomierz z podziałką podług Celsiusa, Réaumura i Fahrenheita. Nas obchodzić mogą tylko ciepłomierze jako najpospolitsze — rtęciowe. Ciepłomierz rtęciowy urządzony jest w sposób następujący: Bardzo wązka rurka szklanna, mająca w każdym miejscu tę samą średnicę, przylutowaną jest do szklanej kulki. Kulkę, oraz część rurki napelniamy rtęcią i ogrzewamy, dopóki rtęć całe nie wypełni rurki; wtenczas należy otwór na końcu rurki szybko zalutować. Rtęć ostygając opada na dół, a w rurce ponad rtęcią mamy próżnię. Tak przygotowane narzędzie kładziemy w topniejący śnieg, rtęć opada aż do pewnego punktu, na którym się zatrzymuje, dopóki narzędzie leży w śniegu. Punkt ten na rurce oznaczamy

kreską. Następnie wkładamy narzędzie w wodę, wrzącą na wolnym powietrzu, a rtęć podnosić się będzie dopóty, dopóki się znów nie zatrzyma stale w pewnym punkcie, i miejsce to znowu na rurce oznaczamy kreską. Przestrzeń pomiędzy temi dwoma punktami została przez Celsiusa podzieloną na 100 równych części i każda podziałka otrzymała nazwę stopnia. Temperatura topniejącego śniegu została oznaczoną jako 0° , a temperatura wrzącej wody jako 100° . Znając odległość pomiędzy tymi dwoma skrajnymi punktami można poza nie przedłużyć jeszcze podziałkę. Stopnie poniżej zera otrzymują znak —, zatem -5° znaczy 5° poniżej zera. W życiu codziennym nazywamy znaki te stopniami zimna. Ciepłomierz Reaumura tem się tylko różni od ciepłomierza Celsiusa, że przestrzeń pomiędzy punktem wrzenia i zerem podzieloną została na 80 równych stopni, a zatem 100° Celsiusa = 80° Reaumura. 1° C. = $\frac{80}{100} = \frac{4}{5}^{\circ}$ R. i 80° R. = 100° C., a więc 1° R. = $\frac{5}{4}^{\circ}$ C. Zamieniając przeto stopnie Celsiusa na Reaumura, należy pierwsze pomnożyć przez $\frac{4}{5}$, zamieniając stopnie Reaumura na Celsiusa, mnoży się pierwsze przez $\frac{5}{4}$. Mierzenie temperatury na kotłach, jak wogóle przy wszelkich badaniach naukowych, odbywa się wyłącznie za pomocą ciepłomierza Celsiusa, i w tej przeto książce wszelkie temperatury podawane będą tylko w stopniach Celsiusa. Ciepłomierz Fahrenheita używanym jest jedynie w Anglii i w Ameryce.

§ 3. Spółczynnik rozszerzalności. Własność rozszerzania się ciał przy wyższej temperaturze, i kurczenia się przy niższej, jest z wielu względów nader ważną, i zna-

lazła też zastosowanie w przemyśle. Rozróżniamy rozszerzalność liniową i objętościową; pierwsza oznacza o ile pewne ciało wydłuża się w kierunku długości, przy podniesieniu się temperatury o 1° , druga o ile ciało to rozszerza się we wszystkich trzech kierunkach t. j. o ile zwiększa swą objętość.

Poniższa tabelka podaje rozszerzalność najczęściej używanych ciał. Ponieważ rozszerzalność ciał bardzo jest małą, przy różnicach temperatury 1° tylko wynoszących, przeto tabelka ta wykazuje rozszerzalności ciał przy podniesieniu temperatury o 100° . Jako jednostkę długości przyjęliśmy tu 1 m. a rozszerzalność wyrażoną została w milimetrach. Tabelka zatem wykazuje, o ile milimetrów powiększa się jednometrowa sztaba z danego materiału, jeżeli jej temperaturę podniesiemy o 100° . Druga rubryka wykazuje o jaką część w stosunku do całości rozszerzyło się dane ciało.

Nazwa	1 m. długości powiększy się o mm.	Rozszerzalność wynosi	Nazwa	1 m. długości powiększy się o mm.	Rozszerzalność wynosi
Glin	2,34	$\frac{1}{428}$	Mosiądz	1,88	$\frac{1}{532}$
Ołów	2,85	$\frac{1}{351}$	Bronz	1,80	$\frac{1}{555}$
Żelazo lane	1,08	$\frac{1}{930}$	Drzewo w podłuż-	} 0,7	$\frac{1}{1426}$
Żelazo kute	1,21	$\frac{1}{828}$	nem przecięciu .		
Stal	1,12	$\frac{1}{840}$	Drzewo w poprzecz-	} 3,1	$\frac{1}{332}$
Miedź	1,87	$\frac{1}{589}$	nem przecięciu .		
Nikiel	1,29	$\frac{1}{788}$	Szkoło	0,8	$\frac{1}{1240}$
Cynk	2,91	$\frac{1}{344}$	Antracyt	1,99	$\frac{1}{501}$
Cyna	2,27	$\frac{1}{441}$	Węgiel kamienny	2,88	$\frac{1}{347}$

Otrzymamy rozszerzalność objętościową wszystkich ciał, mnożąc ich rozszerzalność liniową przez 8. Liczby zamieszczone w tabelce mają nieraz wielką doniosłość praktyczną. I tak krany, których korpus jest żelazny, a klucz mosiężny często tak się zacinają, iż stają się zupełnie nieużytecznymi. Tabela wykazuje, iż rozszerzalność mosiądzu znacznie jest większą od rozszerzalności żelaza. W stanie gorącym przeto klucz nie ma w korpusie dość miejsca swobodnego i zanadto szczelnie do ścian tegoż przylega. Wskutek nierównej rozszerzalności różnych kruszców, do budowy kotłów jednolitego należy używać materiału. Niektóre ciała nie podlegają ogólnemu prawu o równomiernej rozszerzalności; do tych wyjątków należy przedewszystkiem woda. Ogrzewając wodę, mającą 0° z początku aż do 4° , zauważymy zmniejszanie się objętości, od 4° począwszy zaczyna natomiast woda zwiększać swą objętość, zachowując odtąd przyrost prawidłowy. Woda zatem przy 4-ch stopniach ciepła ma najmniejszą objętość, czyli innymi słowy, największą gęstość. Wagę jednego litra wody przy 4° nazywamy kilogramem. Tysięczna część kilograma zowie się gramem. Rozszerzanie ciał za pomocą ciepła odbywa się z wielką mocą; gdybyśmy naprzykład chcieli wydłużyć sztabę żelazną o przekroju 1 cm^2 działaniem uwieszonego ciężaru o tyle, o ile się ona wydłuży, przez podniesienie temperatury o 100° , obciążyc ją musielibyśmy ciężarem aż 2600 kg . Z taką samą siłą zachodzi kurczenie się sztaby przy oziębianiu.

Wszystkie ciała lotne podlegają pod względem rozszerzalności jednym i tym samym prawom. Każde ciało

lotne ogrzane o 1^0 , rozszerza się o $\frac{1}{273}$ swej objętości. Jeden liter = 1000 cm^3 powietrza powiększy się o $\frac{1000}{273} = 3,66 \text{ cm}^3$; jeżeli temperaturę jego podniesiemy o 1^0 .

§ 4. Topienie i parowanie pod wpływem ciepła.

Wszystkie ciała składają się z maleńkich cząsteczek, których dalszy rozkład sposobem mechanicznym jest niemożliwym; cząsteczki te zowiemy z cudzoziemską molekułami, po swojsku wprost cząsteczkami. W ciałach stałych cząsteczki te bardzo silnie są z sobą spojone, mimo to jednak rozdzielają je nader drobne przestrzenie, nie dające się zauważyć ani zmierzyć. Ciepło posiada własność przeciwdziałania spójności ciał t. j. powiększania owych przestrzeni międzycząsteczkowych i na tem polega wyżej opisana rozszerzalność ciał. Jeżeli ogrzewanie posuniemy dalej, tak, że zrównoważy wzajemną siłę przyciągania cząsteczek i te utracą dotychczasową spójność, natenczas dane ciało stanie się płynem. Jeżeli jeszcze dalej ogrzewać będziemy, natenczas siła odpychająca ciepła, o tyle przeważy siłę przyciągającą cząsteczek, iż te poczną od siebie odbiegać, a dane ciało stanie się wtedy lotnem. Trzy te różne stany skupienia danego ciała nazywamy: stanem stałym, płynnym i lotnym czyli gazowym. Przeprowadzenie ze stanu stałego w stan płynny, zowiemy topieniem, przejście ze stanu płynnego w stan lotny — parowaniem. Odwrotnie, przemianę ze stanu lotnego w stan płynny zowiemy skraplaniem, a ze stanu płynnego w stan stały stężeniem, skrzepieniem, lub zamrażaniem.

§ 5. Ciepło topienia i parowania. Widocznem jest z rozdziału poprzedzającego, że dla zamiany jakiego-

kolwiek ciała ze stanu stałego w stan płynny, lub z płynnego w lotny, potrzeba pewnej ilości ciepła. Jeżeli umieścimy na ogniu naczynie ze śniegiem, i włożymy w nie ciepłomierz, to ten wskazywać będzie 0° tak długo, dopóki najmniejsza cząstka śniegu w płynie znajdować się będzie. Nie ulega wątpliwości, że przy tej operacyi doprowadziliśmy ciepło do naczynia zawierającego śnieg, a zatem i do samego śniegu. Ciepła tego ciepłomierz nie wykazuje, widzimy jednak skutki działalności ciepła, to jest przezwyciężenie spójności pojedynczych cząstek śniegu, czyli topnienie; ciepło to wykonało tu przeto pewną pracę. Ciepło takie naukowo zowie się ciepłem topienia. Jeżeli zostawimy to samo naczynie, po stopieniu wszystkiego śniegu jeszcze dłużej na ogniu, natenczas rtęć w ciepłomierzu zacznie się podnosić i dojdzie po pewnym czasie do 100° . Przy najsilniejszym nawet ogrzewaniu temperatura nie podniesie się wyżej 100° wody, natomiast jednak zauważymy, że woda poczyną wrzeć, to jest, że przechodzi ze stanu płynnego w stan lotny. Temperatura wywiązującej się pary jest także tylko 100° . Ponieważ, jak się wyżej rzekło, cząstki każdego lotnego ciała z większą lub mniejszą siłą od siebie się oddalają, a siłę tę wytwarza ciepło, przeto i tu ciepło choć nie ogrzało widocznie t. j. nie podniosło temperatury wody ani pary, wykonało natomiast pewną pracę. Ciepło, potrzebne do odparowania płynu zowie się ciepłem parowania.

Rozróżniamy przeto ciepło topienia i ciepło parowania. Ciepło topienia, jest-to ciepło, które dodać trzeba ciału ogrzanemu do punktu topliwości aby ciało to

ze stanu stałego przeprowadzić w stan płynny; ciepłem parowania zwiemy zaś ciepło, które plynowi ogrzanemu do punktu wrzenia musi być dostarczonem, celem wypro-
wadzenia cieczy ze stanu płynnego i zamiany tego ciała na parę tej samej temperatury.

§ 6. Ciepłostka. Skoro ani ciepła topienia ani też ciepła parowania nie jesteśmy w stanie ujawnić za pomocą ciepłomierza, innych szukać nam koniecznie należy sposobów i środków dla oznaczenia ilości powstającego, przechodzącego i znikającego ciepła. Ażeby 1 *kg.* lodu o 0^0 , zamienić na wodę o 0^0 , potrzebną jest pewna, ściśle określona ilość ciepła; również najzupełniej pewna stała ilość ciepła konieczną jest do przeobrażenia 1 *kg.* wody o 100^0 w tęż samą ilość pary o 100^0 . Z drugiej strony i na podwyższenie temperatury jakiegokolwiek ciała potrzeba pewnej ilości ciepła. Innemi mówiąc słowy, pod działaniem ciepła dwojakie w ciałach zachodzą zjawiska, a mianowicie: podwyższenie ich temperatury, (ogrzanie) i zmiana stanu skupienia (topienie się, wrzenie). Możemy więc przyjąć jako jednostkę, pewną ilość ciepła, która w jednym z tych dwóch kierunków spełnia czynność dokładnie określoną.

Ogólnie przyjętą jednostką, jest ilość ciepła, potrze-
bna do podniesienia ciepłoty 1 *kg.* wody o 1^0 . Tę ilość ciepła nazywamy jednostką ciepła lub ciepłostką, (a z cu-
dzoziemska kaloryą).

Ciepło topienia lodu wynosi 79,25 ciepło parowa-
nia wody 537 ciepłostek, to znaczy, że dla zamiany 1 *kg.* lodu o 0^0 na wodę o 0^0 , potrzeba tej samej ilości ciepła,

jakaby była potrzebną do ogrzania 1 *kg* wody od 0° do $79,25^{\circ}$; albo 79,25 *kg* wody od 0° do 1° , a dla zamiany 1 *kg* wody o 100° na parę o 100° , potrzeba tej samej ilości ciepła, jakaby była potrzebną do ogrzania 537 *kg* wody o 1° .

§ 7. Ciepło właściwe. Mając ustalone pojęcie o jednostce ciepła, można z jej pomocą określić już nie dla wody ale dla innych ciał te ilości ciepła, o których działaniu świadczy nam ciepłomierz, a więc mierzyć to ciepło, które obróconem zostaje na podwyższenie temperatury danego ciała. Ilość ciepła, potrzebna do podniesienia temperatury 1 *kg* jakiegokolwiek ciała o 1° , nazywa się ciepłem właściwem. Ciepło właściwe alkoholu wynosi 0.64, to znaczy, że chcąc 1 *kg* alkoholu ogrzać o 1° , potrzebować będziemy 0,64 ciepłostek. Potrzebujemy więc tutaj tylko 64% tego ciepła, któreby było niezbędnem do ogrzania takiej samej ilości wody o 1° .

Ciepło właściwe nie jest ściśle jednakowem przy różnych stopniach temperatury, tak np. w ilości pochłanianego ciepła zachodzi pewna różnica, gdy alkohol grzejemy od 0° do 1° z jednej lub też od 20° do 21° z drugiej strony; różnice te są jednak tak małe, iż tutaj mogą być nieuwzględnione.

Poniżej zamieszczona tabelka podaje punkty topliwości, ciepło topienia i ciepło właściwe różnych, powszedniejszych a więc ważnych w praktyce ciał.

Nazwa	Punkt topliwości	Ciepło topienia	Ciepło właściwe	Nazwa	Punkt topliwości	Ciepło topienia	Ciepło właściwe
Glin . . .	650	—	0,212	Rtęć . . .	—40	2,82	0,034
Ołów . . .	334	5,86	0,031	Srebro . . .	954	21,07	0,056
Zelazo lane	1100	33, . . .	—	Cynk . . .	412	28,13	0,093
Zelazo kute	1500	—	0,108	Cyna . . .	228	14,25	0,056
Stal . . .	1400	—	0,117	Mosiądz . . .	1015	—	0,086
Miedź . . .	1090	—	0,093	Lód . . .	0	79,25	0,504
Nikiel . . .	1400	—	0,109				
Platyna . . .	1780	27,18	0,032				

§ 8. Ulatnianie, parowanie, wrzenie.

Wszelkie płyny wystawione na działanie powietrza przechodzą powoli w stan lotny, zjawisko to nazywamy ulatnianiem się cieczy. Ulatnianie zachodzi tylko na powierzchni płynów, stąd też im większa powierzchnia, tem szybciej plyn się ulatnia. Od ulatniania odróżniać należy wrzenie, tutaj bowiem para wytwarza się w całym płynie. Podczas gdy ulatnianie odbywa się przy każdej temperaturze niższej od tej pary, której plyn wre, to wrzenie następuje tylko przy pewnej dla każdego płynu odrębnej i stałej temperaturze, która ta zowie się temperaturą lub punktem wrzenia. Ulatnianie i wrzenie nie różnią się w rzeczy samej od siebie, następują jednak wśród odmiennych objawów. Następujące doświadczenie najlepiej to wykaże: gdy weźmiemy rurkę szklaną mniej więcej 1 m długą, o przecięciu 1 cm^2 w świetle, w jednym końcu zamkniętą a w drugim otwartą, gdy dalej rurkę tę napelnimy rtęcią, a zamknąwszy otwór palcem, rurkę obrócimy, i otwarty jej koniec zanurzymy w waniencie, w której rtęć się znajduje, spostrzeżemy odjawszy palec, iż tylko część

mała rtęci wypłynie, większa zaś część rtęci w rurce pozostanie. Zmierzywszy wysokość rtęci w rurce od powierzchni rtęci w wannie, przekonamy się, iż wysokość ta wynosi 76 cm , zatem słup rtęci wysokości 76 cm został w rurce zatrzymany, wskutek napotkanego oporu. Opór wywołuje tu ciśnienie powietrza. Powietrze bowiem, cisnąc na naczynie z rtęcią, wypycha ją do pustej rurki, a napór ten działa dopóty, dopóki ciężar słupa rtęciowego nie zrównoważy ciśnienia powietrza. Ciężar zatem owe go słupa rtęciowego, daje miarę ciśnienia powietrza.

Jak się wyżej rzekło, wysokość słupa rtęciowego wynosi 76 cm , a przecięcie 1 cm^2 , zatem $76,1 = 76\text{ cm}^3$. 1 cm^3 rtęci waży $13,57\text{ g}$, cały słup waży przeto $76 \times 13,57\text{ g} = 1031,32\text{ g}$. Ciśnienie powietrza wynosi przeto na 1 cm^2 powierzchni $1,03132\text{ kg}$ i ciśnienie to nazywamy ciśnieniem jednej atmosfery. Wielkość tę przyjęto dla oznaczania ciśnienia pary w kotłach. Aby jednak uniknąć ułamków, przyjęto dla uproszczenia jako jedną atmosferę, ciśnienie 1 kg na 1 cm^2 i taką podziałkę otrzymują wszystkie manometry, to jest narzędzia, wskazujące ciśnienie powietrza albo pary.

Z powyżej opisaną rurką robimy dalsze doświadczenie i wprowadzamy do niej za pomocą rurki zgiętej pod kątem, zaledwie kilka kropel wody; woda jako lżejsza, gromadzi się ponad rtęcią, co powoduje natychmiastowe opadanie rtęci. Przypuścimy, że temperatura rtęci i wprowadzonej wody wynosi 0° , natenczas słup rtęciowy obniży się o $4,57\text{ mm}$, gdy zaś temperaturę podwyższać będziemy, ogrzewając rurkę z zewnątrz, zauważymy, iż rtęć w dalszym ciągu opadać będzie. Przy 10° opadnie

o 9,14 mm, przy 20° o 17,36 mm, przy 50° o 91,98 mm poniżej pierwotnego poziomu. Ogrzewając w dalszym ciągu, dojdziemy wkrótce do całkowitego wydalenia rtęci z rurki. Gdyby można w tym stanie mały ciepłomierz w rurce umieścić, odczytalibyśmy temperaturę, wynoszącą 100°. Przy temperaturze zatem 100°, równa się ciśnienie wody, ciśnieniu powietrza. Dalej wiadomo nam, że przy 100° woda wrze, czyli zamienia się w parę. Powyższe doświadczenie wykazało zatem, że punkt wrzenia płynu odpowiada tej temperaturze przy której para wytwarza ciśnienie, równające się ciśnieniu powietrza. To co się wyżej rzekło, stosuje się nie tylko do wody, lecz do wszelkich płynów, które dają się doprowadzić do odpowiedniej temperatury bez rozkładu. Gdybyśmy nad rtęć zamiast wody do rurki wprowadzili nieco bezwodnego alkoholu, to rtęć zostałaby z niej wyrugowana już przy ciepłocie 78,05°; znaczy to, że ciepłota parowania, albo punkt wrzenia alkoholu wyni 78,05°, czyli że para alkoholu ma już przy 78,05° prężność (ciśnienie) równającą się ciśnieniu powietrza. Dla eteru („etylowego“ pospolicie zwanego „siarczanym“) otrzymalibyśmy ten sam wynik przy 35° i t. d. Przy naszym doświadczeniu przekonaliśmy się jeszcze, że woda w rurce wytwarza parę i przy temperaturze znacznie od 100° niższej, ba, nawet przy 0°, gdyż wyłącznie pod wpływem ciśnienia pary wodnej rtęć w rurce opada. Ciśnienie pary nazywamy prężnością. Prężność zależną jest od temperatury i wzrasta w miarę podwyższenia tejże, para posiada jednak prężność przy każdej temperaturze, i mówimy, że płyn wrze, jeżeli prężność jego pary równa się ciśnieniu powietrza. Z tego związku własności może-

my wyprowadzić wnioski. Jeżeli z podniesieniem temperatury, prężność pary się powiększa, w takim razie możemy prężność tę uczynić większą od ciśnienia powietrza; w tym wypadku jednak potrzebujemy oporu większego od oporu powietrza. Gotując zatem płyn na wolnem powietrzu nie możemy otrzymać prężności, przewyższającej 1 atmosferę. Niepodobna więc nadać wodzie lub parze na wolnem powietrzu temperatury wyżej 100°.

Inaczej przedstawia się rzecz, gdy gotujemy płyn w naczyniu zamkniętem. W tym wypadku bowiem, zamknięta w danej przestrzeni para, w miarę podwyższania temperatury, wywiera coraz to większe ciśnienie na płyn, a każda nowo powstająca cząstka pary, musi coraz to większą posiadać prężność, aby ciśnienie to mogła przezwyciężyć, tak więc punkt wrzenia zamkniętego, a ogrzewanego wciąż płynu wzrasta z każdą chwilą. Można to łatwo doświadczeniem stwierdzić. W żelaznem zamkniętem naczyniu ogrzewamy wodę, naczynie to zaopatrzone jest w ciepłomierz i manometr. Zauważymy najpierw, że rtęć w ciepłomierzu podniesie się do 100°, podczas gdy manometr żadnego nie wskaże ciśnienia. Przy dalszem podgrzewaniu ciepłomierz i manometr równocześnie wskazywać będą, jeden wzrastającą temperaturę, drugi rosnące ciśnienie. Gdy manometr wskaże 1 atmosferę ciśnienia, natenczas na ciepłomierzu odczytamy 120,6°, przy 2 atmosferach wskaże ciepłomierz 133,9°, przy 5 atmosferach 159,22° i t. d.

Prężność pary przy różnych temperaturach i dla rozmaitych płynów, szczególnież zaś dla wody, bardzo dokładnie została zbadaną. Wzajemny stosunek temperatury

i prężności pary niepoślednie ma znaczenie przy obsłudze kotłów parowych. W niniejszej tabelce podajemy różne ciśnienie pary wodnej, przy różnych temperaturach.

Prężność w atmosferach	Temperatura	Prężność w atmosferach	Temperatura	Prężność w atmosferach	Temperatura	Prężność w atmosferach	Temperatura
1,0	100,00	4,5	148,29	8,0	170,81	11,5	186,49
1,5	111,74	5,0	152,22	8,5	173,35	12,0	188,41
2,0	120,60	5,5	155,85	9,0	175,77	12,5	190,27
2,5	127,80	6,0	159,22	9,5	178,08	13,0	192,08
3,0	133,91	6,5	162,37	10,0	180,31	13,5	193,83
3,5	139,24	7,0	165,34	10,5	182,44	14,0	195,53
4,0	144,00	7,5	168,15	11,0	184,50	14,5	197,26
						15,0	198,46

§ 9. Para nasycona i para przegrzana. Przekonaliśmy się z poprzedniego, że każdemu stopniowi ciepła, odpowiada pewna prężność pary. W naczyniu więc zamkniętem, napełnionem w części wodą, wytwarza się przy pewnej temperaturze, pewna ilość pary. Jeżeli woda w kotle ma temperaturę 100^o, natenczas każdy decymetr sześcienny przestrzeni ponad wodą zawierać będzie 0,6 g pary, jeżeli ogrzejemy do 152,22^o, to jest doprowadzimy do prężności 5 atm., natenczas każdy decymetr sześcienny zawierać będzie 2,75 g. pary, a przy 10 atm. 5,27 g. pary i t. d. Gdy para posiadzie prężność odpowiadającą temperaturze, a ta dalej się już nie podnosi, to od tej chwili, woda nie jest w stanie wytworzyć więcej jeszcze pary, innemi słowy, para wówczas z płynu nie zgola zacerpać nie może. Para taka nazywa się parą nasyconą

Para, znajdującą się zatem w zetknięciu z wodą, może być tylko parą nasyconą. Przypuśćmy, że z kotła, będącego pod ciśnieniem 5 atm. możemy zaczerpnąć 1 dm^3 pary; przypuśćmy, że następnie przerwawszy łączność z kotłem, tę ilość pary umieścilibyśmy w cylindrze z ruchomym tłokiem, utrzymywanym wciąż w temperaturze tejże pary, t. j. $152,22^{\circ}$, gdybyśmy np. tłok tego cylindra posunęli tak, aby przestrzeń zajmowana przez parę w dwójnasób się zwiększyła i wyniosła dokładnie nie 1 ale 2 dm^3 , natenczas para odrazu wypełni całą tę przestrzeń, jeśli teraz jednak zmierzmy prężność tej pary, przekonamy się, iż ona jest już tylko połową pierwotnej prężności, że zatem para w podwójnej objętości posiada tylko 2,5 atm. ciśnienia. Jeżeli taż sama para zajmie przestrzeń 3 dm^3 , prężność jej będzie $\frac{5}{3}$ atm. w przestrzeni 10 dm^3 $\frac{5}{10} = \frac{1}{2}$ atm. Jeżeli, zachowując wciąż temperaturę $152,22^{\circ}$, do tej przestrzeni cylindra wprowadzimy potrzebną ilość wody, wtedy prężność pary natychmiastowo znowu 5 atm. wyniesie. Zaczerpnięta więc pierwotnie pewna objętość pary, gdy następnie do większej objętości rozrzedzoną zostanie, może przyjąc w zetknięciu z wodą nowe ilości pary. Taka para zowie się nienasyconą. Wyżej widzieliśmy, że 1 dm^3 pary o prężności 5 atm. i o $152,22^{\circ}$ temperatury mieć będzie prężność tylko $2\frac{1}{2}$ atm., jeśli zajmowaną przezzeń objętość zdwoimy. Wedle poprzedniej jednak tabelki, para nabywa prężność $2\frac{1}{2}$ atm. już przy $127,8^{\circ}$. W naszym więc przykładzie para, której obniżyliśmy prężność, nie zmieniając temperatury, posiada oczywiście ciepłotę za wysoką w stosunku do swej

prężności; dlatego też parę nienasyconą, zowią odmiennie parą przegrzaną.

Własności pary nasyconej z jednej, a pary przegrzanej z drugiej strony są: Jeżeli w cylindrze o ruchomym tłoku zamknijemy 1 litr powietrza i tłok obciążymy ciężarem, wynoszącym 1 *kg.* na 1 *cm*², natenczas ścieśnione powietrze jeszcze mniejszą zajmie przestrzeń wynoszącą tylko 1/2 litra, gdy tłok jeszcze silniej obciążymy, to powietrze jeszcze mniejszą zajmie objętość, i przestrzeń ta zmniejszać się będzie ciągle w stosunku wywieranego ciśnienia. To samo prawo dałoby się zastosować, gdybyśmy użyli zamiast powietrza pary przegrzanej; zwiększając jednak w tym wypadku ciśnienie, dojdziemy do punktu, w którym para osiądzie prężność odpowiednią swej temperaturze, to jest stanie się parą nasyconą i z chwilą tą prawo nasze obowiązywać przestaje. Gdy bowiem w cylindrze pod tłokiem znajduje się para nasycona, a tłok w dalszym ciągu obciążać będziemy zmniejszając przestrzeń parową do połowy np. pierwotnej objętości, w takim razie prężność pary nie wzrośnie już, natomiast jednak część pary zamieni się na wodę.

Tabela dla pary nasyconej.

Ciśnienie pary		Temperatura w stopniach Celsiusa	Objętość 1 kg. pary w m ³	Waga 1-go m ³ pary w kg.
Atmosfery 1 kg. na 1 cm ²	Słup rtęci w mm.			
0,1	7,6	46,21	14,551	0,0687
0,2	15,2	60,45	7,542	0,1326
0,3	22,8	69,49	5,139	0,1945
0,4	30,4	76,25	3,915	0,2553
0,5	38,0	81,71	3,171	0,3153
0,6	45,6	86,32	2,670	0,3744
0,7	53,2	90,32	2,309	0,4330
0,8	60,8	93,88	2,036	0,4910
0,9	68,4	97,08	1,822	0,5487
1,0	76,0	100,00	1,649	0,6059
1,1	83,6	102,68	1,508	0,6628
1,2	91,2	105,17	1,389	0,7194
1,3	98,8	107,50	1,288	0,7757
1,4	106,4	109,68	1,201	0,8317
1,5	114,0	111,74	1,126	0,8874
1,6	121,6	113,69	1,160	0,9429
1,7	129,2	115,54	1,001	0,9982
1,8	136,8	117,30	0,948	1,0533
1,9	144,4	118,99	0,901	1,1083
2,0	152	120,60	0,859	1,1631
2,5	190	127,80	0,696	1,4345
3,0	228	133,91	0,586	1,7024
3,5	266	139,24	0,507	1,9766
4,0	304	144,00	0,447	2,2303
4,5	342	148,29	0,400	2,4911
5,0	380	152,22	0,363	2,7500
5,5	418	155,85	0,331	3,0073
6,0	456	159,22	0,305	3,2632
6,5	494	162,37	0,283	3,5178
7,0	532	165,34	0,264	3,7711
7,5	570	168,15	0,247	4,0234
8,0	608	170,81	0,233	4,2745
8,5	646	173,35	0,220	4,5248
9,0	684	175,77	0,208	4,7741
9,5	722	178,08	0,198	5,0226

Ciśnienie pary		Temperatura w stopniach Celsiusa	Objętość 1 kg. pary w m ³	Waga 1-go m ³ pary w kg.
Atmosfery 1 kg. na 1 cm ²	Słup rtęci w mm.			
10,0	760	180,31	0,189	5,2704
10,5	798	182,44	0,180	5,5174
11,0	836	184,50	0,172	5,7636
11,5	874	186,49	0,165	6,0092
12,0	912	188,41	0,159	6,2543
12,5	950	190,27	0,153	6,4986
13,0	988	192,08	0,147	6,7424
13,5	1026	193,83	0,142	6,9857
14,0	1064	195,53	0,137	7,2283
15,5	1140	197,34	0,133	7,4730

Posiłkując się niniejszą tabelką Fliegnera, możemy wyliczyć z wagi pary, potrzebną ilość wody zasilającej. Gdy chcemy np. wiedzieć ile wody zasilającej potrzeba, dla otrzymania 400 m³ pary o ciśnieniu 6 atm. na godzinę, stawiamy następujący rachunek. Kocioł zostaje pod ciśnieniem 7 kg. to jest 6 kg. ciśnienia pary i 1 kg. ciśnienia powietrza. Przy prężności 7 kg. waży 1 m³ pary 3,77 kg. zatem 400 m³ waży w tych warunkach $400 \times 3,77 = 1508$ kg. Liczba ta oznacza potrzebną ilość wody zasilającej na godzinę.

§ 10. Zjawiska podczas wrzenia. Jeżeli kocioł parowy znajduje się pod ciśnieniem np. 5-ciu atmosfer, natomiast temperatura zawartej w nim wody wynosi 152,22°, a przestrzeń ponad wodą wypełniona jest parą nasyconą o tejże temperaturze. Gdy z pary tej odbieramy co chwila część jaką w celu np. poruszania maszyny parowej, to przy każdorazowym takim odbiorze, zmniejsza się na

chwile prężność pary, para pozostała staje się zatem przez chwilę nienasyconą; w następnej jednak zaraz chwili para ta znów się nasyca; świeża ilość pary napływa bowiem natychmiast z płynu. Jeżeli ilości pary odbieranej są bardzo nieznaczne w stosunku do całej ilości pary zawartej w kotle, to i czasowe zmniejszanie się prężności jest bardzo małe, a wytwarzanie wciąż świeżej pary, odbywa się tylko na powierzchni wody, gdyż niższe warstwy tejże, znajdujące się pod ciśnieniem nietylko pary, ale i pewnego słupa wody, przy jednostajnej temperaturze wywiązywać pary nie mogą. Wskutek tego woda w kotle zupełnie spokojnie się zachowuje. Inaczej przedstawia się rzecz, gdy z kotła stosunkowo niewielkiego zaczerpniemy nagle większe ilości pary.

Zmniejszenie się prężności może być wtenczas tak znaczącem, iż świeża para nietylko na powierzchni nagle się wytwarza, ale i z głębszych warstw się wydobywa, niekiedy nawet gwałtowne naraz wrzenie udziela się całej masie wody. Podnoszące się wówczas zewsząd pęcherzyki pary nadają wodzie gwałtowny ruch, zwany balwanieniem, albo pienieniem. Z jeszcze większą oczywiście potęgą występuje napływ świeżej pary, gdy nagle prężność kotłowa zupełnie ustaje. Jeżeliby np. w kotle będącym pod ciśnieniem 5-ciu atmosfer, powstał nagle duży otwór, to oczywiście prężność bardzo szybko obniży się aż do kresu, przy którym wyrówna ciśnieniu powietrza, t. j. obniży się wnet aż do 1 atmosfery. Wiemy jednak, iż przy ciśnieniu 1 atm. woda posiadać może tylko temperaturę 100° , musi się zatem oziębic ze $152,22^{\circ}$ na 100° , czyli, że każdy *kg.* wody będącej w kotle oddać

musi 52,22 ciepłostek. Ilość ta ciepła wystarcza jednak dla wytworzenia 34,6 l. pary o prężności 5-ciu atm. albo 173 l. pary o prężności 1 atm. Gdy weźmiemy pod uwagę znaczne ilości wody, znajdującej się w kotle parowym, to łatwo zrozumiemy straszne spustoszenia, wyrządzane przez wybuchy kotłów.

Przy obsłudze kotłów przede wszystkim baczycie należy, aby ściany kotła ciągle oddawały ciepło, które na zewnątrz z paleniska otrzymują. Gdy to się nie dzieje, wówczas wszystko ciepło skupiać się musi w metalowej ścianie kotła, kocioł zatem się rozżarza, a wypadek ten staje się najczęściej przyczyną wybuchu kotła. Ściany kotła tylko wtenczas mogą oddawać równomiernie ciepło napływające z paleniska, jeżeli po ich stronie wewnętrznej znajduje się woda, ciepło wtenczas pochłaniane jest przez wodę, i służy do wytworzenia pary. Stąd wynika najważniejszy przepis dla każdego dozorca kotłowego, a mianowicie: baczycie pilnie by woda w kotle zawsze znajdowała się powyżej kreski, oznaczającej na wodoskazie kotła najniższy stan wody. Kreska na wodoskazie umieszczona jest zawsze w takiej wysokości, że gdy woda będąca w kotle do tejże kreski lub ponad nią sięga, natenczas wszelkie części kotła, zostające w styczności z płomieniem, ze strony wewnętrznej są oblane wodą. Rozżarzenie ścian kotła jest z dwójakich względów bardzo niebezpieczne. Rozpalona blacha kotłowa jest znacznie mniej wytrzymała, od takiejże blachy przy niskiej temperaturze. Prócz tego blacha rozgrzana rozszerza się, tak, iż wskutek tego następują zewnętrzne zmiany w kształcie kotła, a w dalszym ciągu rysy i nieszczelności. O ileby

z jakiegokolwiek przyczyny, doszło do tego, że się kocioł gdziekolwiek częściowo już rozżarzył, to go w żadnym razie niewolno zasilać wodą; gdy bowiem woda zetknie się z rozpalonem żelazem, natenczas następuje tak nagłe wytwarzanie się pary, że powiększone skutkiem tego ciśnienie musi rozsadzić i tak już przez rozgrzanie nadwątlone ściany kotła. Wzbronionem jest zatem palaczowi dalsze zasilanie kotła, jeżeli skutek jakiegobądź wypadku, poziom wody w kotle spadł poniżej kreski wodowskazowej. W tym przypadku, należy robotę zawiesić, ogień z paleniska usunąć i następnie przekonać się, czy kocioł przez rozżarzenie nie ucierpiał. Pierwszą więc czynnością palacza jest w takich razach usunięcie ognia z paleniska. Rozżarzenie kotła jest możliwe mimo normalnego stanu wody, gdy kamień kotłowy osadzi się w grubszej warstwie, na wewnętrznej ścianie kotła. Ponieważ kamień kotłowy jest bardzo złym przewodnikiem ciepła, przeto i w tym wypadku blacha żelazna się rozpała, wskutek rozszerzania się tejże, niekiedy kamień kotłowy odpryskuje, a woda wchodzi w bezpośrednią styczność z rozpalonem żelazem. Aby uniknąć tworzenia się kamienia kotłowego, należy zasilać kotły jaknajczystsza wodą, a oprócz tego od czasu do czasu wodę ze spódów kotłów zawierającą osady odpuszczać pod ciśnieniem i kotły z kamienia starannie oczyszczać.

O wytwarzaniu ciepła.

§ II. Rozmaite mamy sposoby wytwarzania ciepła.

Uderzając po kilkakroć młotkiem kawałek ołowiu, rozgrzewamy go; przy wybijaniu monety, wychodzą sztuki gorące z pod prasy; rozgrzewamy sobie ręce trąc jedną dłoń o drugą, słowem możemy wywiązać ciepło przez uderzenie, ściskanie, tarcie i t. d. Skoro jednak, przy wszystkich tych sposobach ciepło otrzymujemy wzamian za pracę mechaniczną; jasnym więc jest, że tych sposobów do ogrzewania kotłów stosować nie można. Dalszem bowiem przeznaczeniem nagromadzonego w kotłach ciepła, jest przecieź poruszanie przyrządów, nadawanie biegu maszynom i t. p.; byłoby tedy niewątpliwie bezzasadną rzeczą ciepło wytwarzać za pomocą pracy, aby je później na pracę zamienić. Inny jest jeszcze sposób wytwarzania ciepła, i sposób ten nazywamy sposobem chemicznym. Gdzie dwa ciała tworzą ze sobą związek chemiczny, tam zawsze wywiązuje się ciepło. Gdy zmieszamy 98 *kg.* kwasu siarczanego ze 108 *kg.* wody, mieszanina rozgrzewa się bardzo znacznie, i wywiązuje się przytem 14396 ciepłostek. Sypiąc sproszkowany antymon do cylindra napelnionego chlorem, tworzy się związek chemiczny, a wywiązane przytem ciepło tak jest silne, że nowopowstały związek się zapala. Znane wszystkim rozgrzewanie się wapna podczas lasowania, jest skutkiem związku chemicznego pomiędzy wapnem a wodą. W życiu codziennem wytwarzamy ciepło wyłącznie sposobem chemicznym; poznanie przeto dokładne szczegółów, towarzyszących tego rodza-

ju przemianom, jest dla należytego zrozumienia obsługi kotłów bardzo ważnem i pożytecznem.

§ 12. Spalenie. Gdy przy związku chemicznym tyle wytwarza się ciepła, że ciała doprowadzone zostają do jasnego żarzenia, zjawisko takie w potocznej mowie nazywamy paleniem się danego ciała. Związki służące w życiu codziennem do wytwarzania ciepła przez spalenie tworzą bardzo ściśle zwartą grupę. Przeważnie w skład wszystkich tych związków wchodzi trzy chemiczne pierwiastki, a mianowicie: tlen, wodór i węgiel.

Tlen jest gazem bezbarwnym i bez zapachu. Jest on jednym z składników powietrza; powietrze bowiem zawiera w 100 l. 20,92 l. a w 100 kg. 23,58 kg. tlenu. Powietrze, prócz tlenu, oraz ciała, które w bardzo małej ilości jako przymieszki się znajdują, zawiera jeszcze azot. Azot jest również gazem bezbarwnym i bez zapachu, a nazwa jego pochodzenia greckiego, oznacza, iż żadne stworzenie w nim żyć nie może. Nieodzowny do spalania tlen gazowy czerpie technika zawsze z powietrza. Wodór jest również gazem bezbarwnym i bez zapachu, a przytem najlżejszym ze wszystkich gazów. Gdy 1 l. wodoru waży 0,09 g. to 1 l. tlenu waży 1,44 g. Wodór jest gazem palnym, to jest łączy się łatwo z tlenem, dając płomień bezbarwny, lecz bardzo gorący. Ciało powstałe przez połączenie tlenu z wodorem nazywamy wodą, a nazwa wodór pochodzi stąd, iż jest on jednym z dwu składników wody. Węgiel jest pierwiastkiem chemicznym i znamy go pod różnemi postaciami. Dyament jest czystym węglem; prawie czystym węglem jest grafit (ma-

teryał na ołówki). Bardziej zanieczyszczonym jest węgiel znany w życiu codziennem jako węgiel kamienny, węgiel brunatny, węgiel drzewny, sadza i t. d.

Wodoru nie używa się w praktyce nigdy, węgla zaś nader rzadko w stanie czystym. W naszym węglu opałowym, znajdują się obydwaj te pierwiastki w różnym stosunku ze sobą zmieszane, a wartość opałowa handlowego węgla zależną jest od zawartości wodoru i czystego węgla. 1 *kg.* wodoru potrzebuje dla zupełnego spalania 8 *kg.* tlenu. Przy tem spalaniu wywiązuje się 34600 ciepłostek. Gdyby całe to ciepło, powstające przy spaleniu 1 *kg.* wodoru dostało się bez straty do kotła, możnaby ogrzać 34600 *kg.* wody o 1° lub 346 *kg.* wody o 100°. Jak się wyżej rzekło, ciało powstające przy spaleniu wodoru jest wodą. 1 *kg.* węgla potrzebuje dla zupełnego spalania $2\frac{2}{3}$ tlenu. Przy tem spaleniu wywiązuje się 8080 ciepłostek. Ciało powstające przy spaleniu węgla, jest gazem i nazywa się dwutlenkiem węgla czyli kwasem węglanym. Węgiel przy spaleniu może się łączyć z tlenem w innym jeszcze stosunku, a mianowicie z połową pierwotnie wymienionego tlenu, tak, iż na 1 *kg.* węgla przypadnie $1\frac{1}{3}$ *kg.* tlenu. W tym razie jednak spalanie nie jest całkowite, i wywiązuje się tylko 2431 ciepłostek. Przy tem spaleniu powstaje także gaz, nazwany tlenkiem węgla. Przy spaleniu węgla tworzy się tlenek węgla wtenczas tylko, gdy dopływ tlenu, a zatem powietrza jest niedostateczny. Stąd wynika, iż palacz powinien często ruszty oczyszczać, aby ułatwić powietrzu dostęp do paleniska.

Sila opałowa wodoru i węgla przez liczne próby dokładnie oznaczoną została. Zdawaćby się więc mogło, iż wystarcza znajomość zawartości wodoru i węgla w jakimkolwiek paliwie, aby oznaczyć wartość opałową tegoż za pomocą rachunku. Zapatrywanie takie jest jednak mylne, a mylne nawet wtenczas, gdy w danem paliwie prócz węgla i wodoru żadne obce ciało się nie znajduje. I tak, znamy lotne połączenia węgla z wodorem pod nazwą gazu błotnego. W gazie tym ma się stosunek węgla do wodoru jak 3 : 1 to jest na 3 *kg.* węgla przypada 1 *kg.* wodoru. Otóż 3 *kg.* węgla powinny dać przy spaleniu $3 \times 8080 = 24240$ ciepłostek, a 1 *kg.* wodoru powinien dać 34600 ciepłostek, czyli razem 58840 ciepłostek. Tymczasem 1 *kg.* gazu błotnego daje tylko 13063, a więc 4 *kg.* $4 \times 13063 = 52252$ ciepłostek. Otrzymujemy zatem o $(58840 - 52252) = 6588$ ciepłostek mniej, paląc 4 *kg.* gazu błotnego, aniżeli byśmy otrzymali, paląc pojedynczo jego części składowe, to jest 3 *kg.* węgla i 1 *kg.* wodoru.

Powodem tego zjawiska jest okoliczność, że węgiel i wodór zawarte w gazie błotnym, przy spaleniu nie łączą się odrazu z tlenem, poprzednio bowiem musi nastąpić rozkład tego gazu, a jak przy każdym związku chemicznym wywiązuje się ciepło, tak znowu przy chemicznym rozkładzie, pewna ilość ciepła zużyta być musi. W naszym więc przykładzie daje rzeczywiście gaz błotny teoretycznie obliczoną ilość ciepłostek, że jednak część tych ciepłostek, przy rozkładzie tego gazu zużyta została, korzystamy przeto tylko z pozostałej reszty. Znacznie



niekorzystniej mają się rzeczy przy zwykłym naszym materiale opalowym. Oprócz węgla i wodoru, znajduje się w nim bowiem wiele ciał obcych, które z tlenem się nie łączą, a prócz nich także i woda. Ta ostatnia zamienioną zostaje w parę, a zamiana ta, jak wiemy, odbywa się kosztem ciepła. Nie można więc obliczyć wartości opalowej danego materiału, a tylko przez próby wartość ta da się ustalić.

Próby takie wykazały, że:

1 <i>kg.</i> antracytu daje	8110	ciepłostek
„ węgla kamiennego spiekającego się	7500	„
„ węgla kamiennego piaskowego	7760	„
„ węgla kamiennego zlepiającego się	6600	„
„ węgla brunatnego włóknistego	3600	„
„ węgla brunatnego ziemistego	4450	„
„ węgla brunatnego muszlowego	5350	„
„ koksu	6500	„
„ suchego torfu	3000	„
„ „ drzewa	2800	„
„ węgla drzewnego	8000	„

Z danych powyższych można z łatwością obliczyć ilość pary, którą otrzymujemy przez spalanie 1 *kg.* wyżej wymienionych ciał.

W § 6-ym wykazane zostało, iż potrzeba 537 ciepłostek aby zamienić 1 *kg.* wody o 100° na parę o 100°. Liczba ta cokolwiek się zmieni, gdy chcemy wytworzyć parę o ciśnieniu wyższym niż 1 atm. z drugiej znów strony i woda zasilająca do punktu wrzenia zagrzana być musi. W przecięciu przyjąć można, iż 640 ciepłostek do

kotła wprowadzić trzeba, aby 1 *kg.* wody zasilającej zamienić w parę. Z tych danych obliczyć możemy następujące wartości dla ciał poprzednio wymienionych.

Przez spalenie

1 <i>kg.</i> antracytu odparuje się	$\frac{8110}{640}$	= 12,7 <i>kg.</i> wody
„ węgla spiekającego się	$\frac{7500}{640}$	= 11,7 „ „
„ „ piaskowego	$\frac{7760}{640}$	= 12,1 „ „
„ „ zlepiającego się	$\frac{6600}{640}$	= 10,3 „ „
„ węgla brunatnego włóknistego	$\frac{3600}{640}$	= 5,6 „ „
„ „ „ ziemistego .	$\frac{4450}{640}$	= 6,9 „ „
„ „ „ muszlowego	$\frac{5350}{640}$	= 8,3 „ „
„ koksu	$\frac{6500}{640}$	= 10,1 „ „
„ suchego torfu.	$\frac{3000}{640}$	= 4,7 „ „
„ „ drzewa	$\frac{2800}{640}$	= 4,4 „ „
„ węgla drzewnego	$\frac{8000}{640}$	= 12,5 „ „

W rzeczywistości nie otrzymujemy jednak nigdy tak wysokiego odparowania, zawsze daje dany materiał w praktyce mniej pary, aniżeli z obliczenia wypada. Braki te łatwo sobie wytłomaczyć. Cała ilość wytworzonego ciepła nie daje się nigdy w samym kotle wyzyskać.

Nietylko tracimy znaczną ilość ciepła przez promieniowanie obmurowania kotła, samych ścian kotła i uzbrojenia, ale główne straty ponosimy, przez uchodzenie gorących produktów spalania, pod postacią dymu i gazów kominowych. Gazy te muszą uchodzić w stanie gorącym do kominu, aby wytworzyć odpowiedni ciąg powietrza w palenisku. Gazy uchodzące do kanału dymowego, mają jeszcze najczęściej temperaturę około 250°. Prawdziwą przeto wartość materiału opałowego, to jest rzeczywistą ilość pary otrzymaną przez całkowite spalanie jednego *kg.*, oznaczyć można tylko za pomocą doświadczeń. Podczas wystawy przemysłowej w Düsseldorfie w r. 1880, przedsięwzięła komisya rzeczoznawców rozległe w tym kierunku próby, których wyniki zamieszczone są w poniższej tabelce.

Nazwa Kopalni	1 <i>kg.</i> węgla wytworzył pary	Para miała		Woda zasila- jąca miała temperaturę	Podług tego wynosiło całe ciepło użytko- we wyrażone w ciepłotkach
		tempera- turę	Prężność bezwzględ.		
Rhein-Elbe	8,10	154 ^o ,8	6,131	18,46	5155
Bonifacius	9,02	155 ^o ,6	6,038	18,13	5742
Kohlscheid	10,35	154 ^o ,06	6,026	17,50	6569
Königsgrube	8,04	154 ^o ,03	6,029	17,00	5127
Zollverein	9,24	154 ^o ,00	6,030	16,50	5833
Holland	8,53	154 ^o ,90	6,031	16,80	5441
Pluto	8,82	155 ^o ,00	6,037	16,50	5629
Germania	9,73	155 ^o ,00	6,042	16,00	6215

Równocześnie zbadano także skład chemiczny tychże węgla.

Skład chemiczny węgla.

Nazwa kopalni	Węgiel zawierał w odsetkach						Wartość opalowa teoretyczna na wyrażona w ciepłotkach
	Wody	Węgla	Wodoru	Tlenu i azotu	Siarki	Popiołu	
Rhein-Elbe . . .	1,52	81,38	5,03	4,38	2,08	5,61	8136
Bonifacius . . .	1,79	80,88	5,51	4,53	1,37	5,92	8255
Kohlscheid . . .	2,20	87,86	5,21	0,95	0,74	4,04	8870
Königsgrube . .	5,27	72,21	4,83	8,91	1,38	7,40	7132
Zollverein . . .	4,08	76,92	4,69	6,51	1,54	6,26	7567
Holland	1,97	81,61	4,56	7,11	1,25	3,50	7876
Pluto	1,52	83,84	4,78	6,63	1,15	2,98	8152
Germania	1,52	80,83	4,42	5,90	1,12	6,21	7816

Jako dopełnienie umieszczam tu skład i wartość opalową węgla z kilku kopalni krajowych. Liczne próby węglem krajowym, wykonane staraniem zarządu drogi żelaznej Warsz.-Wiedeńskiej dały wyniki następujące:

Nazwa kopalni	1 kg. węgla zawierał w gramach						Siła odparowania 1 kg. węgla	
	węgla	wodorn	tlenu i azotu	siarki	wody hy-dro-sko-pijnej	popiołu	ciepło-stek	wody od-parowa-nej kg.
Milowice	700	43	137	11	65	44	6310	9,90
Rudolf	687	43	141	15	59	55	6160	9,67
Kazimierz	666	41	138	14	77	64	5969	9,37
Feliks I.	676	40	117	8	120	39	5927	9,30
Feliks II.	663	41	135	12	66	83	5956	9,35
Jan	678	43	124	11	119	25	6155	9,66
Renard	653	43	137	17	85	65	5899	9,26
Mikołaj	625	45	138	21	85	86	5739	9,01
Flora	656	45	143	16	68	72	5896	9,26
Saturn	698	46	134	9	67	46	6389	10,03
Mortimer	634	41	137	12	80	96	5688	8,93
Laura (Szląsk)	774	47	117	17	29	26	7141	11,21

Podręcznik dla palaczy kotłowych.

Przy cyfrach powyższych przypuszcza się, iż węgiel całkowicie spalonym został. Niecałkowite spalanie cechuje się tem, że do komina uchodzą gazy palne jeszcze; zachodzi ono naprzykład gdy węgiel spala się na palny tlenek węgla, zamiast na ostateczny produkt spalania, t. j. na kwas węglowy. Wiadomo, że całkowite spalanie tylko wtenczas nastąpić może, gdy do paleniska wprowadzimy dostateczną ilość tlenu. Wykazaliśmy poprzednio, że dla całkowitego spalania 1 *kg.* węgla, potrzeba $2\frac{2}{3}$ *kg.* tlenu, a dla całkowitego spalania 1-go *kg.* wodoru potrzeba 8 *kg.* tlenu. Gdybyśmy rozporządzali czystym tlenem, ilości te wystarczyłyby; tlen w powietrzu jest jednak zmieszany, z blisko czterokrotną ilością azotu, który przy paleniu całkowitem jest nieużyteczny, wskutek tego trzeba by wprowadzać tam gdzie wystarcza jeden *l.* tlenu, 5 *l.* powietrza. W rzeczywistości jest i ta ilość powietrza niedostateczną. Ciała palące się, nie potrafią w zetknięciu z powietrzem zabrać mu wszystkiego tlenu, musimy zatem znacznie większe ilości powietrza wprowadzić pod ruszty. Próby w tym kierunku wykonane, dały następujące wyniki:

1 <i>kg.</i> materiału opalowego potrzebuje dla zupełnego spalania	<i>Kg.</i> powietrza	
	podług obrachunku teoretycznego	w rzeczywistości (na zasadzie doświadczeń)
Węgiel kamienny	10,9	21
Koks	9,9	18
Węgiel brunatny	7,0	13
Torf	5,4	10
Drzewo	4,75	9

Możemy zatem przyjąć, iż dla zupełnego spalania na ruszcie, wymagana jest prawie podwójna ilość powietrza wykazanego rachunkiem teoretycznym.

Z powyższego wynika, iż do korzystnego wyzyskania opalu przyczynia się przeważnie umiejętne regulowanie dopływu powietrza. Utrzymywanie zaś należyte dopływu powietrza zależnem jest wprawdzie najwięcej od prawidłowego urządzenia kotłowni, lecz w wysokim także zawisło od stopnia zachowania się i uwagi palacza. Komin wciąga ciągle świeże powietrze pod ruszty, gdyż napełniany jest gorącymi produktami spalania t. j. gazami, które lżejszemi są od powietrza zewnętrznego. Jeżeli komin ma 30 *m.* wysokości i 1 *m*² w świetle, a powietrze zewnętrzne temperaturę 15⁰, powietrze zaś w kominie temperaturę 200⁰, to ponieważ 1 *m*³ powietrza o 15⁰ waży 1,293 *kg.* a 1 *m*³ powietrza o 200⁰ waży tylko 0,744 *kg.* czyli 0,549 *kg.* mniej, to 30 *m*³ powietrza zawartego w kominie waży 30 × 0,549 czyli o 16,47 *kg.* mniej od 30 *m*³ powietrza zewnętrznego. Wskutek tego powietrze wznosić się będzie w kominie pod ciśnieniem 16,47 *kg.* na przecięciu 1 *m*² i z tą samą siłą t. j. pod tem samem ciśnieniem świeże powietrze napływać będzie przez ruszt.

Palacz w tym względzie dwu prawideł przestrzegać powinien: popierwsze: aby odpowiednia ciągowi komina ilość powietrza przez ruszty przechodziła; a powtóre, aby przez ruszty przechodzące powietrze, zostało o ile możności wyzyskanem t. j. odtlenionem. Aby cel pierwszy mógł być osiągnięty, ruszty winny być często oczyszczane z zatykających je żużli i popiołu; dla osiągnięcia zaś celu

drugiego, dbający o należyte wyzyskanie przepływu powietrza, palacz uważać powinien, aby paliwo całą powierzchnię rusztów pokrywało, nie zalegając jednakże w zbyt grubych warstwach. Jeżeli powietrze przechodzące przez ruszty nie zetknie się z opalem, to naturalnie nie może z nim się związać chemicznie, przechodzi przeto daremnie, a na domiar złego unosi z paleniska ciepło do komina. To samo następuje przy otwieraniu drzwiczek kotłowych; nagle napływające powietrze ogrzewa się kosztem opału, oziębia przez to kocioł, i bez żadnej korzyści do komina uchodzi. Takie nagle oziębienie kotła tę ma jeszcze złą stronę, iż wskutek kurczenia się rozgrzanej blachy kotłowej, kocioł w miejscach znitowanych łatwo staje się nieszczelnym. Przy nakładaniu paliwa na ruszty lub ich oczyszczaniu, palacz powinien działać szybko, zamknawszy poprzednio zasuwę kanału dymowego. Jeżeli paliwo na rusztach zalega w zbyt grubej warstwie, to w dolnej warstwie zachodzi wprawdzie całkowite spalanie, wytworzone jednak produkty spalania przechodząc dalej przez wyższe warstwy zostają znów częściowo od-tlenione t. j. część zabranego z powietrza tlenu oddają warstwom dalszym, tak, że w rezultacie odchodzą do komina zamiast związków zupełnie spalonych gazy palne. Siła ciągu w kominie, jak to wyżej wyliczyliśmy zależy od jego objętości t. j. zawartości powietrza, oraz od ciepłoty tegoż powietrza. Im wyższym i obszerniejszym jest komin, tem lepiej ciągnie. Nie byłoby korzystnem, gdybyśmy chcieli ciąg komina podwyższyć, wprowadzając do niego o ile możności gorące gazy, gdyż uchodzące w ten sposób kominem ciepło byłoby dla kotłów straco-

nem. Natomiast należy się starać, aby znajdujące się w kominie gazy nie wystygły. Komin mурowany korzystniejszym jest od żelaznego, gdyż ten ostatni traci dużo ciepła przez promieniowanie. Najlepszy kształt komina jest okrągły, gdyż ciało okrągłe najmniejszą ma powierzchnię, najmniej przeto promieniowaniu podlega; prócz tego komin okrągły, posiadając małą powierzchnię, łatwiej opiera się silnym wiatrom. Wysokość i przecięcie komina powinny być zastosowane do kotłowni. Przy 16 m. wysokości i opalaniu węglem, przecięcie komina u podstawy wynosić powinno $\frac{1}{3}$, przy 25 m. $\frac{1}{4}$ przy 35 m. $\frac{1}{5}$ powierzchni rusztów. Dla węgla brunatnego wystarcza $\frac{3}{4}$ powyższych rozmiarów.

Zwężenie komina ku górze, odpowiada zmniejszaniu się objętości gazów kominowych w miarę ich stygnięcia, zwężenie to aczkolwiek nie wywiera wielkiego wpływu na ciąg, wpływa dodatnio na wytrzymałość komina.

§ 13. Własności opału. Wartość danego paliwa zależy od zawartości węgla i tak zwanego wolnego lub użytkowego wodoru. Wodorem wolnym albo użytkowym nazywamy tę ilość wodoru, która nie jest połączoną z tlenem. Ilekroć wodór występuje w związku z tlenem, należy go zawsze uważać jako już spalony i nie mający żadnej wartości pod względem opałowym. Wszelkie zatem domieszki, nie zawierające ani węgla, ani wolnego wodoru obniżają wartość opałową danego materiału. Z tych ciał obcych dwa tu tylko zasługują na uwagę, mianowicie: ciała mineralne i woda. Pierwsze jako niepalne tworzą popiół, woda zaś wskutek ciepła wytworzonego

przy paleniu, zamienioną zostaje na parę, ta zaś uchodzi kominem. Obydwie te przymieszki są przyczyną straty ciepła. Popiół żarzący się spada przez ruszty, ciepło jego jest więc dla kotła stracone. Jeszcze gorzej jest z wodą: Każdy *kg.* wody potrzebuje na wyparowanie 640 ciepłostek, które są bezpowrotnie stracone. Wszelki zatem opał, zawierający dużo wody, małą ma stosunkowo wartość opałową. Woda w opale znajduje się w połączeniu mechanicznem, lub też chemicznem. W pierwszym wypadku nazywamy to wilgocią, którą przez suszenie całkowicie, lub częściowo usunąć możemy. Wody związanej chemicznie nie możemy zgola dostrzedz ani też pozbyć się jej przez suszenie. Znając skład chemiczny danego paliwa można oznaczyć w przybliżeniu teoretyczną, nigdy jednak rzeczywistą jego wartość opałową. Wartość rzeczywista paliwa jest zawsze znacznie niższą od wartości odpowiadającej składowi chemicznemu. Wynika to stąd, że węgiel i wodór nie znajdują się w paliwie w stanie wolnym lecz w związkach, związki te najpierw rozłożone być muszą, a stanowiące je pierwiastki dopiero potem spalonymi zostają. Że jednak na dokonanie rozkładu chemicznego potrzeba rozebrać ciepło, przeto właściwą korzyść osiągamy tylko z tej ilości ciepła, która się została po odliczeniu ciepła, spotrzebowanego na rozkładu chemiczne. Z pomiędzy różnych gatunków paliwa na szczególne uwzględnienie zasługują:

I. Drzewo. Drzewo składa się ze zgrubiałych komórek roślinnych, a częściami składowymi jego są przeważnie właściwa tkanka czyli włókno drzewne, sok i części mineralne. Części mineralne pozostają po spaleniu

drzewa jako popiół i wynoszą rzadko kiedy więcej jak 1% suchego drzewa. Sok składa się po większej części z wody, której zawartość w świeżo ściętym drzewie waha się pomiędzy 18 a 45%. Część tej wody usunąć można przez suszenie na powietrzu, pozostaje jednak zawsze 10—12% wilgoci. Włókno drzewne zawiera 40% węgla i 60% chemicznie związanej wody. Stosunkowo duża ilość wody chemicznie związanej sprawia, iż drzewo niską ma wartość opałową, wynosi ona bowiem tylko 2800 ciepłostek. Ponieważ w różnych gatunkach drzewa, także i stopień wilgoci różnym bywa, przeto każdy gatunek drzewa inną ma wartość opałową. Różnice zachodzące tu, nie są wszakże zbyt wielkie, próby odparowania, przedsięwzięte z różnymi gatunkami drzewa wykazały, iż 1 *kg.* suchego drzewa może przeciętnie z małemi odskokami odparować 4,5 *kg.* wody. Drzewo ogrzewane bez dostępu powietrza, traci wiele części składowych ulatujących pod postacią gazów, pozostaje zaś czysty węgiel wraz z częściami niepalnymi czyli z popiołów: Ponieważ ilości popiołu bardzo są małe, pozostaje przeto prawie czysty węgiel. To też wartość opałowa węgla drzewnego bardzo jest wysoką, wynosi bowiem na każdy *kg.* 8000 ciepłostek, podczas gdy chemicznie czysty węgiel wydaje teoretycznie 8080 ciepłostek.

2. Torf. Torfowiska utworzyły się w bagnistych miejscowościach, lub w płytkich jeziorach, w których wielkie ilości roślin wodnych, albo bagnistych, bez dostępu powietrza uległy zbutwieniu.

Przytem w pokładach tych pozostaje zazwyczaj dużo ziemi, piasku i t. p. Okoliczność ta tłumaczy nam

wysoką zawartość popiołu w torfie, dochodzącą do 30%. Wygląd torfu zależy od stopnia rozkładu, w jakim tworzące go rośliny się znajdują. Świeżo kopany torf, wykazuje znaczną zawartość wody, którą przez osuszenie częściowo usunąć można; co najmniej jednak 25% wody w przesuszonym torfie zawsze jeszcze pozostaje.

3. Węgiel brunatny. Węgiel brunatny także jest produktem rozkładu roślin a właściwie drzew, znacznie jest jednak starszym od torfu i w innych powstał warunkach. W stanie świeżym zawiera węgiel brunatny około 50%, wysuszony około 20% wody. W niektórych gatunkach tego węgla, dokładnie rozpoznać można ślady drzewa, z którego powstał.

4. Węgiel kamienny. Węgiel kamienny stanowi główny nasz materiał opałowy. Pomiędzy węglem brunatnym a kamiennym, ściślej granicy oznaczyć nie można. Ogólną nazwą „węgiel kamienny,“ oznaczamy najstarsze pokłady zwęglonych roślin, które pod względem budowy składu i wieku bardzo się pomiędzy sobą różnią. Wszystkie gatunki węgla kamiennego, odznaczają się wysoką zawartością węgla. Począwszy od 75% zawartość ta dochodzi w węglach bardzo starych, jako to antracytach, do 95%, podczas gdy w węglu brunatnym rzadko zawartość węgla 70% osiąga. Podług różnych własności węgiel kamienny dzielimy na rozmaite gatunki. Według zachowania się w ogniu rozróżniamy węgiel zlewający się, spiekający się i t. d. W praktyce jednak najważniejszą jest rzeczą rodzaj płomienia, otrzymany z danego gatunku węgla. Pod tym względem rozróżniamy węgiel o długim, średnim i krótkim płomieniu. Węgiel tem

dłuższy daje płomień im więcej zawiera wolnego wodoru, płomień bowiem powstaje wtenczas tylko, gdy z mocno ogrzanego opalu wywiązują się gazy palne. Węgiel sam nawet w najwyższej, możliwej ciepłocie, nie ulatnia się, nie może przeto wytwarzać palnych gazów, gdy jednak znajduje się przytem i wodór, to ten przy wyższej temperaturze tworzy wraz z węglem związki lotne, które przy spaleniu wytwarzają płomień. Wodór przeto pobudza czy pociąga niejako węgiel do ulatniania się. Chudy węgiel zawiera mało, tłusty zaś dużo użytkowego wodoru, dlatego też pierwszy pali się krótkim, drugi zaś długim płomieniem. Im więcej gazów i im prędzej się one z węgla wywiązują, tem więcej potrzeba w danym czasie powietrza, aby je spalić. W niektórych nawet razach, mając do czynienia z bardzo tłustym węglem, nie jesteśmy w stanie dostatecznej ilości powietrza pod ruszty wprowadzić aby wszystkie gazy całkowicie spalić. Przy wynikającym stąd nie całkowitem spaleniu powstałe gazy rozkładają się częściowo, węgiel zaś wydziela się pod postacią sadzy. Ztąd także pochodzi, że przy spaleniu dają chude węgle mało, tłuste zaś dużo dymu. Wydzielanie sadzy powoduje zawsze straty, gdyż sadze składają się prawie wyłącznie z węgla, który przy spaleniu wydaćby mógł około 8000 ciepłostek. Straty, które ponosimy w dymie i sadzy, sprawiają, iż wartość opałowa węgla tłustego zazwyczaj mniejszą jest od wartości węgla chudego, choć na zasadzie składu chemicznego tych dwu rodzajów węgla, odwrotnego wypadku oczekiwaćby należało.

Rozróżnić winniśmy wartość opalową, od siły opalowej. Przez wartość opalową rozumiemy ogólną ilość ciepła, otrzymaną ze spalenia danej ilości opału, niezależnie od czasu potrzebnego na jej spalenie; jako siłę opalową natomiast pojmujemy ilość ciepła, otrzymaną przez spalenie tejże samej ilości opału, w danej jednostce czasu. Siła więc opalowa zależy w znacznej części od szybkości spalenia. Tłusty węgiel szybciej się spala od chudego, posiada więc większą siłę opalową. Palacz, paląc tłustym węglem, może w krótszym czasie, wytworzyć parę, aniżeli paląc węgiel chudy, ale *kg.* wytwarzanej pary kosztować będzie przy użyciu węgla tłustego, drożej aniżeli przy użyciu chudego.

Wiele gatunków węgla, szczególnie tłustego, zawiera duże ilości pirytu albo iskrzyku czyli siarku żelaza, występującego pod postacią plamek, lub żyłek koloru złota lub mosiądzu.

Siarek żelaza składa się ze 46,6% żelaza i 53,4% siarki. Przy spaleniu ulatnia się połowa siarki, tworząc kwas siarkawy. Większa część gazu tego uchodzi kominem, część jednak pochłoniętą zostaje przez sadzę, a wtedy pod działaniem wody i tlenu przeobraża się na kwas siarczany. Obecność tego kwasu może spowodować nagryzanie ścian kotła, dlatego też węgiel bardzo bogaty w siarek żelaza, nie jest odpowiednim na opał dla kotłów parowych.

Rozpowszechnionym jest zwyczaj zlewania wodą węgla przed spalaniem, w mniemaniu, iż przez to wartość ich opalowa się zwiększa; jest to jednak zapatrywanie całkiem błędne. Woda, jako taka, palić się nie może;

nie może przeto i ciepła dostarczać, część tej wody rozkłada się wprawdzie, w zetknięciu z płonącym węglem, na tlen i wodór, a ten ostatni się spala, ilość jednak ciepła potrzebna dla tego rozkładu, równa się zupełnie tej ilości ciepła, którą wyda następnie spalający się wodór, tak, iż żadnej korzyści przez to nie osiągamy. Dodatek wody przynosi natomiast straty, gdyż woda ta w palenisku odparowaną zostaje, a każdy *kg.* wody potrzebuje dla odparowania 640 ciepłostek. W jednym atoli wypadku polewanie wodą zalecić można, a mianowicie gdy przy silnym ciągu kominowym, posługujemy się miałem węglowym. Gdy miału używamy w stanie suchym, natenczas powietrze, przechodząc przez ruszty, część niespalonego miału do kanałów wciągnąć może. Każdy *kg.* miału odpowiada 7000—8000 ciepłostkom, tu więc korzystniej ponieść mniejszą stratę, przez umiarkowane zlewianie wodą.

Zawartość popiołu w węglu kamiennym bardzo jest rozmaita. Najlepsze węgle zawierają najmniej 4% popiołu, w średnim lub w złym węglu, zawartość ta może dojść do 30%. Węgiel zawierający 10% popiołu uchodzi jeszcze za dobry. Prócz tego węgiel zawiera zawsze pewną ilość wody chemicznie związanej; zawartość takiej chemicznie związanej wody w węglu bywa rozmaita i waha się pomiędzy 2% a 20%.

5. Koks. Wystawiając węgiel, a w szczególności tłusty węgiel, w zamkniętych naczyniach, a więc bez dostępu powietrza, na działanie wysokiej bardzo temperatury, wyzwalamy zeń dużą ilość gazów, stanowiących miesz-

nię, znaną pod nazwą gazu oświetlającego; w naczyniu pozostaje wyprażony węgiel czyli koks, w którym prócz czystego węgla zawarte są jeszcze popioły. Koks zawiera w stanie suchym 97% węgla; pospolicie jednak używany koks zawiera 2,5% — 6% wody.

6. Gaz z generatorów i gaz wodny. Obydwa te rodzaje opału gazowego, stosowanego wielokrotnie w różnych gatunkach przemysłu, zaczynają być używanymi w najnowszych czasach i do opalania kotłów parowych. Opalanie gazem z generatorów polega na tem, iż węgiel lub koks spalonym zostaje przy niedostatecznym dopływie powietrza w odpowiednio zbudowanym piecu czyli generatorze.

Powstają przytem palne gazy, które rurami lub kanałami odprowadzonymi zostają do miejsca zużycia ciepła i tam dopiero zostają spalone. Opalanie gazem wodnym w podobny odbywa się sposób. W osobnym piecu koks w przystępie prądu powietrza, rozżarzonym zostaje do białości a następnie wystawionym na prąd pary wodnej. Para, w zetknięciu z rozżarzonym koksem, rozkłada się na wodór i tlen, a ten ostatni z żarzącym się węglem kokсовым daje tlenek węgla; obydwaj te gazy t. j. wolny wodór i tlenek węgla zostają na miejsce przeznaczenia doprowadzone i tam spalone. Gaz z generatorów i gaz wodny posiadają ogromną siłę opalową, główna wszakże korzyść użycia ich, polega na całkowitem wyzyskaniu opału.

Przewodniki ciepła i znaczenie ich przy opalaniu kotłów.

§ 14. Ogrzewając sztabę metalową w jednym końcu, zauważymy, że po pewnym czasie i drugi koniec tak się rozgrzeje, iż nie będzie go można w rękę utrzymać. Wszystkie bez wyjątku ciała są przewodnikami ciepła, różnią się jednak znacznie od siebie pod względem szybkości z jaką ciepło przeprowadzają. Odróżniamy w skutek tego dobre i złe przewodniki. Wszystkie kruszce są dobrymi przewodnikami, nie wszystkie jednak w jednakowym stopniu. Do celów praktycznych nie wystarcza zaliczenie danego ciała do dobrych, lub złych przewodników; należy koniecznie mieć dokładniejsze pojęcie o ich zdolności rozprowadzenia ciepła; trzeba zdolność tę w różnych ciałach, różnemi wyrazić cyframi, tak, aby wartość tych cyfr była porównawczo zasadną. Zrobić to można, ustanawiając przewodnictwo jednego jakiegokolwiek ciała jako jednostkę, a w stosunku do tej jednostki, da się wtedy określić przewodnictwo innych ciał, o które w danym razie chodzi. Przyjmując np. srebro jako jednostkę przewodnictwa, mówimy, iż przewodnictwo miedzi wynosi 73% a żelaza 8,75% i t. d. Sposób ten ma jednak tę niedogodność, iż nie wiemy jak wielkiem jest przewodnictwo srebra, stosujemy więc niejako miarę, której właściwie nie znamy. Lepszą jest inna metoda oznaczania przewodnictwa. Wyobraźmy sobie pudło w kształcie sześcianu, którego pięć ścian mogą być z jakiegokolwiek materiału np. z drzewa, szósta zaś ściana z materiału, którego przewodnictwo oznaczyć pragniemy. Jeżeli da-

lej w pudle tem wytworzymy pewną daną temperaturę, wyższą od zewnętrznej, to jasną jest rzeczą, że część tego ciepła na zewnątrz wydobywać się będzie, a płyta tworząca ścianę o tyle więcej lub mniej ciepła przepuści, o ile lepszym lub gorszym będzie przewodnikiem. Gdy więc wykonamy z ciał, których przewodnictwo oznaczyć chcemy, płyty równej grubości, a następnie zmierzmy przepuszczoną ilość ciepła, natenczas łatwy będziemy mieli sposób oznaczenia liczbami przewodnictwo danego ciała. Poniższa tablica daje pogląd na przewodnictwo niektórych bardziej znanych ciał. Pomieszczone liczby wyrażają, ile ciepłostek przejdzie w jednej sekundzie przez płytę mającą $1m^2$ powierzchni i $1mm$. grubości, jeżeli różnica temperatury po obu stronach płyty wynosi 1° .

Dobre przewodniki		Złe przewodniki	
Nazwa ciała	przez $1m^2$ powierzchni grubej na $1mm$. przechodzi w jednej sekundzie ciepłostek.	Nazwa ciała	przez $1m^2$ powierzchni grubej na $1mm$. przechodzi w jednej sekundzie ciepłostek.
Srebro	110	Marmur	0,17
Miedź	88	Kamień kotłowy	0,16
Magnez	38	Woda	0,16
Glin	36	Lupek	0,08
Cynk	31	Korek	0,07
Mosiądz	25	Szkło	0,04
Kadm	22	Węgiel	0,04
Żelazo kute.	18	Drzewo wzdłuż	
Stal	14	włókna	0,03
Cyna	14	Cement	0,02
Ołów	8	Trociny	0,01
Nowe srebro	8	Krzemionka . . .	0,01
Bismut	1,8	Drzewo w poprzek włókna.	0,009
Rtęć	1,7	Powietrze	0,005
		Bawelna	0,004

W powyższej tablicy zasługuje przede wszystkim na uwagę przewodnictwo żelaza, kamienia kotłowego, krzemionki; pokazuje się bowiem, że przewodnictwo żelaza jest stosunkowo bardzo wysokie, i że wskutek tego ściany kotłów oraz rury parowe mogą oddawać czyli niejako wyziewać wielkie ilości ciepła nazewnątrz, jeśli dla zapobieżenia tym stratom nie osłonimy ich nazewnątrz złemi przewodnikami ciepła. W ostatnich czasach przeważnie krzemionka używaną bywa jako zabezpieczenie przeciw promieniowaniu, a tablica nasza wykazuje wysokość w tym względzie wartość krzemionki. Złe przewodnictwo kamienia kotłowego staje się nieraz powodem wybuchu kotłów, gdy bowiem grubsza warstwa kamienia tego na ścianach kotła się osadzi; natenczas ściany nie mogąc oddać wodzie otrzymanego ciepła rozpalają się, a wtedy mięknią i naporu pary nie wytrzymują, co prowadzi do uszkodzeń i do wybuchów.

Woda zasilająca.

§ 15. Jakość wody zasilającej nader jest przy obsłudze kotłów parowych, rzeczą szczególniej wagi. Woda rozpowszechnioną jest w przyrodzie najobficiej, jest też najpospolitszym środkiem rozpuszczającym. Skutkiem tego właśnie woda czysta t. j. wolna od rozpuszczonych ciał obcych, jest w przyrodzie rzadką, a ściślej nawet mówiąc, woda taka nie istnieje. Wielkie zbiorniki wody, przede wszystkim więc morza, wyswabadzają znaczne ilości pary wodnej drogą ciągłego acz powolnego parowania. Powstająca stąd para wzbija się w po-

wietrze, a tam, przy niższej ciepłocie skrapla się, tworząc chmury; następnie zaś pod postacią deszczu, gradu, śniegu i t. d. napowrót opada na ziemię. Opadająca z chmur woda przebiega przez znaczne warstwy powietrza, z których wchłania niektóre części składowe jako to: dwutlenek węgla czyli kwas węglany, tlen i t. d. prócz tego zabiera także kurz, znajdujący się w niższych warstwach powietrza. Wszystkie te domieszki, nie mają jednak żadnego znaczenia dla wody, mającej służyć do zasilania kotłów, tak, że pod tym względem wodę deszczową technicznie jako wodę czystą uważać należy. Inna rzecz gdy kotły zasilać trzeba wodą, która przepływając przez grubsze warstwy ziemne, napotkała tam rozpuszczalne ciała stałe. Woda taka bywa nieraz zupełnie nasyconą obcemi ciałami, a że przy parowaniu sama woda tylko się ulatnia, ciała zaś stałe pozostają w kotle, przeto z czasem znaczne ilości tych obcych ciał w kotle się nagromadzają. Często tworzą one twardą skorupę, pokrywającą ściany kotła, i ten to właśnie osad zbity zowiemy kamieniem kotłowym. Jest on dla kotłów niebezpiecznym, głównie wskutek słabego przewodnictwa ciepła, jak to już wyżej zaznaczyliśmy. Tam gdzie trudno o czystą wodę, zapobiegać przynajmniej należy osadzaniu się kamienia kotłowego pod formą grubej i zbitej, ścisłej skorupy. Osad, wytwarzający kamień kotłowy, składa się przeważnie z węglanu i siarczanu wapna, oraz z węglanu magnezyi. Wodę obfitującą w związki wapna i magnezyi, zowiemy twardą; odwrotnie, mało tych soli mająca woda zowie się mięką. Stopniem twardości wody zowiemy większą lub mniejszą zawartość wapna (lub

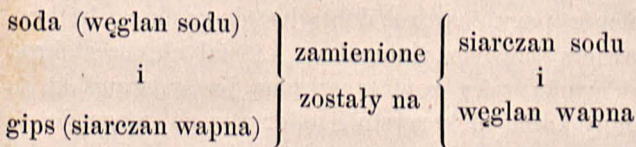
równoznaczej ilości magnezyi) w 100000 częściach wody. Woda ma 1^o twardości, gdy w 100000 g. = 100 l. zawiera 1 g. wapna. Że zaś 1 g. wapna odpowiada pod względem wpływu chemicznego 0,7 g. magnezyi, a zatem woda ma także 1^o twardości, gdy zawiera w 100 l. lub 0,7 g. magnezyi. Obojętną jest rzeczą, czy wapno to lub magnezja, znajdują się w połączeniu z kwasem węglanym lub siarczanym. Przez gotowanie wody można pozbawić ją węglanów wapna i magnezyi, a przez to zmniejszyć stopień twardości. Twardość, jaką woda po przegotowaniu jeszcze zachowuje, zależną jest od zawartości siarczanu wapna czyli gipsu, i zowie się twardością stałą; podczas gdy twardość wody spowodowana zawartością węglanów i siarczanów wapna i magnezyi, nazywa się twardością całkowitą, lub zmienną. Węglan wapna i węglan magnezyi są ciałami w wodzie czystej nierozpuszczalnemi; zasadnie przeto możnaby przypuszczać, iż w zwykłych wodach źródłanych i innych w przyrodzie się nie znajdują. A jednak rzecz się ma przeciwnie. Większa część powierzchni łądu na ziemi porasta obfitą wciąż roślinnością; ginące rośliny i obumierające ich części gniją, a skutkiem tego rozkładu szczątków roślinnych wytwarza się na powierzchni ziemi warstwa urodzajna czyli próchnicowa, w której odbywa się dalszy jeszcze rozkład, ostateczne zgorzenie czyli zbutwienie pozostałości roślinnych; głównym wytworem wszystkich tych powolnych rozkładów jest dwutlenek węgla czyli kwas węglany. Woda, przesączając się z powierzchni do wnętrza ziemi, zostaje na tej swojej drodze prawie zawsze nasyconą kwasem węglanym, w takiej zaś

wodzie nader łatwo rozpuszczają się tak węglan wapna jak i węglan magnezyi. Ztąd więc wszelkie wody źródlane i studzienne pochodzące z pokładów ziemnych utworzonych przez węglany wapna i magnezyi, zawierają związki te w roztworze. Gotując próbkę takiej wody w naczyniu szklannem, zauważymy, iż woda po niedługim czasie mętnieje; przegotowanej wodzie dajmy się odstać, a spostrzemy opadający na dno osad biały; są to wydzielone z wody węglany wapna i magnezyi. Zjawisko to łatwo sobie wytłómaczyć można. Przez gotowanie woda została pozbawioną wszelkich rozpuszczonych w niej gazów, a więc i kwasu węglanego. Ponieważ węglany wapna i magnezyi nierozpuszczalne są w wodzie pozbawionej tego gazu (dwutlenku węgla) przeto z wody gotowanej muszą się wydzielić.

Wydzielenie się osadu następuje nadzwyczaj szybko, tak, iż bujnie powstający osad nie ma czasu skupić się i utworzyć na ścianach naczynia skorupy. Tak więc woda kotłowa zawierająca tylko węglany wapienne i magnezyowe nie daje kamienia kotłowego, lecz szybko w całej swej masie mętniejąc, wydziela luźno na dno opadający muł czyli szlam kotłowy.

Inaczej przedstawia się rzecz, gdy woda zasilająca zawiera siarczan wapna czyli gips. Gips jest trudno rozpuszczalny w wodzie, jednakże 1 l. wody rozpuścić może 2,72 g. gipsu. Przy parowaniu takiej wody zawartość w niej gipsu wzrasta, aż wreszcie staje się większą, niżeli ta, jaką woda rozpuścić zdoła; gips wtedy, stopniowo, zaczyna się z wody wydzielać. Wszystkie ciała wydzielające się powoli z roztworów osadzają się najłatwiej na

ciałach stałych, znajdujących się w zetknięciu z roztworem; w kotłach więc osad ten ścina się przeważnie na ścianach kotła i rurach płomiennych. Ponieważ wydzielanie i osadzanie odbywa się tu powoli, osad ma czas przylgnąć silnie do ścian, przez coraz grubsze narastanie takiego osadu tworzy się kamień kotłowy. Posiadamy jednak środek, aby i od kamienia kotłowego się uchronić a środkiem tym jest soda. Soda jest związkami kwasu węglanego z tlenkiem sodu, gips zaś jest związkami kwasu siarczanego z wapnem. Gdy do wody, gips zawierającej, dodamy trochę sody, to płyn przy gotowaniu także stanie się mętnym, a powstały osad okaże się węglanem wapna. Nastąpiła więc tutaj wymiana chemiczna:



soda gryząca, będąc w połączeniu z kwasem węglanym, przeszła do kwasu siarczanego; naodwrot zaś, wapno z gipsu, związane z kwasem siarczanym, weszło w nowy związek — nierozpuszczalny — z kwasem węglanym.

Siarczan sodu jest ciałem łatwo rozpuszczalnem, pozostaje przeto w roztworze, węglan wapna natomiast opada, tworząc jednak jak się wyżej nadmienilo, szlam, a nie kamień kotłowy. Tylko dokładna analiza wody wskazać może, ile sody w danym razie do wody zasilającej dodawać należy; zależy to oczywiście od ilości stopni twardości stałej. Gdy twardość stała wiadomą jest nadzorującemu kotły parowe, może on łatwo potrzebną ilość

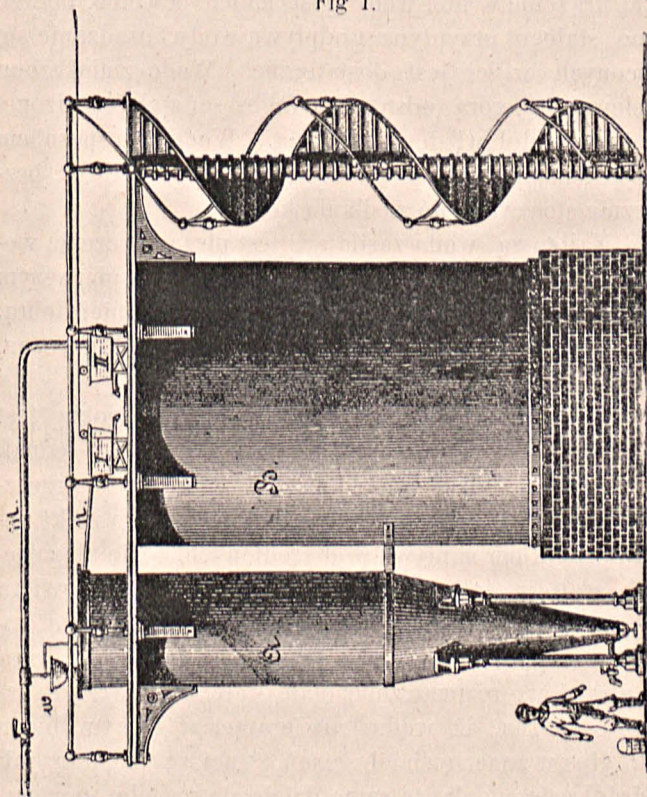
sody wyliczyć i do kotła wprowadzać, gdyż na każdy stopień twardości stałej i na każde 100 l. wody dodać należy sody 2 g.

Samo się przez się rozumie, że nie ma zgoła środka, któryby dodany do wody zasilającej, wszelkie rozpuszczone w niej ciała stałe naraz wydalil, możemy jedynie za pomocą sody osiągnąć zamianę szkodliwego kamienia kotłowego na mniej groźny muł czyli szlam kotłowy. Wszystkie inne częstokroć zachwalane środki, przeciwdziałające tworzeniu się kamienia kotłowego, droższe są i mniej skuteczne od sody, czasami nawet wręcz szkodliwe dla ścian kotła, najlepiej więc odczynników takich nie używać. Woda kondensacyjna czyli powstała przez skroplenie pary, bardzo dobrą jest do zasilania kotłów, nie zawiera bowiem żadnych części stałych, częstokroć jednak woda taka zanieczyszczoną jest smarami, które na ściany kotła niekorzystnie oddziaływać mogą, jeżeli są smarami zwierzęcemi; mineralne zaś powodują pienie się wody w kotle. Trzeba więc na to baczyć, aby nie wprowadzić wraz z wodą kondensacyjną większej ilości tłuszczów, widocznych zawsze, bo zbierających się na powierzchni wody pod postacią tu i owdzie rozsianych oczek.

Ilekcroć woda posiada twardość stałą i znaczną, to ze względu na czas, potrzebny do osadzenia się straconych zanieczyszczeń, jak i na niewygodę ciągłego w pewnych odstępach czasu powtarzanego dodawania sody do kotła, zaleca się ustawienie oddzielnych przyrządów do zmiękczenia wody, działających nieprzerwanie, wyma-

gających niewielkiej zaledwie obsługi. Na rys. 1 przedstawiamy tu przyrząd zastosowany do oczyszczania wody sposobem D-ra Neugebauera. Wapno lasowane dopuszcza się co 24 godzin za pomocą wymierzonego naczyniaka do dużego naczynia *A*, w którym wapno na rzadkie mleko wapienne się roztwarza. Z naczynia *A* przepływa

Fig 1.



mleko wapienne rurką *n* do odstojnika *B*, gdzie się łączy z oczyścić się mającą wodą twardą, napływającą przez rurę *m* na spód odstojnika *B*. Przy urządzeniu tem soda, a także inne jeszcze odczynniki, których dodania wymaga chemiczny skład wody, doprowadzone są za pomocą naczyń I, II i t. d. Skutkiem dużych wymiarów odstojnika krążenie w nim wody jest nader powolne, tak, że mimo stałego przyływu i odpływu wody, osadzanie się straconych części jest dostateczne. Woda zmiękczone przelewa się górą odstojnika *B*; części stałe, osadzone, opadają ku dołowi tego naczynia. Woda tym sposobem zmiękczone traci do 90% zanieczyszczeń i może być bezpiecznie stosowaną do zasilania kotłów.

Najlepszą wodą zasilającą jest niezaprzczenie woda, która najmniejszą posiada twardość. W pierwszym rzędzie postawić tu należy wodę deszczową; mniej dobrą, choć zawsze jeszcze bardzo miękką, jest woda rzeczna, najgorszą jest woda źródłana i studzienna.

Może się zdarzyć, że i woda studzienna wolną jest od związków wapna i magnezyi; wypadki takie są jednak nader rzadkie. Dziwnem się może wydać, że woda rzeczna mniej jest twardą od wody źródlanej, skoro rzeki powstają skutkiem napływu wód źródłanych. Nie ulega jednak wątpliwości, że średni i dolny bieg rzeki zawiera wodę miękką; pochodzi to zaś ztąd, iż woda rzeczna, zostając w ciągłej styczności z brzegami i łóżyskiem, osadza stopniowo rozpuszczone ciała stałe. I tak często zauważyć można, iż woda zawierająca w górnym biegu rzeki gips w znacznych ilościach, traci go w miarę jak od źródła się oddala, to samo dzieje się z wodą, zawiera-

jąca trudno rozpuszczalne związki wapna i magnezyi. Wybór przeto pomiędzy wodą studzienną, a rzeczną, zawsze na korzyść tej ostatniej wypaść powinien.

Zamiana ciepła na pracę.

§ 16. Mnóstwo jest zjawisk świadczących, iż przez zużycie ciepła wykonać można pracę i naodwrot, za pomocą pracy ciepło wytworzyć można. Kawalek ołowiu rozgrzewa się pod uderzeniem młotka, przez uderzenie stali o krzemień tyle się wytwarza ciepła, że oderwane cząstki żelaza się rozpalają. Gdy zawarte w zamkniętem naczyniu powietrze, ściśniami mocno i szybko, rozgrzewa się ono tak, że umieszczony w niem kawałek hubki zapala się. Gdy natomiast objętość jakiegokolwiek gazu zwiększymy, zmniejszając temsamem jego ciśnienie, gaz ten rozszerzając się, wyraźnie się oziębia. W lecie gorące powietrze wznosi się bez przerwy w górę, здаwałoby się przeto mogło, iż w górnych warstwach powietrza wyższa być musi ciepłota, tymczasem na górach śniegi i lodowce zalegają, na wysokich szczytach bezustannie, przez rok cały, tłomaczy się to tem, iż powietrze w górze, pod mniejszem będąc ciśnieniem, rozpręża się i traci skutkiem tego dużo ciepła.

Najlepszy wszakże przykład zamiany ciepła na pracę, mamy w naszych maszynach parowych i gazowych. Tutaj następuje nam się przedewszystkiem pytanie, jaki zachodzi stosunek między ciepłem a pracą t. j. ile np. pracy wykonać można, przez zużycie jednej ciepłotki. Zależność ta, tylko za pomocą doświadczeń dająca się

oznaczyć, była przedmiotem bardzo wielu prac naukowych, dzięki którym oznaczono ją z wszelką dokładnością. Przedewszystkiem chcąc ciepło porównywać z pracą, należy mieć miarę do określenia wykonywanej pracy. Podnosząc 1 *kg.* w górę, wykonywamy pewną pracę, przewyciężamy bowiem siłę przyciągającą ziemi czyli ciężkość; chcąc jednak podnieść 1 *kg.* w tym samym czasie na wysokość podwójną, potrójną, poczwórną i t. d. musimy wykonać pracę podwójną, potrójną i t. d. Praca wymagana dla podniesienia 1 *kg.* w jednej sekundzie na 1 *m.* wysokości, przyjętą została jako jednostka pracy. Jednostkę tę nazywamy kilogramometrem, 75 kilogramometrów stanowią siłę jednego konia parowego.

Mnóstwo doświadczeń dokonanych wykazało, że jedna ciepłostka równoważną jest 424 jednostkom pracy, czyli, że na wykonanie pracy 424 kilogramometrów zużyć wypada jedną ciepłostkę i odwrotnie, przez zużycie 424 kilogramometrów pracy można otrzymać jedną ciepłostkę.

Bardzo ważnem dla obsługi kotłów parowych jest pytanie, ile *kg.* węgla na rusztach przez godzinę spalić potrzeba, aby maszyny biorące z kotłów parę, wykonać mogły żądaną pracę, wyrażoną przez odpowiednią ilość kilogramometrów lub koni parowych. Dokładnie na pytanie to odpowiedzieć nie można, ponieważ wchodzi tu w rachubę mnóstwo nieobliczalnych czynników, jako to: jakość węgla, urządzenie kotłów, kształt kotłów i t. d.

Podział — ustawienie i obmurowanie kotłów.

§ 17. Zasadniczy, najprostszy kształt kotła parowego w ogólności, jest cylindryczny, którego przecięcie poprzeczne jest kotłem, podłużne wszakże nie jest zupełnym prostokątem, gdyż obie ściany, zwane dnami kotła, są wypukłone; kocioł taki w obu przekrojach przedstawiam Fig. 2. Mniej więcej $\frac{2}{3}$ ogólnej powierzchni takie-

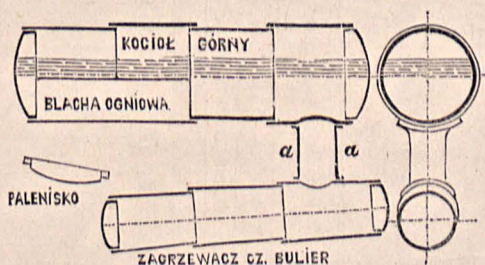


Fig. 2.

go kotła, stanowi jego powierzchnię ogrzewalną, ponieważ do takiej tylko części powierzchni kotłowej płomień i gazy spalania odzewnątrz dostęp mieć mogą. Pojedyncze kotły cylindryczne rozróżniamy na leżące i stojące. Te ostatnie znajdują często zastosowanie w hutach żelaznych, gdzie ogrzewane bywają gazami, uchodzącymi z pieców hutniczych. Ściany boczne cylindra wykonane są z pojedynczych arkuszy blachy i nazywają się płaszczem kotła. Płaszcz ten zamknięty jest po obu końcach dnami. Blachy, znajdujące się w bezpośrednim zetknięciu z płomieniem, nazywają blachami płomiennymi. Jeżeli kocioł parowy składa się z kilku pojedynczych kotłów cylin-

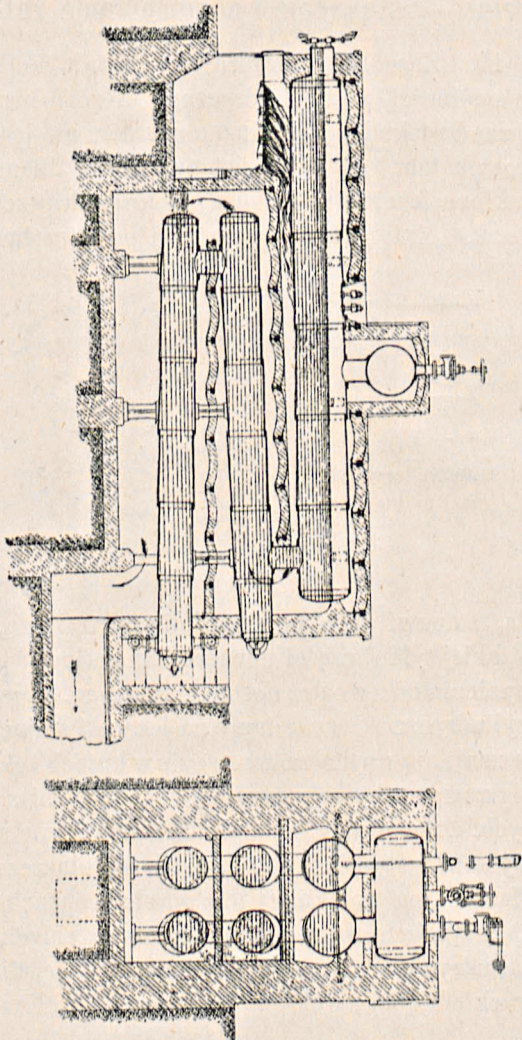


Fig. 3

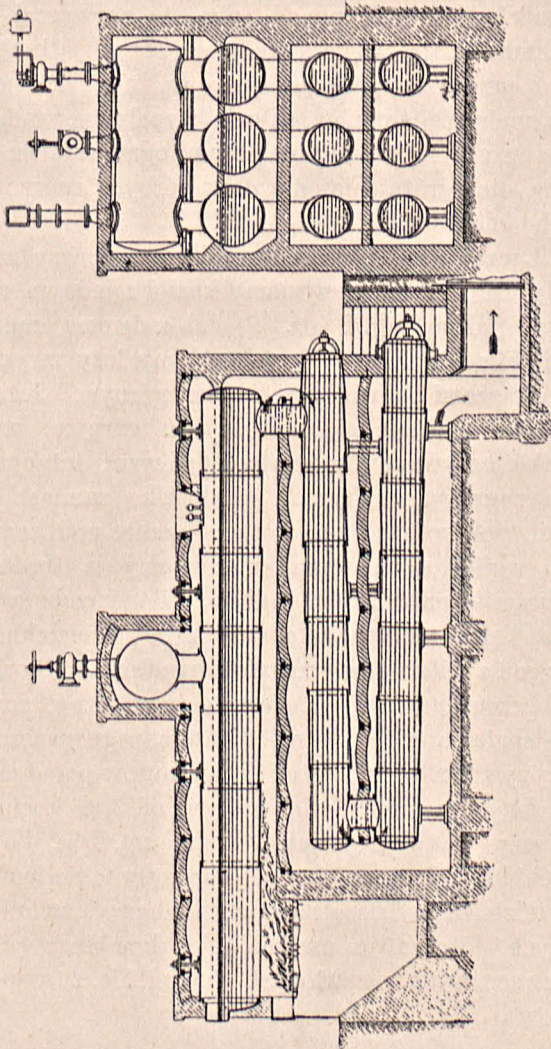


Fig. 4.

drycznych, leżących ponad sobą, to zazwyczaj kotły wierzchnie mają większą średnicę i stanowią kotły właściwe z przestrzenią wodną i parową, niżej leżące natomiast, mniejszej średnicy, są całe wypełnione wodą, jako też ze wszystkich stron otoczone gazami ogrzewającymi, i zowią się, dla odróżnienia od kotłów górnych, zagrzewaczami albo bulierami.

Łącząc w ten sposób dwa lub trzy korpusy kotłowe pojedyncze ze sobą, otrzymamy kocioł z jednym zagrzewaczem jak na Fig. 2 (str. 57) lub z dwoma zagrzewaczami Fig 4 (str. 59). Kocioł główny leży zwykle nad zagrzewaczami i zowie się kotłem górnym. Jeżeli np. palenisko znajduje się pod kotłem górnym, urządzenie takie nazywamy kotłem pojedynczym, leżącym o jednym zagrzewaczu (rys. 2). Palenisko zamiast bezpośrednio pod kotłem, znajdować się może pod zagrzewaczem; w pierwszym wypadku zowiemy je środkowym, w drugim — paleniskiem dolnym. Powierzchnia ogrzewalna kotła takiego składa się z $\frac{2}{3}$ powierzchni kotła górnego i z całej powierzchni zagrzewacza. Powierzchnia ogrzewalna nazywa się tutaj zewnętrzną, ponieważ gazy spalania mają dostęp do kotła zagrzewacza tylko ze strony zewnętrznej. Jeżeli liczba kotłów pojedynczych, połączonych ze sobą większą jest od 3, to kocioł taki nosi nazwę bateryjnego jak wskazuje np. Fig. 3 o 6 korpusach lub Fig. 4 o 9 korpusach; kotły takie buduje się tam, gdzie zachodzi potrzeba wielkich powierzchni ogrzewalnych. Można je uważać jako kombinację kotłów ogrzewaczowych, ustawionych obok siebie, ze wspólnymi

paleniskami i kanałami dymowemi, oraz ze wspólnemi zbiornikami pary.

Powierzchnia ogrzewalna takich kotłów składa się z $\frac{2}{3}$ powierzchni kotłów górnych i blisko całej powierzchni zagrzewaczy i zowie się powierzchnią ogrzewalną zewnętrzną, ponieważ gazy spaleni mają tylko odzewnątrz przystęp do kotłów i zagrzewaczy.

Niekiedy średnica zagrzewaczy jest tak mała, że wynosi tylko 100—150 *mm.*, lub jeszcze mniej. Szczegół-

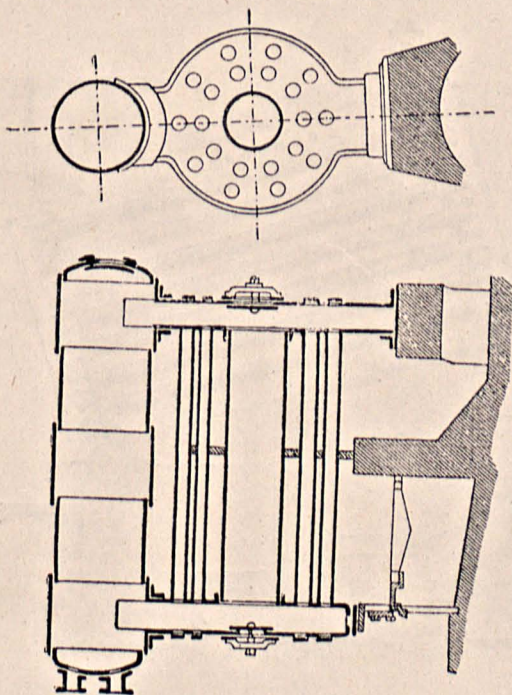


Fig. 5.

nym typem kotła o wąskich zagrzewaczach jest kocioł zwany „Heynego.” Różni się on od poprzedniego układem rur zagrzewnych, rozmieszczonych tu pomiędzy dwiema prostopadłymi skrzyniami wodnymi Fig. 5, (str. 61). Obmurowanie jest tu bardzo proste, a za pomocą odpowiednio przerywanej ściany czy przegrody płomiennej pomiędzy rurami, płomień zmuszonym zostaje do okrążania wszystkich rur. Jeżeli kocioł składa się z samych tylko wąskich zagrzewaczy, czyli z rur za-

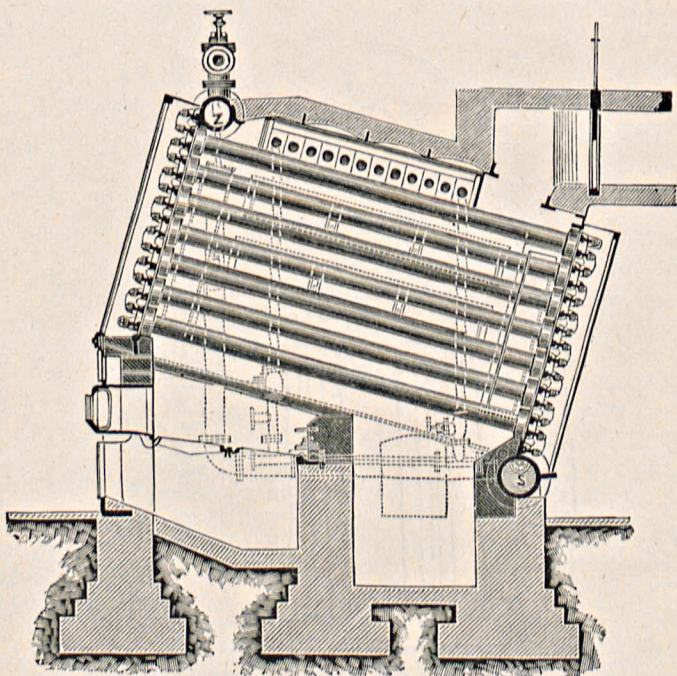


Fig. 6.

grzewnych, najważniejszą jego stroną jest wymiar średnicy rur grzewnych. Figury 6—12 przedstawiają różne typy takich kotłów.

Fig. 7.

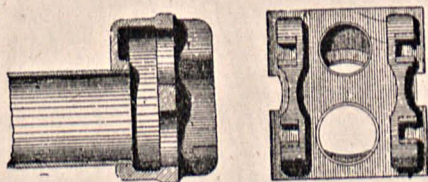
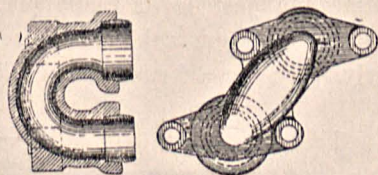


Fig. 8.

Kocioł przedstawiony na Fig. 6 (str. 62), składa się z pewnej ilości, pochyło ze spadkiem ku tyłowi kotła rozmieszczonych rur, o średnicy 100 — 127 *mm.* i długości 2,84 — 4 *m.* Rury te, prostopadłemi szeregami ułożone są równoległe, szeregi zaś w kierunku poziomym są naprzemianległe. Każda rura umocowana jest szczelnie z przodu i z tyłu w mufach zlanego żelaza, lub z lanej stali. Mufy te, tak z przodu jak i z tyłu, połączone są między sobą po dwie, na ukos, za pomocą odpowiednich kolanek, łączących tym sposobem mufę jednego szeregu z najbliższą mufą szeregu sąsiedniego. Mufy najwyżej leżącego

rzędu rur, z przodu, połączone są za pomocą łączników kolankowych ze zbiornikiem pary *Z*; mufy zaś najniżej leżącego rzędu od tyłu, połączone są podobnie z poprzecznym osadnikiem, czyli zbiornikiem szlamu *S*, do którego wtlaczana jest woda zasilająca. Na przodzie kotła powstają skutkiem takiego złączenia muf między sobą, kanały pionowe o formie w zygzak krętej, mają-

Fig. 9.

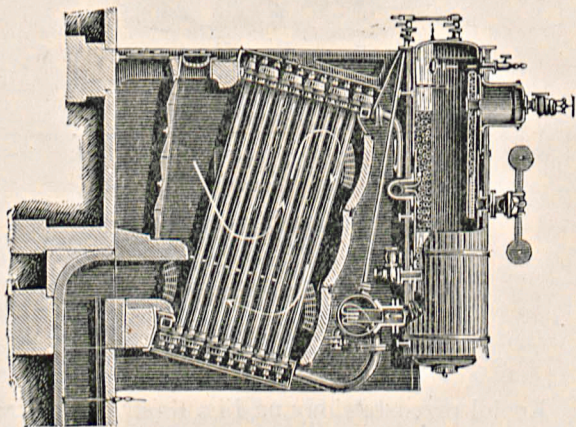
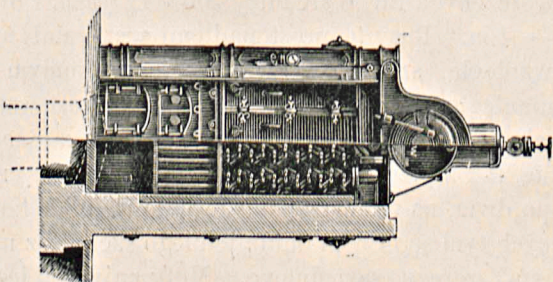


Fig. 10.



cej u samej góry wylot do zbiornika pary, podobnież kanały pionowe tworzą się w mufach tylnych, a ujście z nich ogólne ku dołowi prowadzi do osadnika mułu kołowego. Tym sposobem woda ze zbiornika szlamu z tyłu wchodzi w rury, wytworzona zaś w rurach para, wzbija

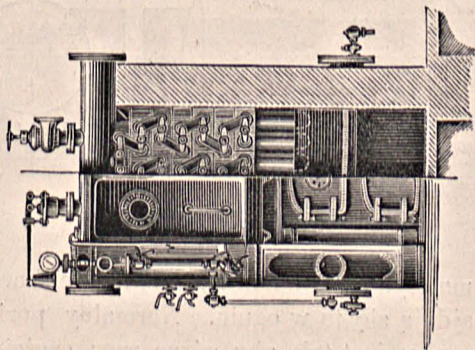


Fig. 12.

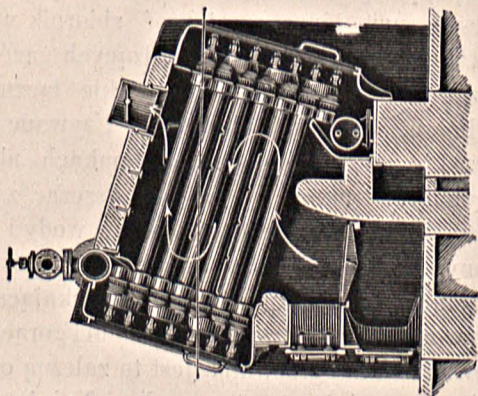


Fig. 11.

się przednimi kanałami w górę, i dostaje się do zbiornika pary. Kanały ogniowe powinny być urządzone za pomocą odpowiednio pomiędzy rurami umieszczonych prze-

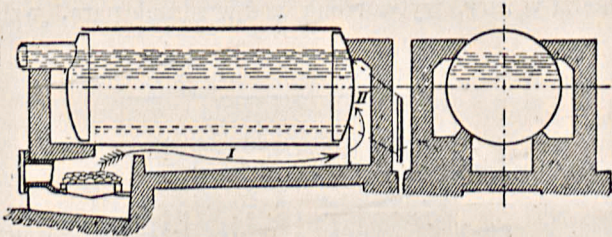


Fig. 13.

gród z materiału ogniotrwałego, a nie z żelaza. Wszystkie rury znajdują się tu w ogniu. Normalny poziom wody, utrzymywany jest tak, aby górne rury częściowo ponad wodą wystawały; cząstki więc wody przez parę porwane, tu już na parę się zamieniają. Ponad całym systemem rur umieszczanym bywa częstokroć zbiornik wody zasilającej która pod działaniem uchodzących gazów spalania, uprzednio się ogrzewa. Wszystkie łączniki mają kształt kolan, o łatwym dostępie. Używane dawniej amerykańskie łączniki o ostrych załamekch ulegają łatwo zatykaniu, trudno dają się oczyszczać z kamienia kotłowego, skutkiem czego przepływ wody i pary jest utrudniony. Powierzchnię ogrzewalną opisanych wyżej kotłów, stanowi część powierzchni, stykająca się wewnątrz z wodą, a zewnątrz z płomieniami i gorącymi gazami. Powierzchnia ogrzewalna jest tu zależną od miejsca oznaczającego najniższy stan wody. Najniższy poziom

przy kotłach zwykłych zagrzewnikowych odpowiada zazwyczaj temu stosunkowi, iż $\frac{2}{3}$ objętości kotła samego wypełnia woda, $\frac{1}{3}$ zaś para. W każdym razie najniższy stan wody, znajdować się powinien, jak o tem wyżej była mowa o 100 mm. ponad najwyższym punktem dotykanym przez gazy płomienne.

Fig. 13 (str. 66) wskazuje zwykły sposób obmurowania kotła pojedynczego; kanały ogniowe oznaczone są liczbami. Fig. 14 przedstawia kocioł cylindryczny pojedynczy z dwoma zagrzewaczami. W kotle tym wo-

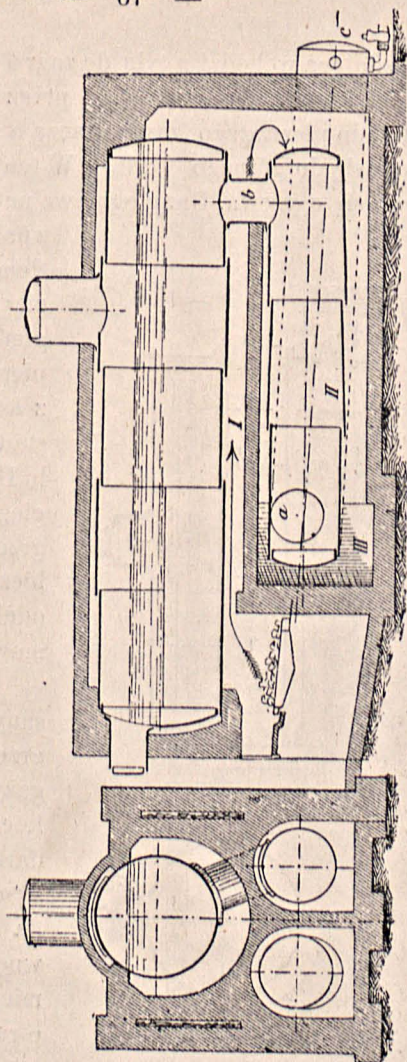


Fig. 14.

da zasilająca wchodzi z tyłu do zagrzewacza drugiego (licząc od kotła). W punkcie *C*, przez połączenie *a* przechodzi do pierwszego zagrzewacza a stąd połączeniem *b* dostaje się do górnego kotła. W ten sposób woda stopniowo się ogrzewa. Gazy ogniowe natomiast wychodząc

z paleniska, idą pod kotłem górnym (I) dalej ciągną kanałem drugim (II) ogrzewając pierwszy połączony z kotłem zagrzewacza, stąd wchodzi do kanału III, idą wzdłuż drugiego, końcowego zagrzewacza, a po przebieżeniu tego kanału odchodzą do kanału dymowego i do komina.

Oprócz wyż opisanych kotłów typu zagrzewnikowego, gdzie gazy ogniowe otaczają kocioł i jego części dodatkowe wyłącznie od strony zewnętrznej, woda zaś wypełnia ich wnętrze, istnieją odmiennie zupełnie kotły o rurach płomiennych, których znamieniem

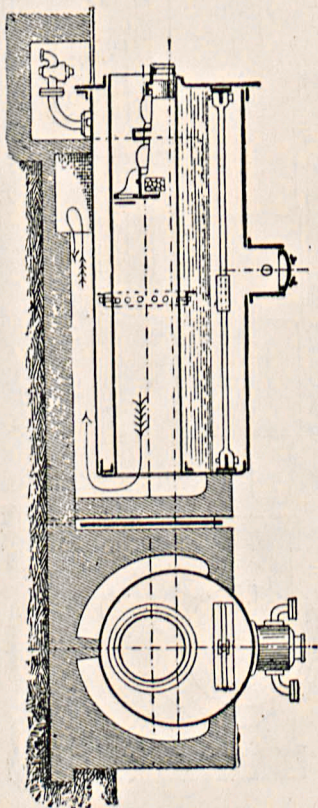


Fig. 15.

w spólnem jest to, że płomień przechodzi przez rury, otoczone zewsząd wodą. Rura płomienna stanowi więc niejako przeciwieństwo zagrzewacza lub rury zagrzewnej. Szerokość rur płomiennych, umieszczonych wzdłuż we wnętrzu kotła, zbliża się zazwyczaj do rozmiarów dawanych zagrzewaczom; pospolicie od 300—1000 mm. średnicy. Najprostszy kocioł z rurą płomienną powstał tedy ze zwykłego kotła cylindrycznego, przez umieszczenie w nim obszernej rury płomiennej, i kocioł taki nazywa się kotłem o pojedynczej rurze płomiennej, czyli kotłem kornwalijskim fig. 15.

Fig. 16 wyobraża kocioł, w którym rura płomienna z blachy falistej nie w samym środku, lecz nieco z boku głównej osi kotła umieszczoną została. Roz-

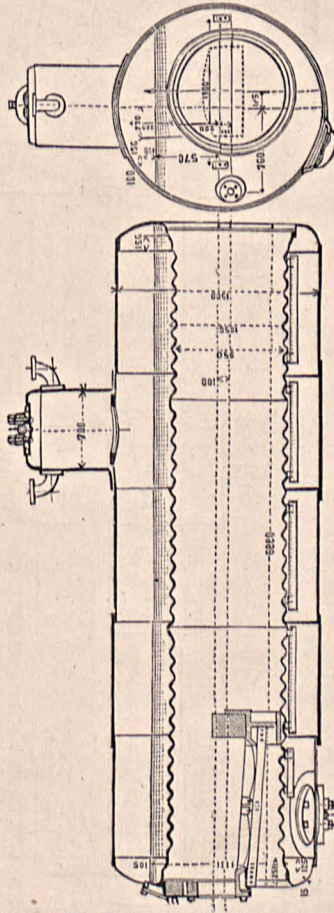


Fig. 16.

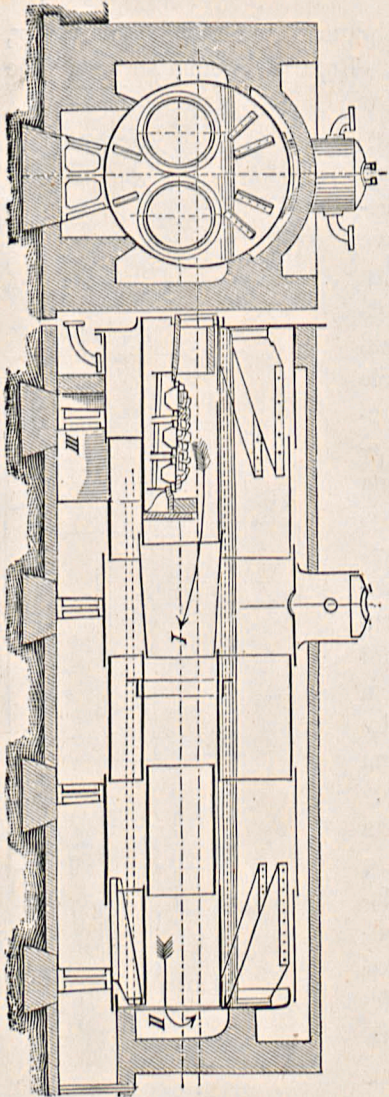


Fig. 17.

mieszczenie takie ma na celu ułatwienie czyszczenia kotła, krążenie wody jest tu przytem silniejsze. Jeżeli w kotle znajdują się dwie rury płomienne, natenczas kocioł taki nazywamy kotłem kornwalijskim dwururowym. Fig. 17 przedstawia nam taki kocioł. Charakterystyką kotłów o rurach płomienych jest wewnętrzne palenisko. Ruszty tych kotłów znajdują się bowiem w rurach płomienych. Palenisko wewnętrzne wytwarza gazy ogniowe, uderzające najpierw na wewnętrzną po-

wierzchnię rur;
(powierzchnia
ogrzewalna we-
wnętrzna), nastep-
nie bocznymi ka-
nalami (II) gazy
ciągną do kanału
(III) pod kotłem
i stąd uchodzą do
komina. W kana-
łach II i III ogrze-
wa się zewnętrzna
powierzchnia ko-
tła, tak jak u ko-
tłów pojedyn-
czych. W osta-
tnich czasach
w obmurowaniu
tych kotłów w za-
prowadzono pe-
wne zmiany uwi-
docznione na Fig.
18. Gazy wycho-
dzące z rur pło-
miennych, powra-
cają pod spodem
ku przodowi ko-
tła, stąd wznoszą
się w górę i ponad
kotłem uchodzą
do kanału dymo-

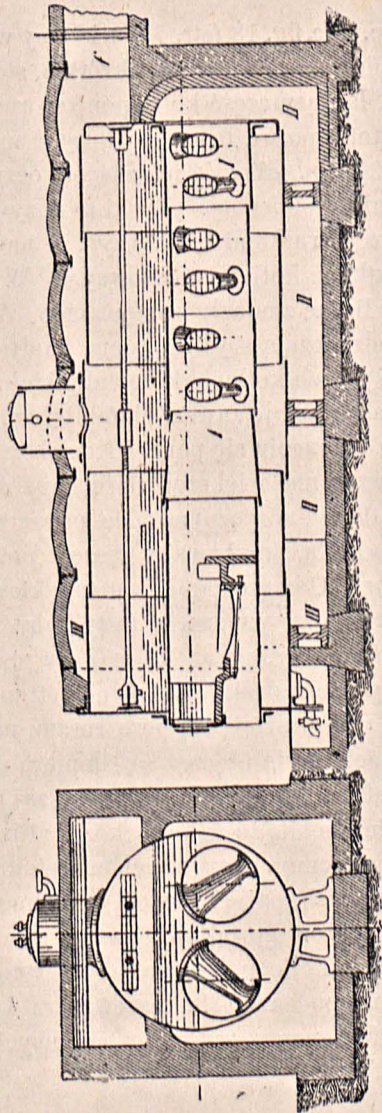


Fig. 18

wego. Na fig. 18 (str. 71) widzimy w rurach płomiennych rozmieszczone w poprzek krótkie, stożkowate rury zagrzewane, łączące część kotła poniżej rury płomiennej z częścią kotła ponad tą rurą. Rury te mają zazwyczaj średnicę 200 mm., długość ich zaś jest oczywiście równą średnicy rury płomiennej. Rurki te nazywają się od swego wynalazcy, rurkami Gallowaya, a nawet kotły same z tym dodatkiem kotłami Gallowaya. W ostatnich czasach rury te liczne znalazły zastosowanie. Zaopatrzone niemi kotły odznaczają się krążeniem wody korzystniejszym niż w zwykłych kotłach kornwalijskich, gdzie woda na dnie kotła pozostaje zawsze chłodniejszą, co przeszkadza obfitemu tworzeniu się pary. Kocioł rurowy powstaje przez umieszczenie większej ilości wąskich rur płomiennych w kotle cylindrycznym. Do powierzchni ogrzewalnej samego kotła, przybywa tu jeszcze powierzchnia wewnętrzna rur. Obmurowanie jest tu takie same jak u zwykłego kotła cylindrycznego, z tą tylko różnicą, że drugi kanał stanowią rury, przez które gazy przechodzą, a trzeci kanał poprowadzony jest po obu stronach zewnątrz kotła, gazy przeto dzielą się poza rurami na dwa biegi, po obu stronach kotła i łączą się dopiero w kanale dymowym. Palenisko znajduje się tu zazwyczaj pod kotłem. Jeśli pomyślimy sobie, że w kotle kornwalijskim zamiast 1 lub 2 rur płomiennych szerokich umieściliśmy znaczną liczbę rur wąskich, parocalowych, otrzymamy inny wybitny typ kotła parowego tak zw. kocioł rurowy Fig. 19. (str. 73). W takim kotle palenisko jest zewnętrzne, ale gazy płomienne, po przejściu nazewnątrz kotła wracają znów środkiem, przez część rur ogniowych od tyłu ku przodo-

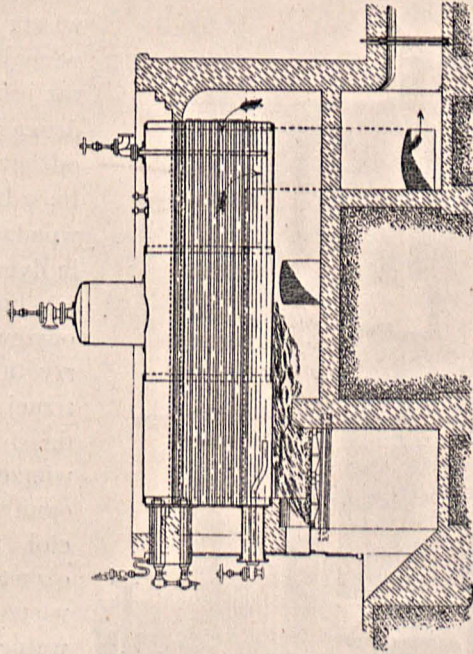


Fig. 19 a.

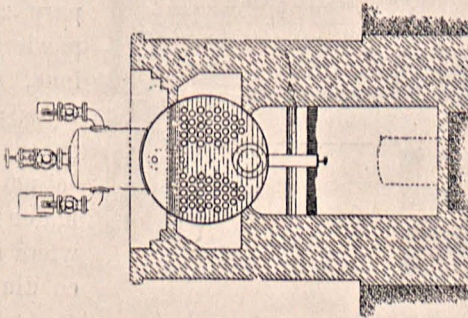


Fig. 19.

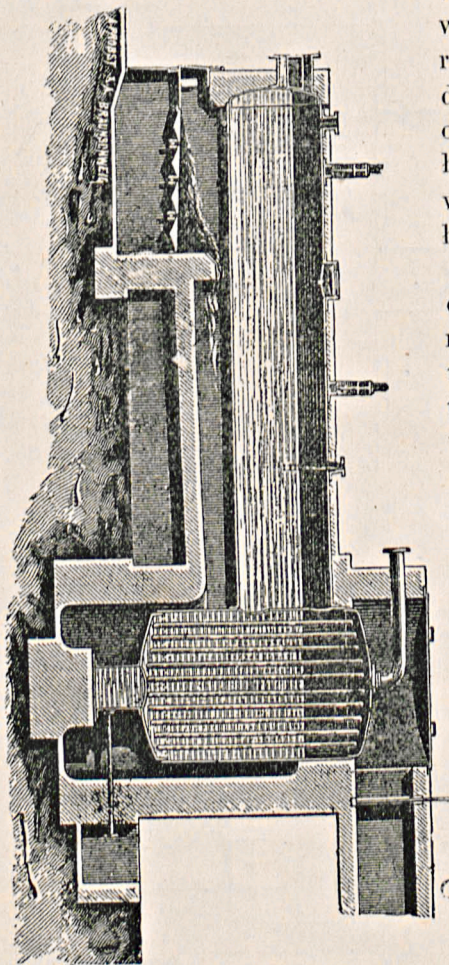


Fig. 20.

wi; tu znów zawracają i biegną raz jeszcze, przez drugą wiązkę rur od przodu do tyłu, gdzie dopiero wpadają do kanału dymowego.

Powierzchnię ogrzewalną tworzy tu $\frac{2}{3}$ zewnętrznej ściany kotła i cała powierzchnia rur ogniowych. Kocioł ten, choć o znacznej powierzchni ogrzewalnej, daje stosunkowo mniej pary z jednostki powierzchni niż inne, gdyż przy wywiązywaniu znaczniejszej ilości pary, ta bywa nader moką, zawiera dużo wody, co dla maszyn

jest szkodliwym. Kocioł taki winien być często, przynajmniej raz na dobę, od wewnątrz czyszczony, gdyż rury zapychają się szybko popiołem i muszą być przetykane gracą czyli skrobaczką; w przeciwnym razie sprawność kotła słabnie. Przedstawiony na Fig. 19 i 19a typ kotła znanym jest u nas pospolicie pod nazwą kotła Paukscha (fabrykant na Szląsku). Jeżeli kocioł cylindryczny leżący, połączymy z kotłem rurowym stojącym, otrzymamy natenczas tak zwany kocioł rurowy Dupuis Fig. 20 (str. 74). Powierzchnię ogrzewalną stanowią tu powierzchnie zewnętrzne kotła leżącego i stojącego, a przede wszystkim powierzchnia wewnętrzna rur, stykająca się z wodą, a więc od dołu rur aż do linii *N P*. Dla obliczenia powierzchni

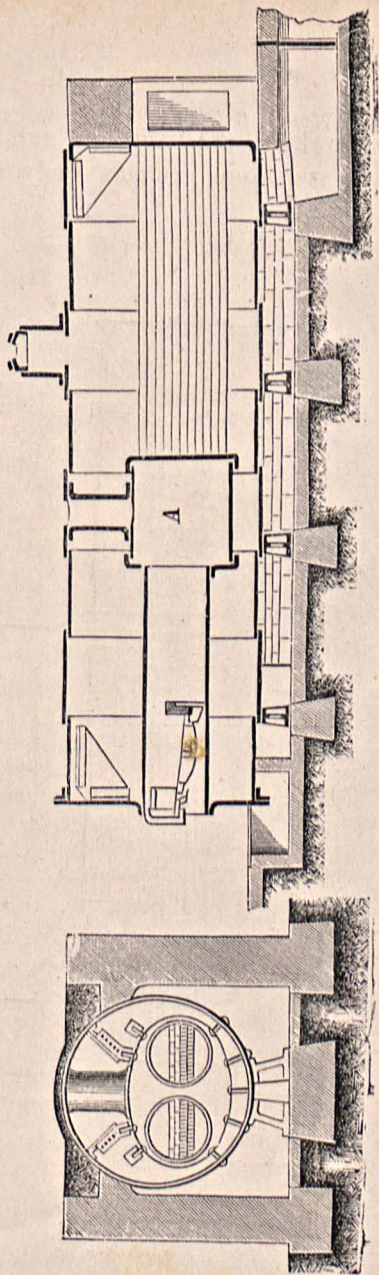
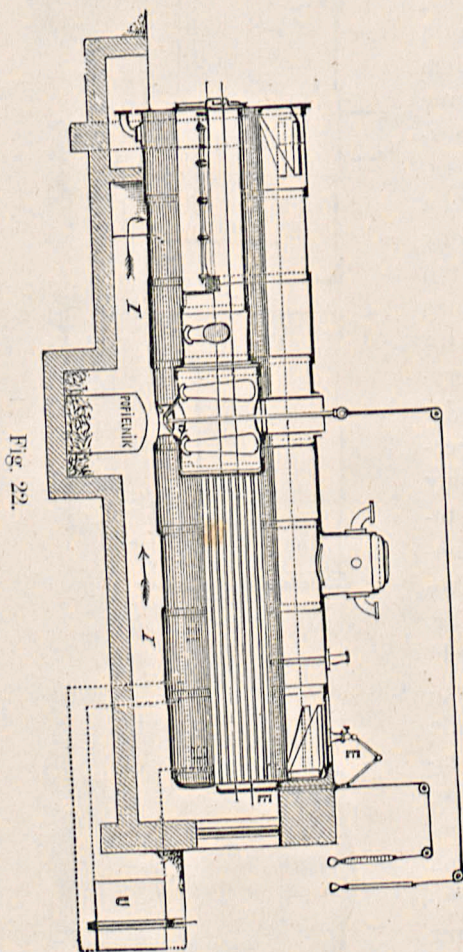


Fig. 21.

ogrzewalnej, przyjmuje się najniższy stan wody; zależnie wszelako od poziomu wody, i powierzchnia wyparowalna tu się zmienia. Natomiast zwiększa się powierzchnia ogrzewająca parę.

Rury kotłów Dupuis tak są rozmieszczone, że oczyszczenie ich z kamienia kotłowego wielkich trudności nie przedstawia.

Bardzo używanymi są obecnie kotły powstałe przez połączenie Fig. 21 kotła kornwalijskiego z kotłem rurowym. Przejście od rury płomiennej do szeregu rur wąskich odbywa się tu, jak w kotłach parowych, za pomocą rozszerzania rury,



zwanego skrzynią ogniową (Feuerbüchse). Palenisko jest tu wewnętrzne, umieszczone w rurach płomiennych. Kotły te obmurowane są w sposób widoczny Fig. 21 — 22a kształt zaś rozszerzenia, przedstawia Fig. 21. Gazy wychodzące z rur płomiennych gromadzą się w skrzyni

A Fig. 21 stamtąd rurami idą ku tyłowi kotła, wracają następnie z jednej strony kotła ku przodowi, stąd drugą stroną, kotła cofają się i uchodzą do kanału dymowego. Kotły te można także obmurować na sposób ko-

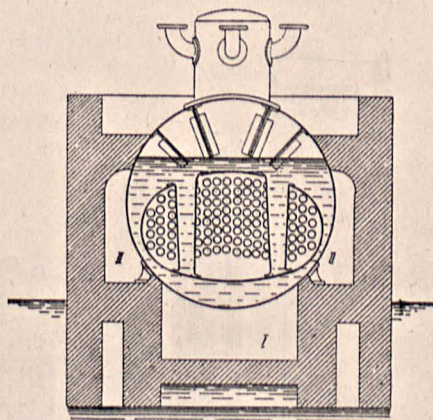


Fig. 22a.

tłów Gallowaya, a w takim razie ostatni ciąg gazów idzie Fig. 18 ponad kotłem. Kotły te zostały ostatniemi czasu w ten sposób ulepszone, iż w skrzyni ogniowej umieszczono rury Gallowaya Fig. 22 i 22a. Obmurowanie na rysunku widoczne. Gazy, wychodzące z rur, idą do kanału I pod kocioł, a następnie dzieląc się na dwa prądy dwoma kanałami (II, II) po obu stronach kotła pędzą i za nim łącznie znów do komina uchodzą. Zresztą kocioł ten (system Piedboeuf) zupełnie tak samo jest zbudowany jak kocioł na Fig. 21; na uwagę tylko zasługuje urzą-

dzenie kłapy *a a* za pomocą której, każdego czasu ze skrzyni płomiennej popiół wyrzucać można.

Innem zestawieniem kotła rurowego z kotłem kornwalijskim jest tak zwany kocioł podwójny lub dwupiętrowy. Kocioł rurowy połączony jest z kotłem kornwalij-

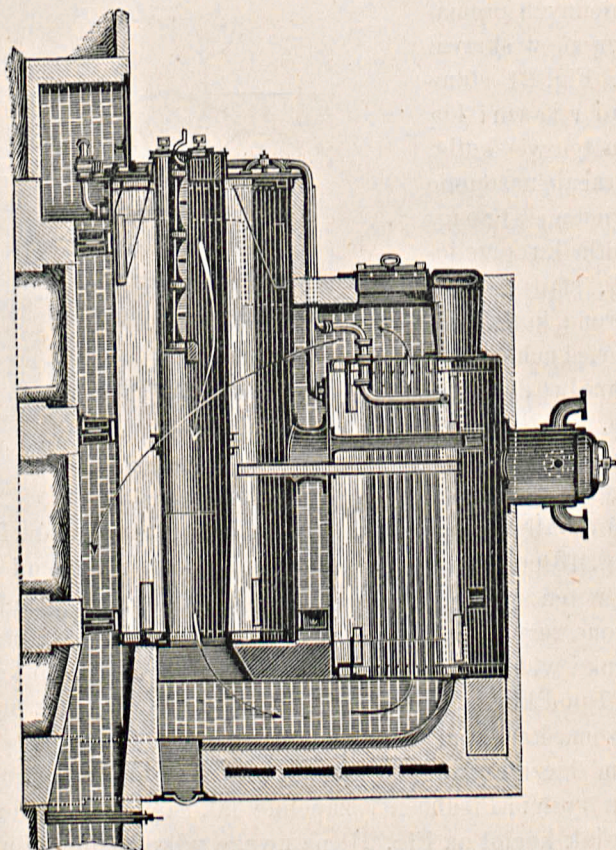


Fig. 23.

skim Fig. 23, 23a, 23b, za pomocą pionowych rur, łączących przestrzenie parowe obu kotłów i przestrzenie wodne. Oddzielna skrzynia płomienna zbyteczną tu jest; zastępuje ją murowana komora *K*, w której się zbierają gazy, wychodzące z rur płomiennych, dolna ich droga prowadzi przez

kocioł rurowy, znów ku przodowi kotła; stąd gazy po zewnętrznej stronie tak jednego jak i drugiego kotła uchodzą do kanału dymowego *F*. Kotły takie powinny być z a o p a t r z o n e w przyrząd do odwadniania pary *d d*, gdyż przestrzeń dla pary jest tu bardzo szczupłą, wskutek czego para bywa wilgotną.

Figura 24 przed-

stawia nam kocioł o dwóch rurach płomiennych z paleniskiem Tenbrinka. W palenisko to wprowadza się odrazu znaczniejszą ilość węgla, który jednak nie odrazu się spala, lecz w miarę zużycia dawniej-

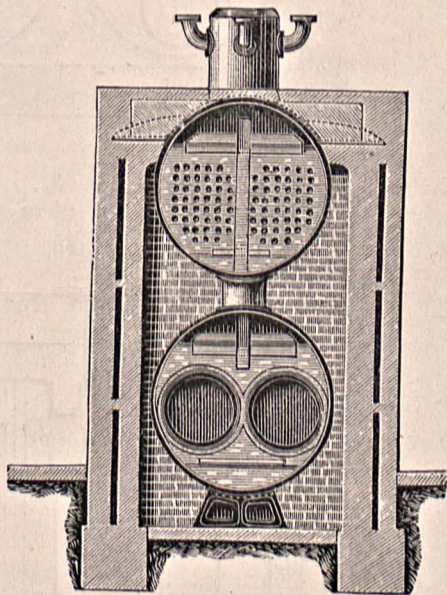


Fig. 23a.

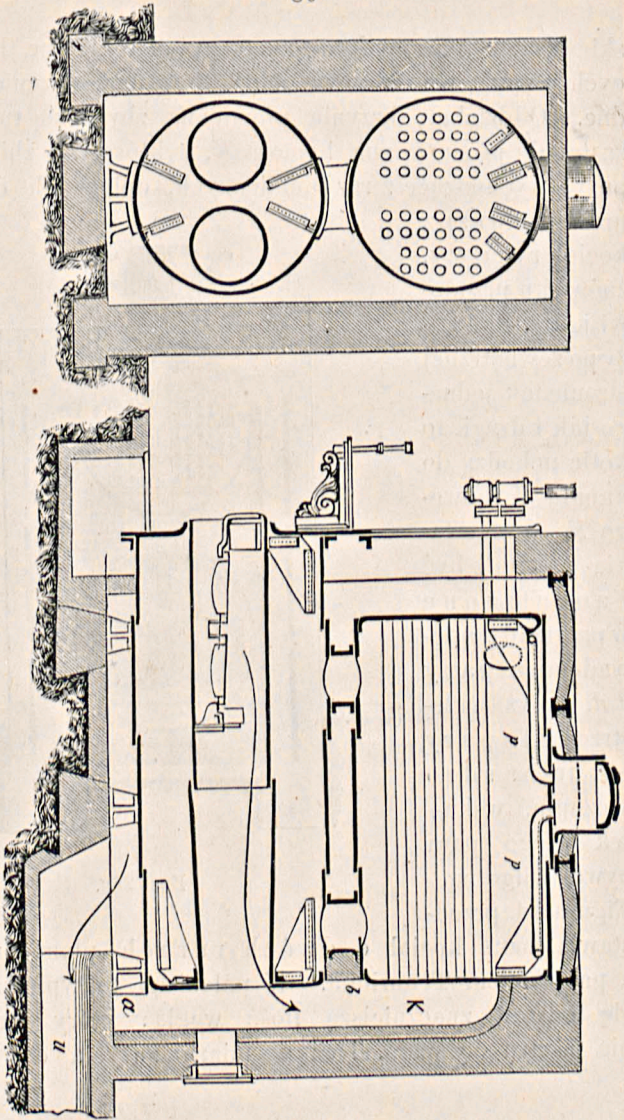


Fig. 236.

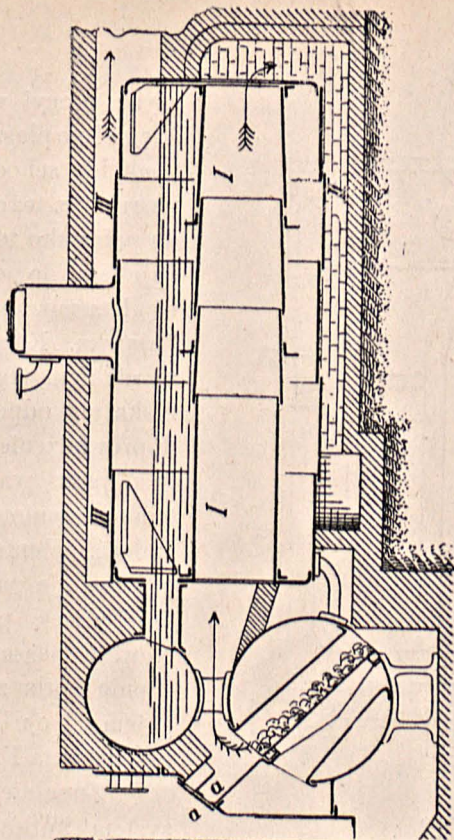
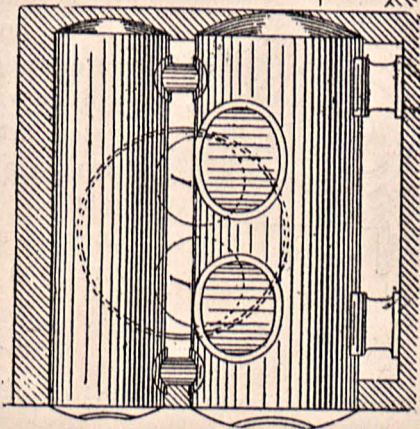


Fig. 24.



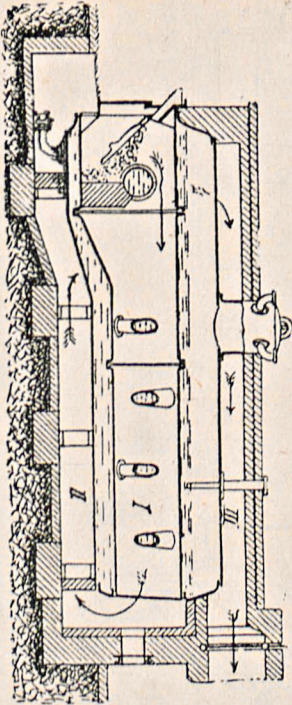
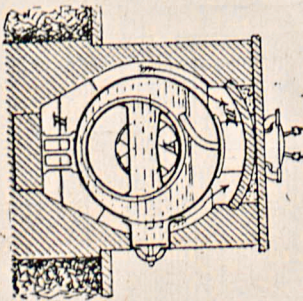


Fig. 25.



szych porcy węgla. Węgiel po płaszczyźnie pochyłej schodzi sam na ruszt; z tego względu palenisko to nie nadaje się do opalania węglem mocno się spiekającym. Koniecznym warunkiem tego paleniska jest odpowiednie doprowadzenie powietrza, gdy warunkowi temu uczynionem jest zadość, palenisko Tenbrinka daje znakomitą oszczędność paliwa. Nowsze jeszcze urządzenie kotła z paleniskiem Tenbrinka przedstawia Fig. 25.

Zupełnie odrębny system kotłów przedstawiają kotły przepływowe o rurach wodnych czyli ze wzmocnionem krążeniem wody. Najdawniejszą formą tego kotła jest kocioł Mac-Nicola, b u d o w a n y w różnych odmianach.

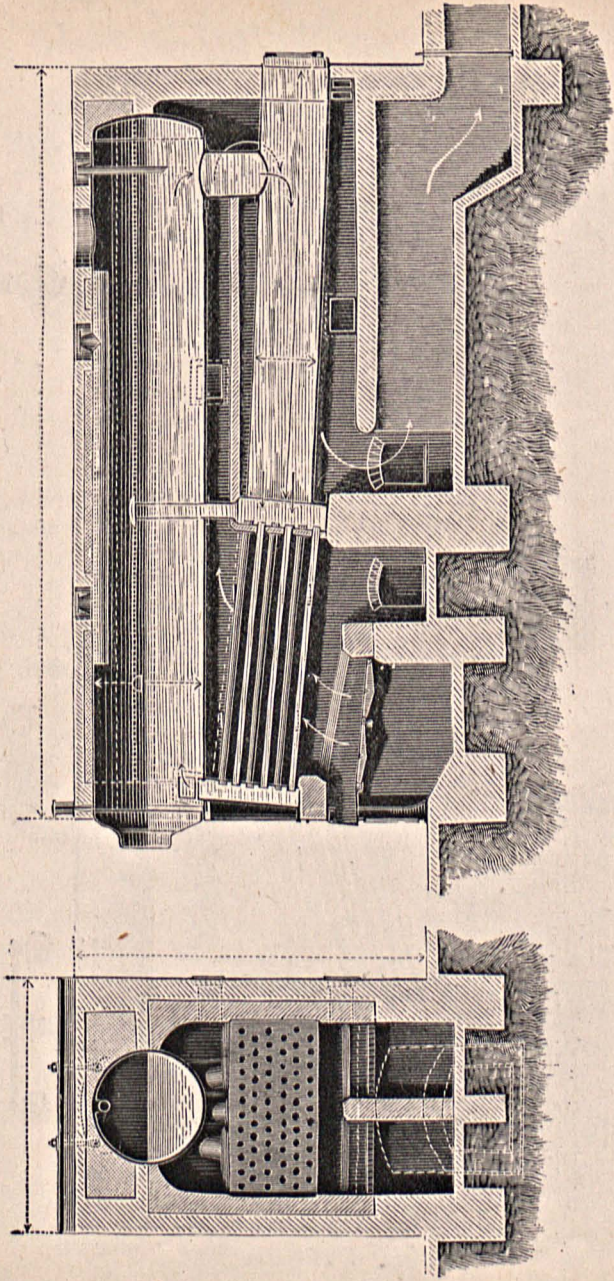


Fig. 26

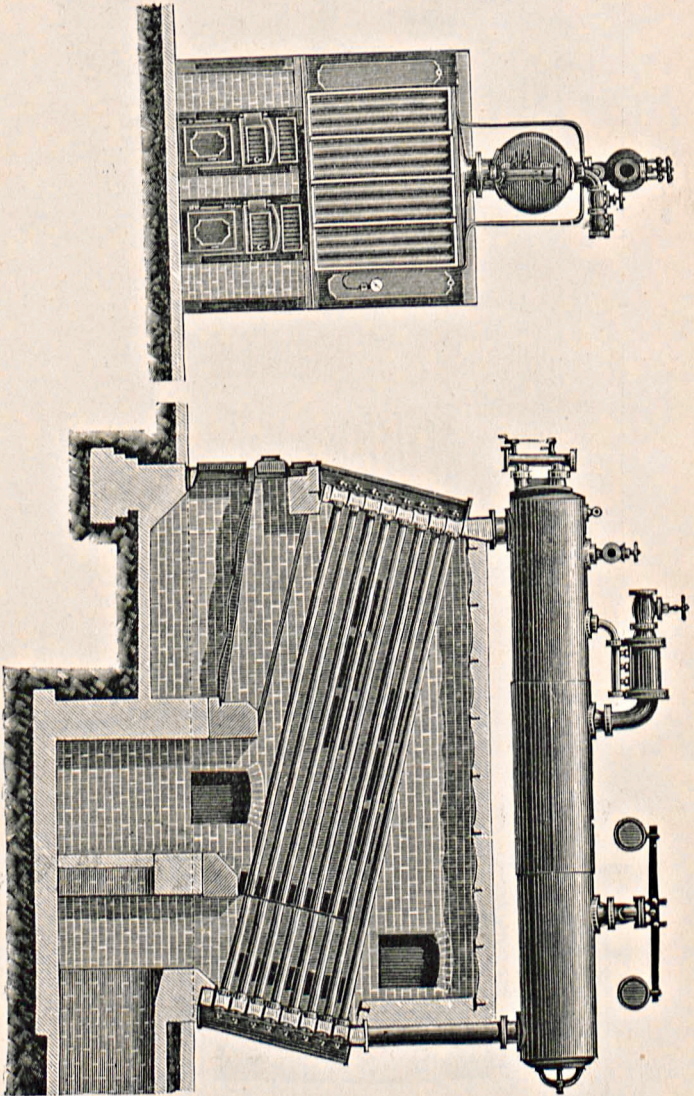


FIG. 27.

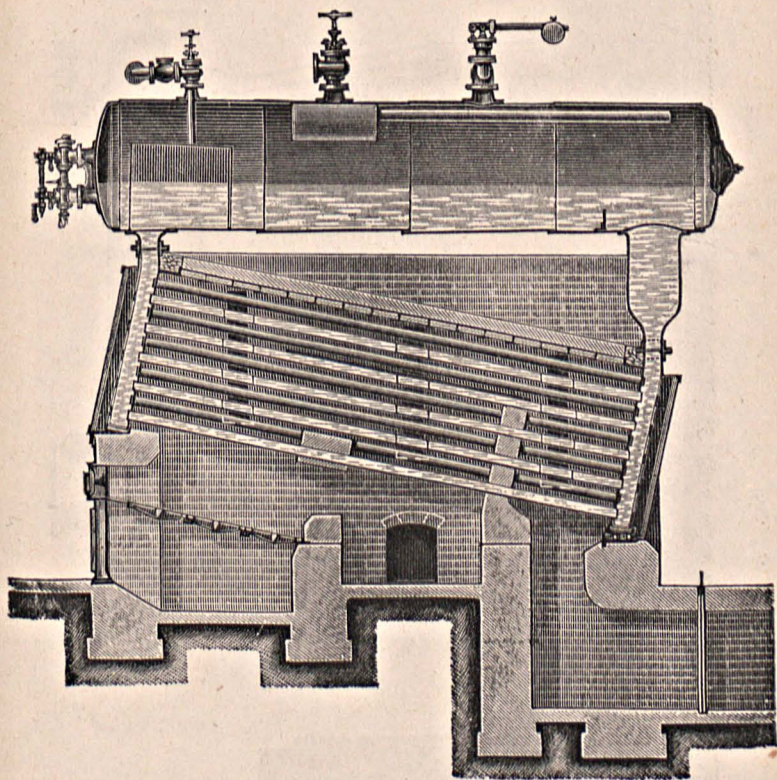


Fig. 27a.

Najzwyczajszym i najczęściej używanym typem tego rodzaju jest kocioł przedstawiony na Fig. 26 (str. 83). Wąskie rury grzewcze umieszczone są tu pomiędzy dwiema komorami wodnymi. Woda płynie przez te grzewce ku przedniej komorze w górę, świeża napływa przez tylną komorę. Inne rodzaje kotłów tego systemu

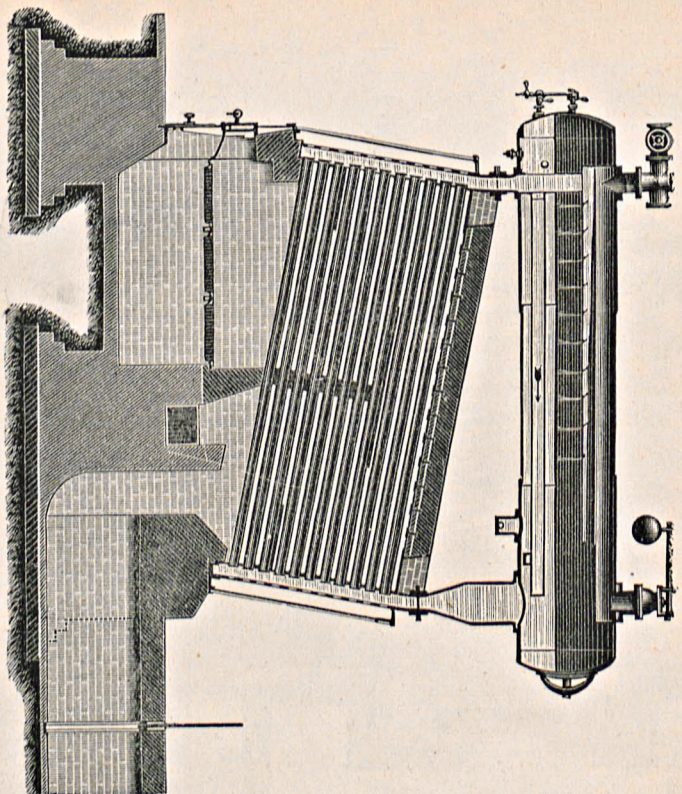
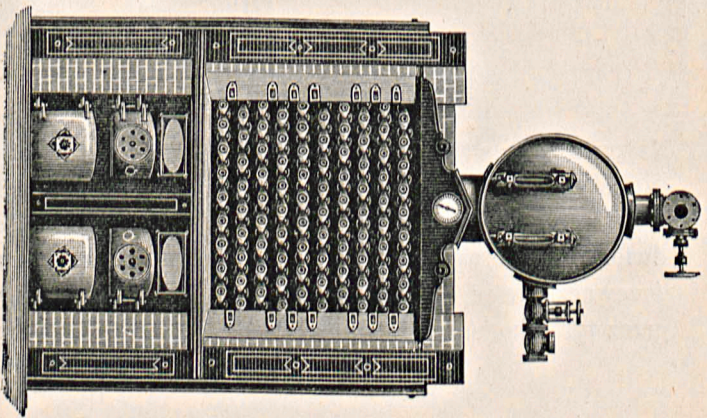


Fig. 28.



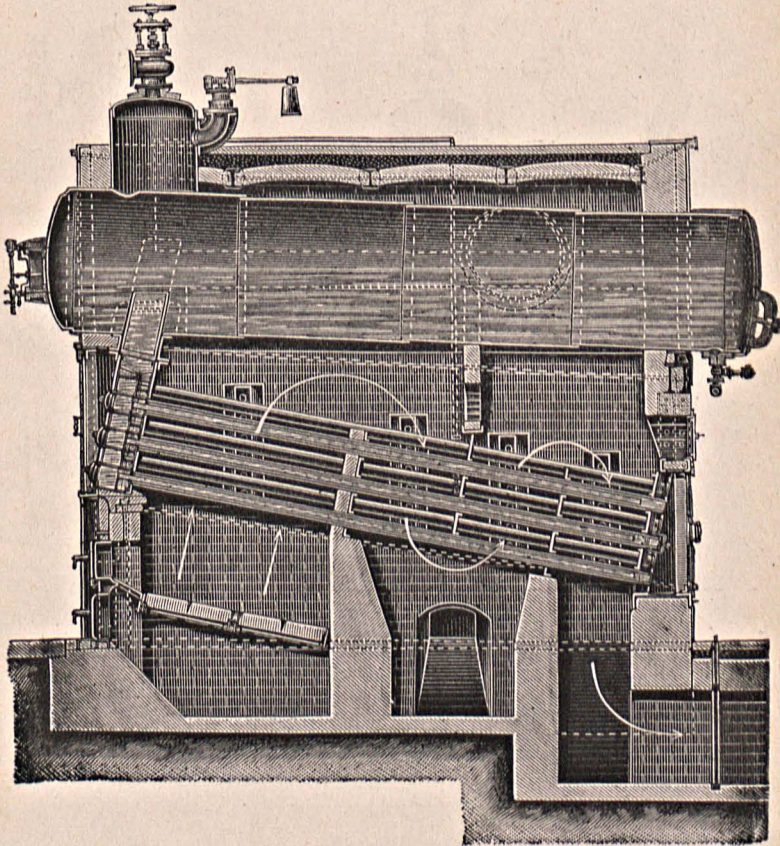


Fig. 29.

przedstawiają Fig. 27 i 27a. Wąskie zagrzewacze czyli rury zagrzewne osadzone są z przodu i z tyłu w skrzyniach z żelaza kutego; są one pochylone ku tyłowi kotła, w szeregach naprzemianległych: nad przedziałem szere-

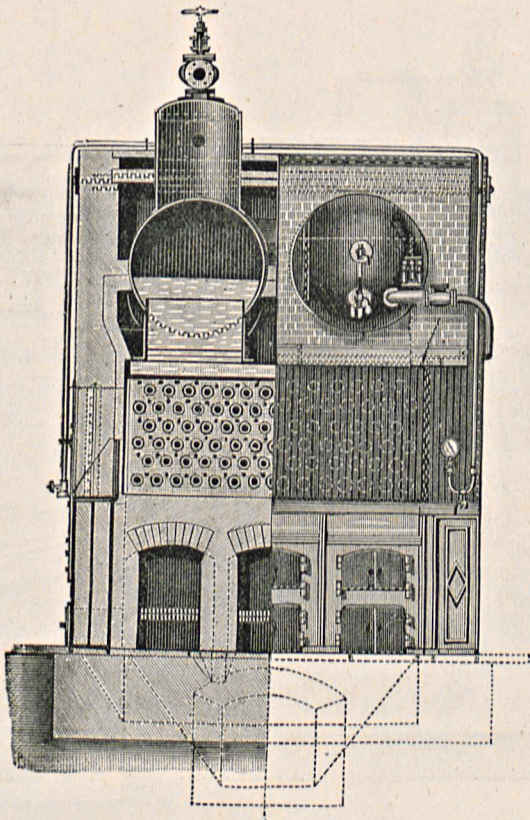


Fig. 29a.

gu niższego znajduje się rura, nad rurą znów miejsce niezajęte i t. d. Ponad grzewcami ustawia się jeden lub dwa kotły górne. Rury wymagają częstego oczyszczenia ze sadzy; osiąga się to łatwo, puszczając

za pomocą węża gumowego ze łbem metalowym parę pomiędzy rury.

Do systemu powyższego należy również kocioł Steinmüllera, przedstawiony na Fig. 28 (str. 86). Rury zagrzewne stosownie do wielkości powierzchni ogrzewalnej, umieszczone są z tyłu i z przodu w komorach wodnych, te zaś połączone są z jednym lub w razie potrzeby, z dwoma górnymi kotłami, za pomocą obszernych połączeń pionowych. Woda do kotła górnego napływa dwiema szerokimi poziomymi rurami, z których jedna znajduje się w przestrzeni wodnej, druga w przestrzeni parowej, w której u samej góry znajduje się przyrząd do odwadniania pary. Oczyszczanie rur zagrzewnych z sadzy uskutecznia się za pomocą pary, oraz mechanicznych urządzeń.

Przewstawiony na Fig. 29 (str. 87) kocioł Dürra posiada jedną tylną przednią komorę wodną, natomiast dwa kotły górne.

Uzbrojenie kotłów.

§ 18. Do uzbrojenia kotłów należą: po pierwsze, wszelkie przyrządy potrzebne dla obsługi kotła w czasie jego biegu, a powtóre wszelkie urządzenia do wygaszania i oczyszczania kotłów niezbędne. Wiele takich przyrządów wymagane i przepisane są przez prawo. Podczas roboty potrzebne są i pożądanane następujące części uzbrojenia kotłowego:

1) Przyrządy bezpieczeństwa: wodoskaz, manometr, zapór czyli wentyl bezpieczeństwa jako to: aparat

Szwärzkopffa „ostrzegacz” fabryki Dreyer, Rosenkranz i Droop, piszczałka Blacka i t. d.

2) Przyrządy zasilające: zapór zasilający czyli wentyl do alimentacyi:

3) Zapory parowe i krany do zatrzymywania pary.

4) Zapory i krany do wypuszczania wody.

Do oczyszczania kotłów potrzebne są następujące części uzbrojenia włązy i otwory do spuszczenia szlamu. Nadto, do „wyprawy” każdego kotła należą przyrządy, służące do obsługi paleniska jako to: drzwiczki kotła, belki rusztowe, progi płomienne, zasuwki czyli szybry dymowe, łopaty, grace, haki i t. p.

W o d o s k a z.

§ 19. Wodoskaz składa się z korpusu żelaznego, przymocowanego pionowo za pomocą nitów do przedniej ściany kotła. Korpus ten u góry i u dołu połączonym jest za pomocą otworów o przecięciu 60 mm^2 , z przestrzenią parową i z przestrzenią wodną kotła, tak iż poziom wody w kotle przypada mniej więcej po środku wysokości wodoskazu. Do górnej jego części wchodzi para, do dolnej woda; obie części łączą się za pomocą pionowo osadzonych szkieł wodoskazowych, ujętych szczelnie we łby metalowe, każdy z tych łbów zaopatrzony jest w kurki czyli krany, za pomocą których przestrzeń wodną i parową kotła, łączyć można ze szkłem wodoskazu, lub połączenie to przerywać, a to w tym celu, ażeby w razie pęknięcia szkła, wstawić było można nowe Fig. 30.

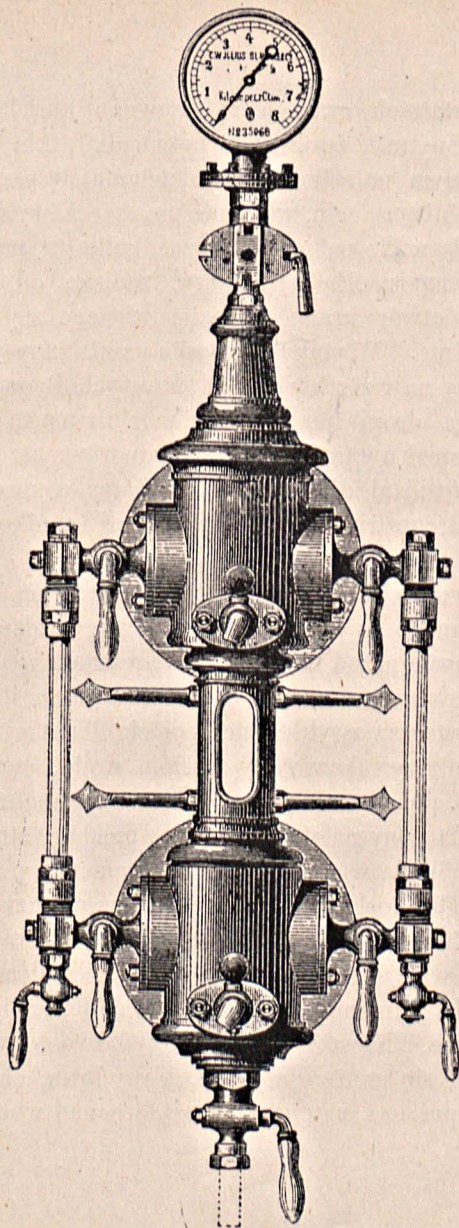


Fig. 30.

W ostatnich czasach zastosowano kurki samo zamykające się, tak, że w razie pęknięcia szkła, nie jest się narażonym na szkodliwe wydzielania się pary i wody gorącej. W tym celu, w kranie umieszcza się kulkę metalową, gdy szkło pęka, natenczas kulka ta, parta jedynie z wewnątrz ciśnieniem pary, zaciska odpowiednio wytoczony otwór kranu samozwierającego się najzupełniej szczelnie. W podobny sposób działa inny przyrząd, zbudowany na wzór kurków patentowych Reowera. Do zamknięcia drogi parze lub cieczy nie ma tu ani czopków, ani stożków, ani wentylów (zaporów; uszczelnienie stanowi tu rodzaj dławnicy, w ruchomym a nieszczelnym tłoku, którego ruch to otwiera kanał kranikowy to go zamyka.

Gdy szkiełko pęknie, następuje skutkiem ciśnienia jednostronnego na dławnicę, zupełne zagwożdżenie otworu. Krany te przed innemi na uwagę zasługują; nie wymagają bowiem ani naprawy, ani szlifowania; do uszczelnienia wystarcza zwykle dociągnięcie dławnicy.

Najniższy dozwolony poziom wody, co najmniej o 100 *mm.* ponad najwyższym miejscem kanału płomienego, oznaczony na wodoskazie za pomocą strzałki metalowej. Woda w szkłe powinna stać stale powyżej tej strzałki. Wodoskazy jedynie wtenczas wskazują dokładnie poziom wody, gdy w dobrym utrzymywane są stanie; gdy więc krany nie są pozatykane mułem, brudem lub zarosłe kamieniem kotłowym; a nadto jeśli są zupełnie szczelne. Nieszczelność kranów łatwo do wypadków przyczynić się może; jeżeli np. górny kran, choć trochę pary przepuszcza, natenczas w szkłe ponad wodą ciśnie-

nie się obniża, ciśnienie od dołu podnosi wtedy wodę w szkło wyżej aniżeli to napełnieniu kotła odpowiada; szkło pokazuje fałszywie, a przez złudne podwyższenie poziomu może być powodem braku wody i nieszczęścia.

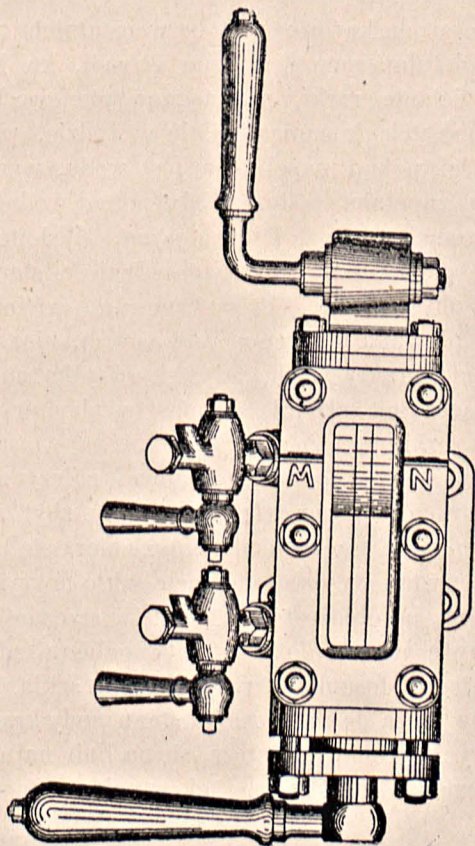


Fig. 31.

Wodoskaz Ochwadta Fig. 31 stara się usunąć to niebezpieczeństwo. W wodoskazie tym miejsce wąskich rurek szklanych, zastępuje dość obszerna skrzynka, zamknięta od przodu płytą z grubego szkła. Woda z kotła dochodzi aż do szklanej płyty, poziom wody w kotle zatem odrazu jest widoczny.

Szkła wodoskazowe zostały w ostatnich czasach w ten sposób ulepszone, iż na wewnętrznej, ku kotłowi zwróconej ścianie rurki, przeciągano pionowo barwną kreskę. Wskutek łamania światła w wodzie, rurka do tej wysokości, pokąd napelniona jest wodą, wydaje się zabarwioną zupełnie, podczas gdy ponad wodą cienka kreska barwna zaledwie jest widoczna. Wskutek tego urządzenia, palacz może i z dalszej odległości stan wody dokładnie obserwować. Probowano też wielokrotnie osadzania pływaka w rurce wodoskazowej, nie okazało się to jednak praktycznem, gdyż skoro tylko rurka trochę się zanieczyści, pływak, zamiast swobodnie pływać do ścianek rurki przylega.

Wstawiając szkła wodoskazowe, należy uważać, aby rurki w górnej oprawie nie sięgały zbyt wysoko zwłaszcza ponad uszczelnienie, gdyż zbiera się tam woda, która przy tak wysokiej ciepłocie szkło nagryza. Woda ta bowiem, jako pozostająca ciągle w styczności z parą, ma prawie jej ciepłotę, a wtedy nabiera zdolności dość szybkiego stosunkowo rozpuszczania szkła. Prócz wodoskazów służą do rozpoznania stanu wody krany próbne, z których jeden umieszcza się na linii najniższego poziomu wody; drugi zaś wyżej, w połączeniu z prze-

strzeni^ę parow^ą kotła. Krany te powinny być tak urządzone; aby je w prostym kierunku w razie zatkania przetykać było można. Nowego rodzaju kran, a raczej zapór próbny przedstawia Fig. 32. Zapory tego rodzaju tę mają własność, iż łatwiej uszczelnić się dają.



Fig. 32.

Wentyl bezpieczeństwa (zapór).

§ 20. Wentyl czyli zapór bezpieczeństwa powinien wypuszczać nadmiar pary, w chwili, gdy prężność jej przekracza z góry nakreślone granice, obciążonym więc winien być tak, aby przy dojściu ciśnienia wewnątrz do przepisanej granicy, prężnością pary bez trudu się otwierał. Zapór bezpieczeństwa umieszczanym bywa zazwyczaj na kołpaku, a więc w najwyższym miejscu kotła. Odróżniamy zapory bezpieczeństwa obciążone wprost, obciążone za pomocą drąga i za pomocą sprężyn. Wentyle obciążone wprost wyszły z użycia, obciążone za pomocą sprężyn widzimy tylko przy parowozach i lokomobilach. Fig. 33 i 34 (str. 96) przedstawiają wentyle o obciążeniu drążkowym.

Ciężar powinien być tak do drąga przymocowanym, aby nie mógł się przesunąć, drąg sam powinien z łatwością dać się ręką podnieść; wtedy stan wentyla zbadać można każdej chwili. Dla łatwiejszego uszczelnienia

wentyl tak jest urządzony, iż stożek środkowy z łatwością daje się w gnieździe obracać; zarówno usunięcie możliwych zanieczyszczeń pomiędzy stożkiem a powierzchniami uszczelnienia jest wtedy łatwem jak i doszlifowanie wentyla dostępnem. Otwór wentyla powinien być zastoso-

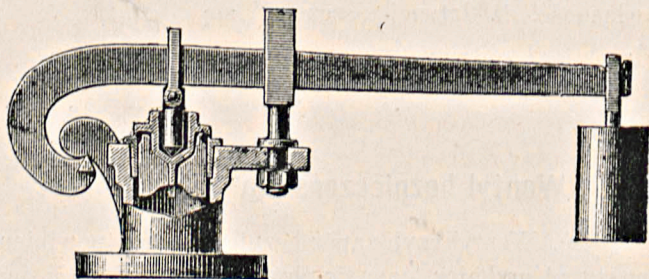


Fig. 33

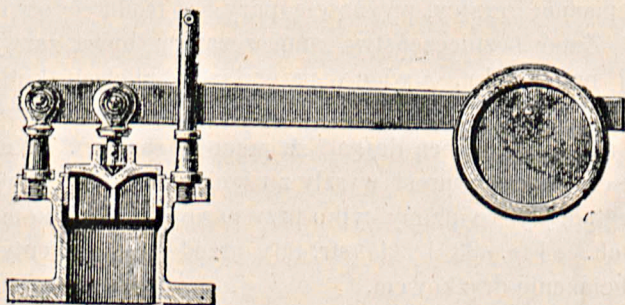


Fig. 34.

wany do ciśnienia pary, a mianowicie im ciśnienie większe, tem otwór może być mniejszy, i odwrotnie; prócz

tego wszakże otwór wentyla pozostaje w stosunku do powierzchni ogrzewalnej kotła, tak np. iż przy równem ciśnieniu pary kotłowej, dla kotła o powierzchni ogrzewalnej dziesięć m^2 wystarcza otwór zaporu 10 razy mniejszy niż dla kotła o powierzchni 100 m^2 .

Należyte obciążenie zaporu ustanawia się za pomocą ciśnienia wody, gdyż rachunkowe obliczanie ciężaru, z powodu zachodzącego tarcia nigdy dokładnem być nie może. Przy ustawianiu wentyla bezpieczeństwa baczycie należy, aby powierzchnie uszczelnienia miały położenie do pionu, a także aby ciężar wisiał swobodnie i działał na drąg w kierunku pionowym. Wentyl bezpieczeństwa powinien znajdować się w miejscu łatwo dostępnem; ważnem to jest w razie konieczności odpuszczenia nadmiaru pary, gdy np. maszyna parowa z jakiegokolwiek powodu naraz biedz przestaje.

Manometr (Prężniomierz).

§ 21. Manometr służy do oznaczania w każdej chwili ciśnienia pary. Mamy zamknięte i otwarte manometry sprężynowe różnych konstrukcyi. Fig. 35 przedstawia manometr sprężynowy systemu Bourdona. Manometr ten składa się z owalnie zgiętej rury, połączonej z przestrzenią parową kotła. Rura ta jest także złączona ze wskazówką, gdy więc wskutek ciśnienia pary rura kształt swój zmienia, wskazówka obracając się naokoło swej osi ciśnienie pary na tarczy odczytać dozwala.

Fig. 36 przedstawia inny rodzaj sprężynowego manometru. Para ciśnie tu na blaszkę, połączoną za pomocą Podręcznik dla palaczy kotłowych.

ca ą drażka i trybika ze skazówką, która ciśnienie pary na skali pokazuje.

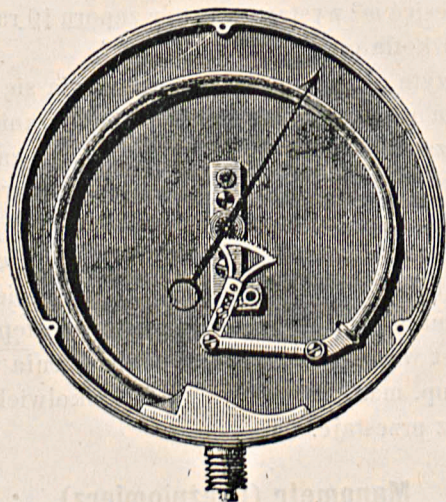


Fig. 35.

Manometr zachowuje się tem lepiej i dłużej, im mniej jest wystawiony na zbyt wysoką ciepłotę, dlatego też umieszczają go często na deszczulce opodal od kolpaka kotłowego, z którym go łączą dłuższą rurką. Manometr musi mieć kran, pozwalający go zawsze od kotła oddzielić i wyosobnić, chociażby w tym celu, aby z rurki wypuścić było można zbierającą się z biegiem czasu wodę. Fig. 37 przedstawia najzwyczajniejszy sposób łączenia manometru z kotłem. Jak się wyżej rzekło, nie jest to dobrem, gdy para wprost uderza na manometr, gdyż czę-

ści metalowe przyjmują powoli ciepłotę pary; chcąc tego uniknąć, umieszcza się zagiętą jak na rysunku rurkę pomiędzy manometrem a kotłem, rurka ta jest napełniona

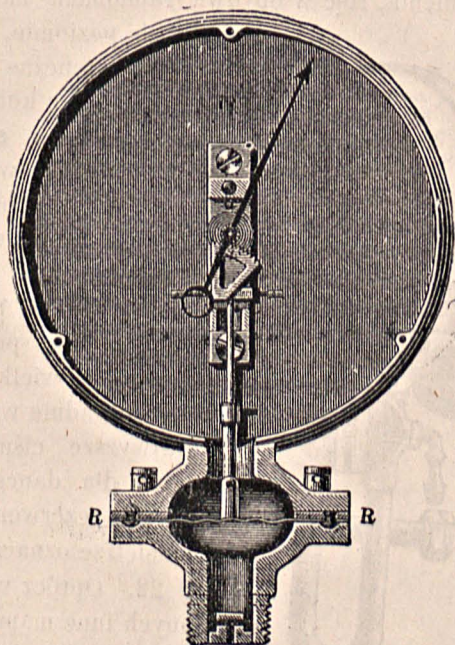


Fig. 36.

całkowicie wodą tak, iż manometr wykazuje właściwe ciśnienie nie będąc wystawiony wprost na działanie temperatury pary.

Zamiast sprężynowych, spotkać można jeszcze czasami dawne rtęciowe manometry; Fig. 38 przedstawia taki manometr.

Sklada się on z dwuramiennej rury szklanej, napełnionej rtęcią do pewnej wysokości. Jeden koniec rury połączony jest z kotłem, drugi pozostaje otwarty. Gdy nie ma ciśnienia, rtęć w obydwu ramionach na równym

znajduje się poziomie, gdy zaś para ciśnie, natenczas w ramieniu, połączonem z kotłem, rtęć się obniża, podnosi się natomiast odpowiednio w drugim ramieniu. W ten sposób przy pomocy skali, ciśnienie pary łatwo odczytać można. Manometry rtęciowe nie są tak wygodne w użyciu jak sprężynowe, mają jednak tę wielką zaletę, iż zawsze dokładnie wskazują.

Najwyższe ciśnienie dopuszczalne dla danego kotła, bywa zwykle czerwoną kreską na manometrze oznaczone.

§ 22. Oprócz wyżej wymienionych inne mamy jeszcze przyrządy bezpieczeństwa, z których dwa tutaj przedewszystkiem wymienić należy,

a mianowicie przyrząd Schwarzkopffa i ostrzegacz Dreyera, Rosekranza i Droopa. Urządzenie przyrządu Schwarzkopffa uwidoczniono na Fig. 39 i 40. Przyrząd składa się z rury *a* otwartej u dołu, a zamkniętej u góry, i zanurzonej w kotle aż do miejsca najniższego wodostanu.

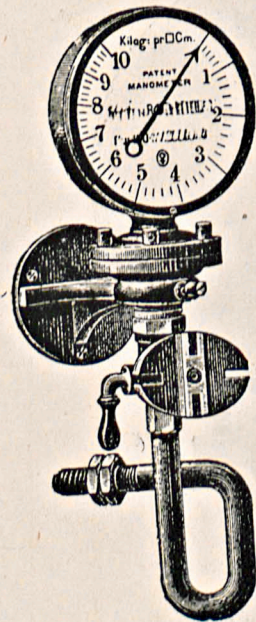


Fig. 37.

W rurze tej znajduje się druga rura *i*, od spodu i u góry zamknięta, a wchodząca u wierzchu do skrzynki *A*, która ją naksztalt pierścienia obejmuje. Wężownica *o* łączy zewnętrzną przestrzeń obwodową skrzynki *A*, z takąż przestrzenią zewnętrzną między rurami *a* i *i*. Zarówno wężownica jak i przestrzenie na obwodzie rury i skrzynki górnej wypełnione są zawsze, przy normalnym poziomie wody w kotle, wodą, która, wznosząc się w rurze i wężownicy stygnie do tyła, że ciepłota jej w skrzynce *A* nigdy nie przewyższa 100° . W rurę *i* wpuszczone są dwa druty izolowane *d* i *d*¹, (Fig. 40), których końce metalowe u spodu rury wolne są od izolacyi. Druty te łączą się z baterią elektryczną i szeregiem dzwonków elektrycznych, dowolnie w fabryce całej rozmieszczonych. W rurze *i* u góry, a więc we wnętrzu rozszerzenia *A*, zawieszono pierścienie z metalu, topiącego się przy ciepłocie cokolwiek wyższej nad 100° . Działanie przyrządu jest następujące: gdy woda w kotle spadnie poniżej linii *N W* natenczas woda wycie-



Fig. 38.

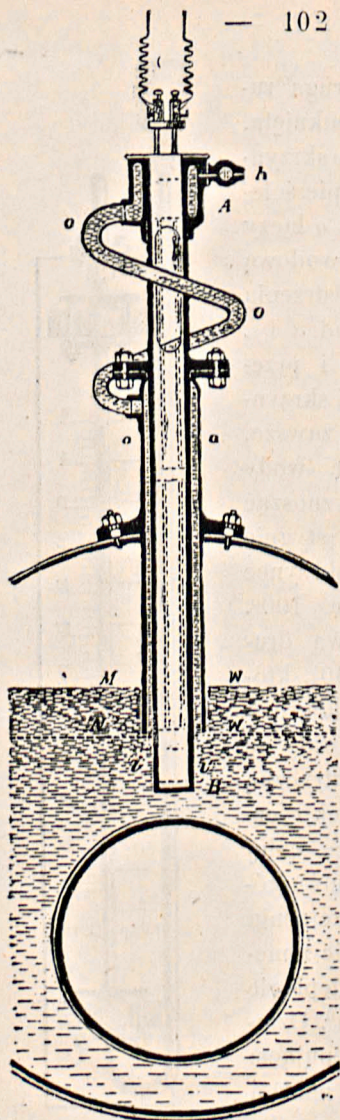


Fig. 39.

ka z przyrządu, a mianowicie z przestrzeni pomiędzy *a* i *i*, z węzownicy *o*, i ze skrzynki *A*. Na miejsce wody wchodzi para, której ciepłota znacznie przewyższa punkt topliwości górnego pierścienia metalowego; pierścień topi się niemal natychmiast, stopiony spada na dno skrzynki i wytwarza metaliczne połączenie drutów *d* i *d*. Następuje zamknięcie prądu baterji elektrycznej, dzwonki elektryczne poczynają dzwonić, ostrzegając o niebezpieczeństwie. Gdy kocioł znów do normalnej wysokości wodą napelniony został, natenczas trzeba otworzyć kran *h*, aby węzownicę i puste przestrzenie przyrządu wodą napelnąć, wyciągnąć druty z rurki *i* i nowy pierścień metalowy za-

wiesić. U spodu rury *i*, ale tam jeszcze, gdzie druty *d* i *d*¹, są izolowane, w rurce *i* wstawiony jest inny pierścień *w*, w celu następującym: koniec *B* rury *i* doprowadza się ku dołowi aż do blachy płomiennej kotła; woda posiada tu najwyższą temperaturę; każdemu ciśnieniu pary odpowiada jak wiadomo (por. § 38) pewna temperatura wody. Przypuśćmy, że pierścień *v*, topi się przy temperaturze 152°. Gdy prężność pary, przekroczy 5 atmosfer, temperatura wody przekroczy 152°, a pierścień *v* ulega stopieniu, metal tak, jak mówiliśmy poprzednio wylewa się na dół skrzynki, tworzy znów połączenie metaliczne, pomiędzy drutami i powoduje dzwonienie na trwozę. W ten sposób ostrzegacz Schwarzkopffa sygnalizuje zarówno brak wody jak i przekroczenie dozwolonego ciśnienia w kotłach. Gdyby przypadkiem zaczęto ogrzewać kocioł nienapełniony wodą, w takim razie blacha płomienna, zanim by się zdołała rozżarzyć, udzieliłaby tyle gorąca od dołu rury *i*, iż pierścień *v* wnetby się roztopił i dzwonki elektryczne w ruch wprowadził.

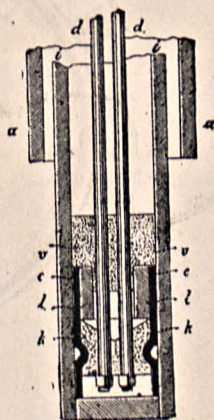


Fig. 40.

„Ostrzegacz“ Dreyera, Rosenkranza i Droopa polega również na topliwości metalu. Fig. 41, 42 i 43. Płyta z metalu, topniejącego przy 80° C., służy za podporę ciężarkowi, połączonemu ze wskazówką. Gdy płyta

przy dotknięciu z parą się topi, natenczas ciężarek spada, skazówka inne przyjmuje położenie a jednocześnie na tarczy białej, czarny, zdaleka widoczny występuje wy-
cinek (por. rysunki) i dzwonek przez kilka minut się odzywa.

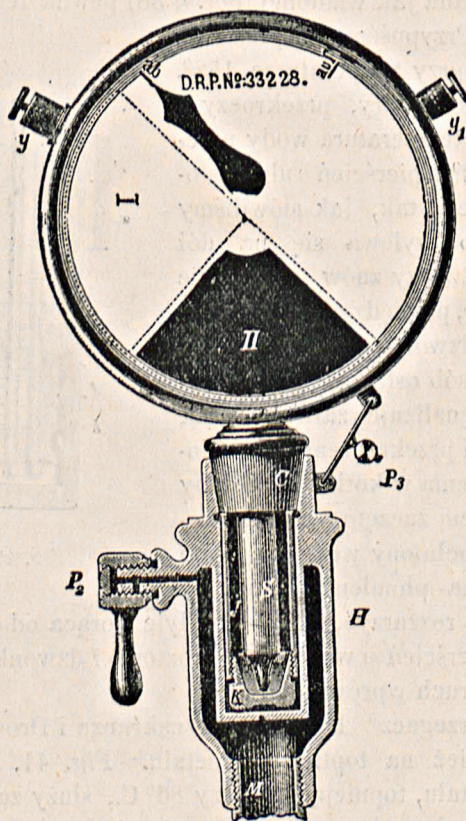


Fig. 41.

Przyrząd składa się z dwu części, a mianowicie ze stożka *C* połączonego z wskazówką *I* (Fig. 41). Stożek oraz ciężarek *S* i metalowa płytka *P* znajdują się w rurze *I*. Druga część przyrządu *H* stanowi rurę połączoną przez *M M* z wnętrzem kotła. Dla odnowienia płytki *P*, można każdej chwili i bez wypuszczenia pary wyjąć stożek wraz z tarczą.

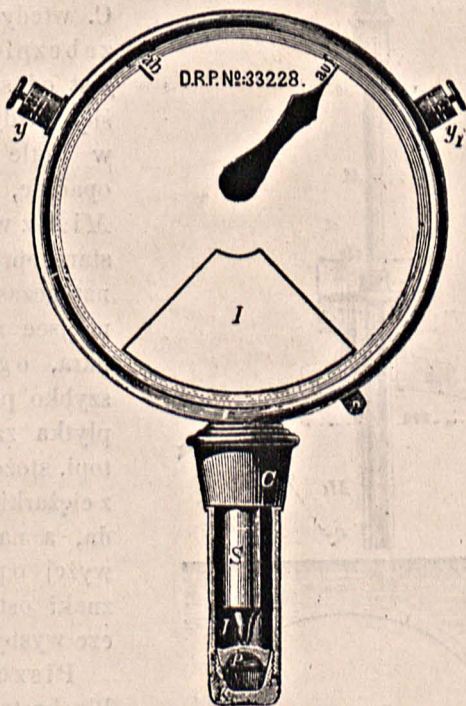


Fig. 42.

Wodę, stojącą w rurce *M* i oblewającą zewnątrz
dolną część przyrządu, należy przed zasadzeniem przyrządu

ostudzić; w godzinę spada jej temperatura sama przez się, wskutek oziębienia do mniej więcej 55° C. wtedy płytka zabezpieczoną jest od stopienia się. Gdy woda w kotle o tyle opadnie, iż rura *M* i *H* z wody zostaną opróżnione, natenczas w to miejsce napływa para, ogrzewa szybko przyrząd, płytka zaraz się topi, stożek wraz z ciężarkiem opada, a na tarczy wyżej opisane znaki ostrzegawcze występują.

Piszczałka
Blacka także czę-

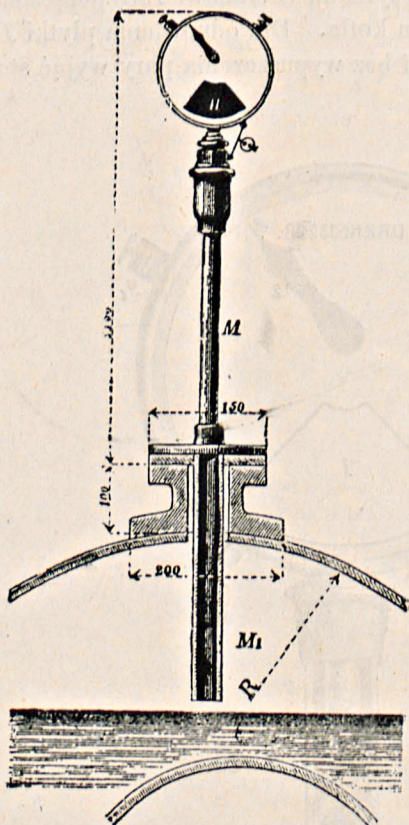


Fig. 43.

sto bywa stosowana. Zasada tego przyrządu polega również na łatwej topliwości niektórych stopów metalowych. Fig. 44. Gdy woda w kotle opadnie poniżej rurki przyrządu, w rurę tę dostaje się para, topi płytkę metalową i uchodząc w górze przez piszczałkę gwizdzie przeźliwie i w ten sposób ostrzega.

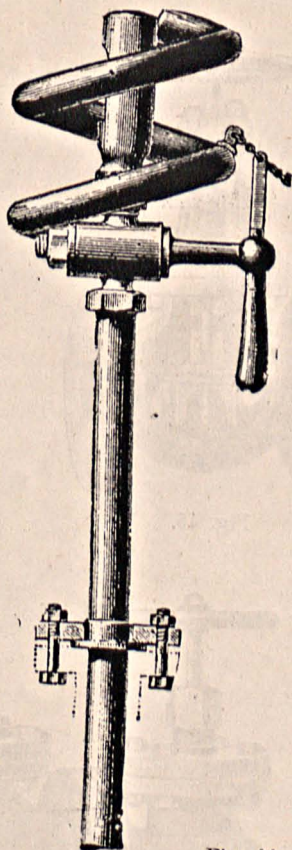


Fig. 44.

Wentyle zasilające.

§ 23. Każda pompa zasilająca, połączoną jest za pomocą rur z kotłem. Dla regulowania ilości wody zasi-

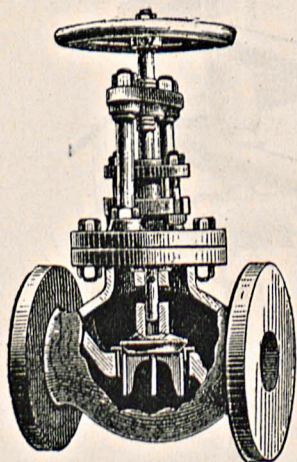


Fig. 45.

lającej, oraz dla zapobieżenia wracania się jej z kotła, niezbędnym jest w rurze tuż przy kotle wentyl zasilający, dający się zamykać ręcznie, za pomocą koła. Grzybek wentyla Fig. 45 nie jest połączony z trzpieniem, może więc przy podniesionym trzpieniu podnosić się i otrzymując z dołu ciśnienie, wywarłe przez pompę dać wodzie wejście swobodne;

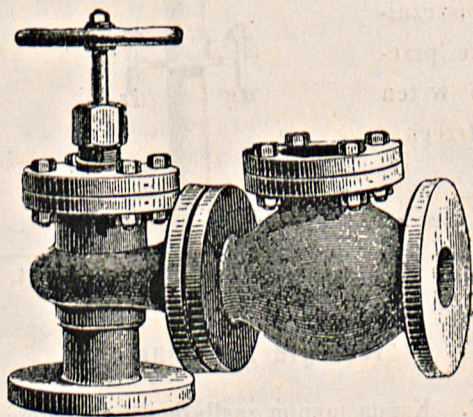


Fig. 46.

natomiast, gdy pompa działać przestanie, grzybek zapada, ciśnienie kotłowe go zaciska i połączenie w kierunku odwrotnym jest przerwane. Zapór zasilający jest zazwyczaj wentylem stożkowym. Jest on łączony ze zwykłym przepustowym wentylem Figura 46. Urządzenie takie daje możność odłączania wentylu zasilającego od kotła w czasie roboty, jeśli np. wentyl ten wymaga naprawy, zamiany i t. p. Bez wentyla dodatkowego koniecznością się staje wygaszenie kotła i wypuszczenie wody.

Do przyrządów zasilających kotły, należy też pompa zasilająca, czyli alimentacyjna lub smoczek czyli inżektor. Pompa zasilająca jest zwykłą, tłoczącą pompą wodną. Pompa posiada dwa wentyle, jeden od zbiornika wody, drugi od kotła. Przy ruchu tłoka w jednym kierunku otwiera się wentyl przy zbiorniku, a woda zeń wchodzi w przestrzeń pod tłokiem; przy powrotnym ruchu tłoka wentyl przy zbiorniku się zamyka, a ciśnienie otwiera zapór do kotła i wtłacza doń wodę.

Gdy pompa zasilająca posiada własny cylinder parowy, natenczas stanowi oddzielną maszynę parową. Zasada, która posłużyła do budowy smoczków parowych (inżektorów) jest zjawisko mechaniczne następujące: gdy puścimy wartki strumień płynu lub gazu pod wysokim ciśnieniem, tak, aby szybko przebiegał przez szersze naczynie napełnione płynem, albo gazem, wolnymi od ciśnienia, to prąd gwałtowny na swym przebiegu porywa z naczynia znajdującą się tam ciecz albo gaz i nazewnąz dalej unosi. Smoczek przedstawiony jest na Fig. 47 str. 110. U góry smoczka jest zwykły zapór, za otwarciem którego para (z rury *P*) wchodzi do środka

i uderza gwałtownie pionowo ku dołowi. Para ta porywa wodę, napływającą z rury wodnej (W) i skrapla się częściowo, udziela część posiadanej siły żywej wodzie, tak, że mieszanina wody i pary toruje sobie przez zapór

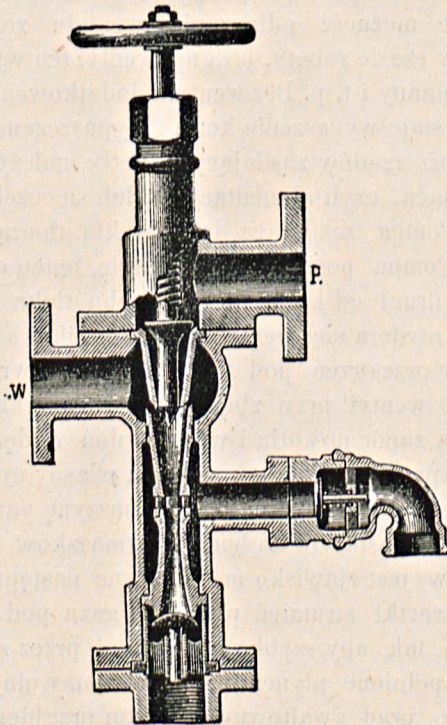


Fig. 47.

wejście do kotła. Smoczek może wodę otrzymywać wprost przez napływ jej z góry, może też ją ssać (przez

wytworzenie próżni); w tym ostatnim wypadku zowie się on smoczkiem ssącym.

Smoczek tylko wtenczas może działać, jeśli para ma dostateczną możność skraplania się w nim. Przy kotłach smoczek wtenczas przeto tylko zastosowanym bywa, gdy woda zasilająca nie jest zbyt gorącą. Przedstawiony na rysunku smoczek działa wtedy tylko dobrze, gdy temperatura wody nie przekracza 30° .

Wentyl parowy,

§ 34. Przy każdym kotle powinien znajdować się wentyl parowy, przedewszystkiem dla wyłączenia czyli odcięcia danego kotła od rur, maszyn, zbiorników i t. p., a także dla regulowania ilości oddawanej pary. Wielkość wentyla tego stosuje się do średniej rury parowej, rura zaś parowa pozostając z jednej strony w stosunku do wielkości kotła, z drugiej strony przystosowaną być winna do wymaganego rozchodu pary. Gdy rura parowa ma bardzo małą średnicę, około 1 — 3 *cm.*, natenczas zamiast zaporu używa się zazwyczaj kрана, przymocowanego wprost do kotła. Przy szerszych rurach parowych,

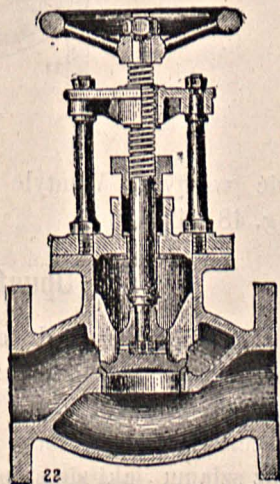


Fig. 48.

należy do kołpaka kotła przynitować najpierw odpowiedni nasad czyli sztucer, a do niego dopiero przytwier-

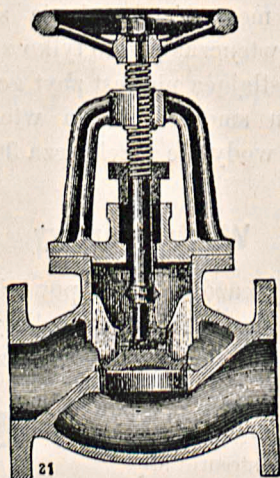


Fig. 49.

dzić wentyl. Wentyle parowe przedstawione są na Fig. 48 i 49.

Upust do wody.

§ 25. Przyrząd ten jest zwykłym kranem lub zaporem, którego wielkość zastosowaną być winna do wielkości kotła (Fig. 50 str. 113). Kran taki służy do wypuszczania wody z kotła, którego bieg został zatrzymany oraz szlamu jaki się stopniowo w nim nagromadza. Zupelne opróżnienie kotła dokonywa się zazwyczaj tylko

przed czyszczeniem. Częściowe upuszczenie wody błotnistej z dołu odbywa się i w czasie biegu kotła; wypływ zachodzi wtedy pod ciśnieniem pary. Przyrząd upustowy umieszczonym być winien na samym dnie kotła; Zazwyczaj przytwierdza go się nie bezpośrednio, ale na końcu długiej rury z kolanem, u spodu kotła przynitowanej, w tym mianowicie celu, aby palacz miał łatwy dostęp do kranu.

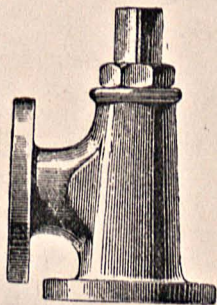


Fig. 50.

Wentyl o stale uregulowanym ciśnieniu.

§ 26. Zdarza się często, iż potrzebujemy mieć do użytku parę o niższem ciśnieniu aniżeli ciśnienie wytworzone w kotle, również zdarza się, iż używamy kilku kotłów, z których nie wszystkie równe wytrzymywać mogą ciśnienie; to jest takich, które otrzymując ze strony napływu parę o jakimkolwiek ciśnieniu, wypuszczają dalej parę o ciśnieniu mniejszem od pierwotnego, stałem, z góry określonym (Fig. 51, 52, 53). Zapor ten tak jest zbudowanym, iż parze napływającej z kotła, stawia opór, zmuszając ją do przechodzenia przez otwór, dowolnie zmniejszony. Para przemykając się wąskim otworem, wielkiej nabiera szybkości, a na wykonanie tej pracy oraz przy koniecznem rozprężeniu się po za zwiężeniem zaporu, traci część swej prężności. Otrzymane ostatecz-

nie ciśnienie pary o tyle mniejszem będzie oczywiście, o ile ciśnienie pierwotne było niższe, zwięźnienie przelotu

większem, a także o ile większem jest zużycie pary.

Wentyle takie muszą same się regulować, to jest wyrównywać ostateczne ciśnienie stale i niezmiennie. Wentyl przedstawiony tu na rysunku przytwierdza się do rury parowej tak, aby tłok sprężynowy oraz manometr znajdowały się po stronie zmniejszonego, stałego ciśnienia (porównaj strzałkę na figu-

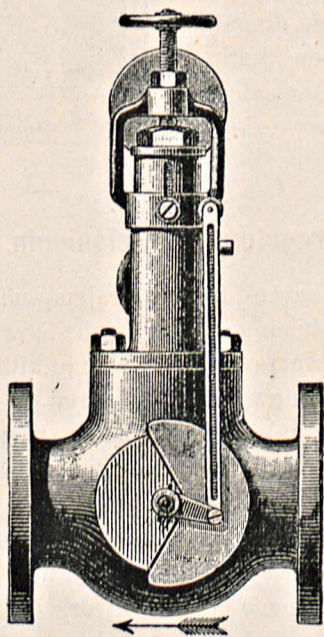


Fig. 51.

rze 51).

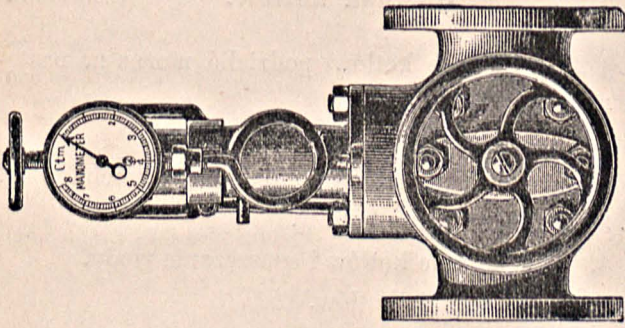


Fig. 53.

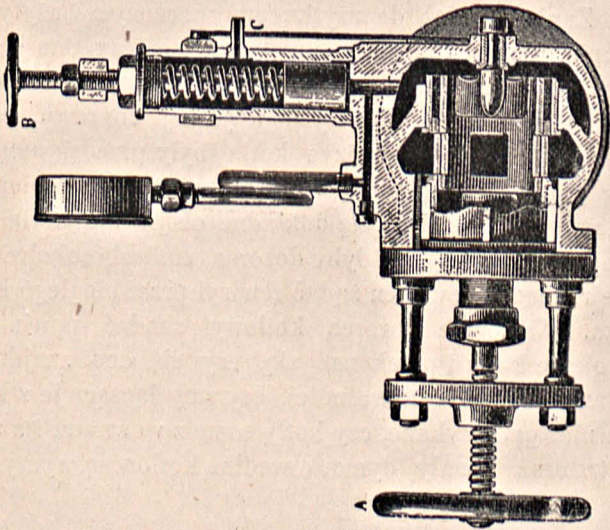


Fig. 52.

Obsługa kotłów.

§ 27. Obsługę kotłów podzielić można na następujące okresy:

1. Przygotowanie kotłów do biegu.
2. Rozpalanie pod kotłami i puszczenie ich w bieg.
3. Bieg regularny kotłów.
4. Wygaszanie kotłów i spuszczenie wody.
5. Oczyszczanie kotłów.

I. Przygotowanie kotłów do biegu.

Zanim kocioł do użytku przeznaczonym i użytym zostanie, dozorca powinien przekonać się, czy stan jego odpowiada przepisom prawnym, umieszczonym w końcu tej książeczki, czy nie wymaga jakiej naprawy, czy wreszcie przepisane rewizje kotła były przedsięwzięte i czy jeszcze przysługują kotłowi na czas jego biegu. W każdym razie zaleca się dokładne obejrzenie kotła ze strony wewnętrznej. Gdyby dozorca znalazł cokolwiek podejrzanego, powinien żądać rewizji przez biegłego kotlarza. Następnie dozorca kotłowy zbadać powinien uzbrojenie kotła i przekonać się, czy się ono znajduje w stanie zupełnej używalności, czy rury łączące je z kotłem nie są pozatykane, czy kotły same z wewnątrz i z zewnątrz oraz kanały dymowe wzdłuż kotłów są wyczysz-

czone tak, aby ani niebezpieczeństwa żadnego dla biegu kotła nie było, ani też daremne marnowanie opału koniecznym następstwem złego stanu czystości nie było. Wreszcie kotłowy upewnić się jeszcze winien, czy podmurowanie i obmurowanie nie jest gdziekolwiek uszkodzonym. Zdarzało się bowiem, że podstawy wspierające kocioł lub łapy, na których jest zawieszony, przeżarte były przez długoletnie działanie żaru i kocioł w biegu wychodził z położenia; nieraz też bieg kotła był nieprawidłowy z powodu zatkania kanałów płomiennych popiołem i sadzą. Dopiero po przekonaniu się, iż wszystko powyżej opisane w porządku się znajduje, kotłowy może przystąpić do uszczelnienia włączów. Przy uszczelnianiu włączów, należy najpierw pokrywy ich i powierzchnię uszczelnienia, do pokryw przyległą, dokładnie oczyścić, śruby wypróbować pod względem dobrego chodu i dokręcania się, brzegi pokryw kitem miniowym starannie zasmarować i obłożyć należycie warkoczem konopnym napojonym obficie pokostem. Po założeniu pokryw należy śruby równomiernie poprzyściagać. Do uszczelnienia zamiast kitu i konopi używane też być mogą pierścienie gumowe. Pokrywy dociskane być winny mocno od wewnątrz kotła, a śruby w pałaku przytrzymującym jak najmocniej dociagać wypada. Przy zakładaniu rurek wodoskazowych, należy pilnie baczyć, czy połączenia kotła z kranami wodoskazu są czyste i dość obszerne. Szklą zasadzone być winny zupełnie pionowo, a przy uszczelnianiu ich za pomocą gumowych pierścieni, albo lepiej na knot pleciony, obficie nałożony, baczyć należy, aby

śruby nie były za mocno dociągnięte; rozgrzewające się bowiem szkło musi mieć możność swobodnego rozszerzania się. Wentyle w pełnym swym składzie, co do jednego, winny być dokładnie zbadane i oczyszczone. Przy wentylach bezpieczeństwa, wszystkie części być powinny naoliwione, aby luźno i swobodnie chodziły, ciężary winny być sprawdzone i dobrze ustawione. Przewody parowe uszczelnione być muszą, jeśli tego potrzeba. Manometru zakładać nie należy wcześniej aż po zbadaniu i oczyszczeniu, rurki łączącej go z kotłem. Jeżeli kocioł przed puszczeniem go w bieg, był w naprawie, należy poddać go próbie wytrzymałości na ciśnienie wodą; do próby tej winien on być wyosobnionym a więc odłączonym od przewodu parowego i od innych kotłów, co skutecznie się daje najlepiej przez nasadzenie ślepek (blindszajb) na miejscach złączenia. Dla napełnienia kotła, powinno się brać wodę o ile możności czystą. O ile do napełnienia kotła użytą zostanie pompa ręczna, kotłowy winien zbadać czy jest czystą, czy ma uszczelnienie czyste, świeże i dobre, a jeśli nie, to dać nowe w pompie pakunki, tak, aby przyrząd działał wzorowo. Próba ciśnienia wykaże raz jeszcze, czy kocioł jest szczelny i czy zapór bezpieczeństwa dobrze działa. Gdy kocioł po próbie szczelnym się okazał, a jakimkolwiek małym przez próbę wykazanym niedokładnościami stanowczo zaradzono, tak, że co do szczelności żadna nie zachodzi wątpliwość, wtedy dopiero do dalszych przystąpić można robót. Przy opatrywaniu palenisk, a więc przy zakładaniu belek rusztowych i rusztów baczyć nale-

ży po pierwsze, aby żelaza te miały dość miejsca swobodnego na rozszerzanie się w gorącu; a powtóre, aby powietrze miało pomiędzy pojedynczemi rusztami dostateczne przejście. Niespalony węgiel nie powinien przelatywać pomiędzy rusztami, odstępy więc między rusztami powinny być zastosowane do jakości paliwa. Próg ogniowy należy zbudować z ogniotrwałej cegły i takiejże gliny. Zasuwa dymowa (szyber) lekko chodzić powinna. Do robót przygotowawczych należy również oczyszczenie studni, smoków, przewodów, rur ssących, zbiorników wody zasilającej, pompy zasilającej i wogóle maszyn. Do tychże robót należy jeszcze zbadanie drzwiczek i popielnika; kłapa popielnika z łatwością powinna się otwierać i zamykać, gdyż służy ona do regulowania dostępu powietrza pod ruszty. Obmurowanie zbadać należy czy nie ma gdzie pęknięcia, szczelin i t. p., przez które kanały wciągacby mogły zimne powietrze z zewnątrz, nadzwyczaj szkodliwe dla pomyślnego opalania pod kotłami. Gdy kotłowy przekonał się, że wszystko w należytem znajduje się porządku, gdy wszelkie braki i niedokładności usunięte zostały, gdy wreszcie palacz zaopatrzył się w drągi i grace do należytego czyszczenia rusztów w czasie biegu, potrzeba kocioł napęlić wodą czystą przynajmniej aż po kreskę najniższego poziomu wody.

2. Rozpalanie pod kotłami przy puszczeniu w bieg.

Podczas rozpalania otwarte być powinny krany próbne, oraz zapory bezpieczeństwa i parowy, aby powie-

trze swobodnie z kotła uchodzić mogło. Na przednim ruszcie układa się drzewo lub wióry, a po za tem dopiero cienką warstwę węgla, a zapaliwszy drzewo zostawia się otworem tak drzwiczki jak i zasuwę kominową (szyber). Drzwiczki wtedy dopiero zasunąć wypada, gdy już ogień do tego stopnia się rozpalil, że go na ruszcie rozgarnąć można. Stopniowo palacz pokrywa cały ruszt warstwą węgla, zwolna i ostrożnie zwiększając dostęp powietrza. Gdy woda w kotle ogrzana będzie tak, iż będzie ciepłą, ale manometr jeszcze czynnym nie jest i para zaledwie się wywiązuje, należy wypuścić nadmiar wody ponad kreskę najniższego poziomu. Dopiero od chwili gdy przy kranach próbnych lub przy wentylu bezpieczeństwa ukaże się para, należy zamknąć krany i wentyl parowy, i można już śmiało dostępu powietrza pod ruszty nie hamować. Pary z kotła nie należy używać wcześniej, aż gdy w kotle osiągnięte zostaje właściwe ciśnienie. Unikać należy, aby podczas puszczenia kotła i początkowego zużycowania pary (t. j. puszczenia maszyny np. zasilanej przez kocioł) zapór bezpieczeństwa w ruch wprawionym być musiał, t. j. aby ciśnienie przeszło ponad normalne. W każdym razie wentyl ten zwolna i małą tylko ilość pary wypuszczać winien. Gdyby jednak — czego niedopuszczać należy — ciśnienie podniosło się ponad dozwolone najwyższe, porządkiem przepisane, należy natychmiast rozpocząć lub o ile się da wzmożnić zasilanie kotła wodą, ciąg powietrza w palenisku zmniejszyć, drzwiczki paleniskowe na oścież roztworzyć. Zwolna i ostrożnie należy otwierać zapór parowy, puszczać bardzo powoli parę do maszyn.

Z ostrożnością też należy dociągać uszczelnienia i pakunki przy kotle i przy maszynach, gdy normalne ciśnienie w nich się ustanowi. W czasie rozpalania kotłowy winien stale badać i po kilkakroć próbować armaturę, mianowicie manometr oraz wodoskaz.

3. Bieg zwyczajny kotłów.

W czasie zwykłego i prawidłowego biegu kotłów, na dwie rzeczy przedewszystkiem dozorca zważać powinien: po pierwsze, aby woda nigdy nie opadła poniżej najniższego poziomu i powtóre, aby prężność pary nie przewyższyła nigdy najwyższego dopuszczalnego ciśnienia. Wodoskaz próbowanym być musi często, a mianowicie gdy woda w szkiełkach zbyt spokojnie stoi. Próby tej najlepiej dokonywać w sposób następujący: zamknąć kran wodny, dolny, upustowy wodoskazu otworzyć; wtedy przez całą długość rurki szklanej para idzie sama; przepływ taki pary utrzymać przez pół minuty około. Później kran parowy wodoskazu zamknąć, a otworzyć kran wodny, tak aby znów czysta woda przez jakie $\frac{1}{2}$ minuty przez rurkę przepływała. Teraz, dolny kranik upustowy zamykając a otwierając kran parowy, możemy z szybszego lub wolniejszego ukazania się i poruszania wody w szkiełkach sądzić o stanie w jakim się wodoskaz znajduje. Gdy wodoskaz jest zanieczyszczony woda bardzo powoli w rurach się ukazuje; gdy jest czystym, wtedy woda do pierwotnego stanu powraca, natychmiast, w tej samej chwili, gdy przywracamy komunikację paro-

wą a zamykamy wypust na zewnątrz. Narzucaniem paliwa na palenisko, powiększaniem lub zmniejszaniem ciągu powietrza, kierować powinien stan manometru. Węgłe powinny iść do paleniska w kawałkach niezbyt dużych, należy je rozgarniać na całej powierzchni rusztów, tak, aby wysokość warstwy nie przenosiła 100—150 mm. Przy regularnym odbiorze pary, gdy żużła zbyt wiele się nie utworzyło, gdy więc dostęp powietrza jest dostateczny, popielnik oświetlonym jest wyraźnie przez płomień, utrzymywany na ruszcie. Według tego odcienia w oświetleniu należy podsycać ogień przez rozgarnianie paliwa gracą. Drzwiczki, podczas dokładania węgla, nie powinny być nigdy dłużej jak 10—12 sekund otwarte, o ile nie wymaga roztwarcia gracowanie na ruszcie. Gdy jeden palacz obsługuje kilka kotłów, robotę dokładania paliwa i poprawiania płomienia pod kotłem wykonywać powinien kolejno, z pewnymi, regularnymi przerwami; nigdy zaś dwu kotłów jednocześnie drzwiczki być otwarte nie powinny. Przy wyborze węgla palacz starać się winien o możliwie największą oszczędność paliwa; korzystną jest mieszanina węgla tłustego z chudym w stosunku 1 : 3 lub 1 : 4; wywiera tu jednak wpływ rodzaj rusztów i siła ciągu. Węgiel z dużą zawartością siarki jest nieodpowiednim. Baczyc również wypada na dobre zachowanie węgla przed użytkowaniem, a więc, aby nie był zadługo wystawiony na działanie powietrza. Węgiel leżący zbyt długo na powietrzu traci do 20% wartości opałowej. Dobry palacz powinien znać i zapisywać ilość codziennie spalonego węgla, również liczbę szufli węgla, jaką wypada mu dorzucać za każdym razem

do paleniska; dalej zdawać sobie sprawę powinien, na jak długo i ile razy na godzinę drzwiczki bywają roztwierane i przy jakim roztwarciu zasuwę kominowej najlepsze osiągać się daje spalanie. Unikać należy dopuszczania zarówno zbyt dużej jak i zbyt małej ilości powietrza pod ruszty. Najlepszą przy tem wskazówką jest wygląd popiołu w popielniku. Popiół powinien mieć wygląd jasnoszary (popielaty) i drobnoziarnisty. Usuwanie żużli winno się odbywać w czasie przerw w biegu kotłów, a przy zwykłym biegu wtedy tylko, gdy ruszty do tego stopnia żużlem się już zalały, iż za pomocą gracy, użytej od góry i od spodu, wygarnąć ich nie podobna. Wtenczas trzeba płomień w palenisku, o ile się da zmniejszyć, węgle o ile można wypalić, zasuwę kominową zasunąć, a ruszt oczyścić albo na całej szerokości odrazu, albo zgarnawszy najpierw głównie żarzące się na jedną połowę szerokości, a po oczyszczeniu z żużla drugiej połowy, przystąpić do czyszczenia pozostałej powierzchni rusztu. Najlepiej jest czyścić odrazu cały ruszt, odgarnawszy wszystkie głównie ku progowi ogniowemu, do tyłu paleniska. Żużel wybija się z pomiędzy rusztów za pomocą ostro zakończonego drąga żelaznego, a następnie wygarnia się hakiem. Gdy ruszt w ten sposób oczyszczonym został, rozgarnia się po nim pozostałe głównie i zaraz dorzucając świeżego węgla, otwiera się zasuwę kominową a zamyka drzwiczki od paleniska. Przy dziennej i nocej zmianie powinna jedna zmiana, zdawać drugiej palenisko z żużla należycie oczyszczone, a odchodzący palacz oddalić się nie powinien, dopóki następcy swemu wszystkich

części, jakie obsługuje, w całkowitym nie zda porządku. Palacz również przeciwdziałać winien, tworzeniu się kamienia kotłowego, dbać więc naprzykład aby soda, gdzie jej dodają, do wody zasilającej dodawaną była. Przy użyciu wody zawierającej dużo soli, zaleca się od czasu do czasu odpuszczania wody przez upust, o ile można stale, pod niskim ciśnieniem pary, a więc w chwilach postoju, zawieszenia biegu, i dopełniania świeżą wodą. Odpuszczanie wody pod wysokim ciśnieniem szkodliwym jest dla kotła. Upust wodny winien być utrzymywany w należyty porządku i ciągłej sprawności. Każdy palacz winien przepisów służbowych ściśle, pilnie i sumiennie przestrzegać. Niedbałego i przepisów nie przestrzegającego palacza lub kotłowego, mianowicie co do utrzymywania wodostanu i ciśnienia pary, bezwarunkowo wydalić ze służby należy. Do palaczy należy również staranie się o czystość i porządek w kotłowni, aby wszelkie przedmioty niepotrzebne i nie przynależne tu się napróżno nie znajdowały. Palacze i kotłowi nie powinni mieć żadnego dodatkowego pobocznego zajęcia. Obcym osobom wstęp do kotłowni winien być wzbroniony. Przy takim bowiem urządzeniu różne tu i owdzie stosowane zabezpieczenia jako to: kraty i ogrodzenia, które palacza tylko w czynnościach krepują, stają się niepotrzebne. Kotłownia nie może i nie powinna być magazynem materyałów i t. p. fabrycznych; tylko części zapasowe do kotłów, i do obsługi mogą się tam znajdować, zamknięte wszakże w oddzielnej szafie. Na obmurowaniu kotłów nie leżeć nie powinno, nie takiego coby utrudniało dogład i tamowało przejście, a tem bardziej coby mogło zakrywać jakikol-

wiek przyrząd bezpieczeństwa przed palaczem. Szczególnej uwagi i pilności ze strony palacza wymagają te przypadki, gdy wytwarzanie pary nie odbywa się spokojnie i prawidłowo, lecz w sposób gwałtowny, to jest gdy woda w kotle wrze. Szkodliwym jest to i groźnym nie tylko dla kotła, lecz i dla maszyn parowych. Kocioł i maszyny doznają gwałtownych wstrząśnień, które do ich rozsądzenia niekiedy doprowadzić mogą. Gdy gwałtowniejsze wrzenie wody się objawi, należy koniecznie zasuwę kominową opuścić celem zamknięcia kanałów, ogień możliwie wygasić, a zasilanie kotła świeżą wodą o ile się da wzmocnić. Wentyl bezpieczeństwa pozostaje wtedy zamkniętym; na krany wodoskazu pilną zwracać uwagę; kurki te należy jaknajczęściej sprawdzać, próbować, wodostanu właściwego przestrzegać. Mocnego wrzenia przyczyną najczęściej bywa błotnista, nieczysta woda, jaką się otrzymuje np. gdy kocioł niedostatecznie został oczyszczony; najskuteczniejszym więc środkiem bywa częściowe wypuszczenie wody pod ciśnieniem. Przy wrzeniu najbardziej cierpią kotły rurowe i wogóle kotły o szczupłej przestrzeni parowej, gdyż w kotłach tych obecność szlamu najwięcej odczuć się daje, szczególnie gdy palacz przy obsłudze błąd jaki popełni, np. gdy zbyt nagle roztwiera zapory. Nietrudno, przez gwałtowne otwieranie wentylów wywołać wrzenie w kotle umyślnie, niejako sztucznie. Gdy obsługujący kotłownię pozwalają wodzie wrzeć, nie zwracając na ten stan uwagi lub nie podejmując dość szybko środków zaradczych, zjawisko to może stać się przyczyną wybuchu a co najmniej rozpalenia się blach kotłowych, które wtedy łatwo

pękają. Jeżeli kotłownia, co pewien okres czasu np. w nocy, nie jest czynną, przy zatrzymaniu biegu należy ogień do tyłu paleniska odgarnąć, ruszt zostawić przykryty popiołem tylko, a zasuwę kominową zamknąć; w tym stanie jednak kotła bez nadzoru zostawić nie można. Jeśli palacze podczas nocy kotłownię opuszczają, ogień winien być zupełnie wygaszony, ciśnienie do możliwych granic obniżone, poziom zaś wody, o ile się da, wysoko utrzymany, oczywiście przy zamkniętych przez zasuwę kanałach kominowych. Na nieszczelności wszelkie, bądź w kotle bądź też w uszczelnieniach, palacz winien bacznie zwracać uwagę, nadewszystko zaś obowiązany jest czuwać, aby żaden kocioł nieszczelny ani na chwilę czynnym nie był.

Przy rosnących powszechnie cenach opału uwagę zwracać należy, aby straty ciepła możliwie ograniczyć i wszelkimi środkami im zapobiegać; natomiast wartość opałową węgla możliwie starannie wyzyskać i podwyższać. Korzystne wyniki palenia, osiągnąć można nie tylko przez odpowiednie urządzenie kotłowni, ale także w znacznej mierze przez umiejętne obchodzenie się z kotłami, t. j. dobrą obsługę. Kotły o szerokich rusztach powinny być zaopatrzone w drzwiczki podwójne, przez parę drzwiczek bowiem równomierne pokrycie rusztów węglem znacznie łatwiejszem się staje niż przy drzwiczkach pojedynczych; otwierając na przemian drzwiczki raz z jednej raz z drugiej strony (prawe, lewe) unika się zbytniego naraz napływu chłodnego powietrza do paleniska. Niepotrzebne oziębianie gazów pod kotłem oczywiście w prostym jest stosunku do przekroju otworu drzwi

odmykanych a także do czasu, w ciągu którego drzwi otworem stoją. Dlatego też przy parze drzwiczek rozwierać je należy naprzemian, a węgiel również naprzemian dorzucać raz na jedną połowę rusztu, raz na drugą, spychając paliwo świeże wzdłuż po jednej stronie, gdy na drugiej połowie rusztu węgiel się spala. Daje to możność dobrego nałożenia węgla na ruszcie i zapobiega wydobywaniu się dymu w większej ilości: gazy wydobywające się ze świeżo wrzuconego węgla, ulegają zaraz zapaleniu i spaleniu, stykając się z rozżarzonemi gazami drugiej strony rusztu. Samo się przez się rozumie, że dostęp powietrza powinien być dostateczny. Dorzucanie do jednej połowy węgla wtedy dopiero winno być dokonaniem, gdy węgiel po drugiej stronie dobrze się rozpalil i w najlepsze się żarzy.

Ponieważ przepis zamykania zasuwę podczas dorzucania węgla przez palaczy często bywa pomijanym, dobrze jest zastosować urządzenie mechaniczne, które stale za otwarciem drzwiczek samodzielnie zasuwę w kanałach zamyka. Nie trudno bowiem pałąk od drzwiczek kotłowych stanowiący zewnętrzne zamknięcie, rodzaj klamki, połączyć za pomocą drążków, lub łańcuchów z zasuwą kotłową, tak, że przy wyhaczeniu pałąka t. j. otwarciu drzwi, opada na dół zasuwka a kanał się zamyka.

Wydobywanie żużla najczęściej w ten sposób się odbywa, iż po zgarnięciu czystych węgli do tyłu paleniska, wyjmujemy żużel przez drzwiczki na zewnątrz. Przy tem jednak od gracy rujnują się często progi płomienne. Lepiej więc jest zgarniać ogień na boki rusztów, a po

oczyszczeniu stopniowem całego rusztu rozgarnąć dokładnie głównie żarzące. Podczas wydobywania żużli można zasuwę kominową trochę otworzyć, aby żar paleniska czyszczącemu rusztu zanadto nie przeszkadzał. Przy najlepszem nawet nakładaniu na ruszt, część drobnych kawałków węgla niespalonych spada przez otwory rusztu pod ruszt; dobrze jest więc, aby palacz, przed końcem roboty, odpowiednią zawartość popielnika napowrót do paleniska wrzucił, aby niespalone kruszyny węgla możliwie wyzyskać.

Wielkiego dla kotłów znaczenia jest wymiar rusztu. Licznymi doświadczeniami stwierdzono, iż są pewne granice wytyczne dla ilości węgla, którą na jeden metr² rusztu w ciągu godziny z korzyścią spalić można. Na 1 m² rusztu można spalić zazwyczaj przez godzinę węgla najlepszych gatunków 75 kg., gorszych gatunków najwyżej 100 kg. Im mniejszą jest jednak powierzchnia rusztu w stosunku do kotła tem wyżej iść można i należy z ilością spalonego na 1 m² rusztu opału. Przy małych powierzchniach rusztowych u nas ($\frac{1}{55}$ — $\frac{1}{66}$ pow. ogrzewalnej kotła) dochodzi się do rozchodu węgla kamiennego 130 — 140 kg. na 1 m. i 1 godzinę, co zależy zresztą od siły ciągu kominowego. Od stosunku powierzchni rusztów do powierzchni ogrzewalnej zależną jest wysoce sprawność i ekonomiczność kotła; stosunek ten zmienia się zresztą względnie do gatunku opału. Powierzchnia rusztu tem większą być winna, im więcej dany opał wymaga powietrza w jednostce czasu, dla zupełnego spalenia. Dla węgla chudych i koksów wynosić powinna powierzchnia rusztów $\frac{1}{40}$ — $\frac{1}{50}$ — $\frac{1}{60}$, dla węgla angielskiego

skich, westfalijskich i belgijskich $\frac{1}{37}$ — $\frac{1}{40}$ powierzchni ogrzewalnej; wogóle jednak im mniejszą utrzymać możemy powierzchnię rusztów, tem lepsze osiągamy palenie. Najlepsze są (przy innych warunkach zbliżonych) te ruszty, które na daną jednostkę powierzchni, najwięcej powietrza przepuszczają, gdzie zatem największy wypada stosunek otworów między rusztowych do całej powierzchni rusztów.

Małe częstokroć znaczenie przypisują progom ogniomym; jest to jednak błędem. Progi bowiem przyczyniają się do dokładnego zmieszania się powietrza z gazami palnemi, zwracają płomień w kierunku prostopadłym do osi kotła, przez co kocioł więcej ciepła otrzymuje, aniżeli by to być mogło, gdyby płomień odrazu popędził w kierunku podłużnym; wreszcie progi chronią pierwszy kanał płomienny od zanieczyszczenia popiołem i żużłami. Ponieważ przeciąg dostateczny powietrza koniecznym jest dla dobrego spalania, starać się należy, aby komin ciągnął z odpowiednią siłą. Z drugiej strony, zanadto silny ciąg nie jest korzystnym, gdyż wtenczas powietrze pędzi zbyt szybko przez palenisko i kanały, gazy za mało mają czasu do oddania kotłom swego ciepła, i gorące do komina uchodzą. Oprócz pojedynczych dla każdego kotła zasuw, należy zatem u końca kanału dymowego umieścić zasuwę wspólną, która nastawioną być winna, zależnie od potrzeby; po odpowiednim nastawieniu, powinna ona być zamkniętą na klucz, aby palacze dowolnie położenia jej zmieniać nie mogli. Gdy ciąg jest niedostateczny, a budowy komina zmienić nie można, wypada uciec się do wentylatora za pomocą którego wdmuchuje się powietrze przez

szczelnie zamknięty popielnik. Ciśnienie 8—12 *mm* słupa wodnego jest wtedy dostateczne. Przy dostatecznym ciągu naturalnym, ciąg na rusztach odpowiada 4—5 *mm* słupa wody, a u stóp komina nawet 19—25 *mm*. Zastosowanie smoczków parowych, pobudzających ciąg na ruszcie jest, ze względu na zużycie pary, kosztownem; lepszym więc jest dobrej budowy wentylator, pędzony mechanicznie przez maszynę fabryczną. Przeciąg, sztucznie wzmocniony, pozwala na dawanie przegród i na takie zmiany w przekroju kanałów dymowych, jakich zaprowadzenie przy przeciągu naturalnym, jest zgoła niemożliwym. Nie chcąc, aby gazy za gorące uchodziły do komina, przepuszcza się je przez ogrzewacz. W dobrze urządzonej kotłowni temperatura gazów kominowych nie powinna przewyższać 150%. Dalsze ochładzanie gazów nie jest bynajmniej korzystnem ani odpowiedniem, zwłaszcza gdy woda zasilająca bywa chłodniejszą; natenczas bowiem na ściankach ogrzewacza para wodna z gazów skrapla się, a żelazo szybko rdzewieje. Kilkakrotnie już wspomniano, iż wszelki dopływ do kanałów powietrza zimnego inną drogą niż przez ruszty jest zawsze szkodliwym, o ile powietrze wchodzące do kanałów dymowych nie przyczynia się do spalania, służy ono tylko do oziębiania wytwarzanych gazów; wchodzi bowiem zimne, a uchodzi do komina gorące.

Łatwo odkryć szczeliny, któremi powietrze przenika do kanałów ogniowych za pomocą zapalonej świecy, której płomień natychmiast zostaje do wnętrza szpary czy otworu wessany; a przy silnym ciągu gaśnie nawet zupełnie.

Bardzo ważnem jest częste i dokładne oczyszczanie kotłów i kanałów ogniowych; a zwłaszcza wszystkich części metalowych, jakie się znajdują w kanałach i są na płomień, dym i sadzę wciąż wystawione. Ważnem jest szczególnie, aby kociołki a głównie t. zw. buliery, mające 60 *cm.* średnicy i mniej, były przelotne t. j. aby na obu końcach miały włazy (manlochy) duże, otwierane. Wówczas, robotnik, czyszczący wnętrze kotła, może swobodnie oddychać, dostępną i łatwą jest nad nim kontrola: można bowiem na całą długość kotła doskonale przejrzeć ścianki, umieszczając w przeciwległym otworze włazowym światło lampy, gdy oświetlenie przy wyjściu od tej strony, z której patrzymy, daje obrazy niewyraźne i nieprawdziwe. I w kotłach o dużym przekroju ten rozkład włazów naprzeciwległych, po obu stronach kotła, bardzo się zaleca, jeśli długość kotła przewyższa 5 *m.* i jeśli to nie są np. kotły rurowe, w których ten układ mniejsze oczywiście ma znaczenie niż dla kotłów innej budowy. Oczyszczanie zewnętrzne, w kanałach, powierza się zwykle kominiarzom; tych jednak koniecznie należy kontrolować, zwłaszcza jeśli robią akordowo, czego wszakże unikać zawsze trzeba. Zdarza się np. że obmurowanie kanału dobrze zostało oczyszczone, a na blachach spoczywa warstwa sadzy, nieraz na 2 *cm.* gruba. Pamiętać zawsze trzeba, że głównie chodzi o czystość ścian kotła, a nie o mury, na których zalegająca sadza stanowi powłokę ochronną przeciw oddawaniu ciepła i zbiegiem czasu sama przez się spala. Rury płomienne tem częściej czyszczone być powinny, im więcej sadzy daje używany wę-

giel. Gdy sadze są suche, najlepiej czyścić z nich, przepuszczając strumień pary; gdy natomiast są lepkie, smoliste, lepsze jest działanie szczotki metalowej; szczotka ta musi mieć odpowiednią twardość, aby mogła służyć za skrobaczkę przy czyszczeniu.

Dla każdej fabrykacyi i do każdego celu pożądanym jest otrzymywanie pary suchej. Parę suchą otrzymuje się przez stale umiarkowane, na godzinę i na $1 m^2$ powierzchni ogrzewalnej możliwie równe jej wytwarzanie; konieczną jest w tym celu także duża powierzchnia parowania, a wreszcie bardzo skutecznym okazuje się suszenie pary przed użyciem. Jak dalece suchość pary jest ważną, okazuje to doświadczenie. Dwie zupełnie równe maszyny, jednakowej budowy, zasilane parą o jednakowym ciśnieniu początkowym, zużyją w danym czasie ilości najzupełniej różne w miarę tego czy para ta wytworzona została równomiernie, bez gwałtownego na kotłach parowania, inaczej mówiąc, zależnie od tego: czy jest suchszą lub więcej moką. Powierzchnia parowania w kotłach bulierowych zawsze jest niedostateczną wobec znacznego falowania wody, jakie zachodzić tu musi przy wznoszeniu się na powierzchnię pęcherzyków pary ze stonkowo znacznej masy wody w kotle oraz w bulierach. Para zawsze tu więc wodę ze sobą unosi. Pod tym względem kotły bulierowe, o wiele niżej stoją od dobrych kotłów kornwalijskich, które znów inne za to wykazują niedostatki. Kotły rurowe i rurowo-bulierowe zawsze dają parę moką, a przeto powinny być zaopatrzone w przyrządy odwadniające (łapacze do wody) lub w urządzenia do suszenia czyli przegrzewania pary.

Kotły bulierowe powinny dostarczać normalnie co najwyżej 16 *kg.* pary na godzinę i 1 m^2 powierzchni ogrzewalnej, kotły rurowe nie wyżej nad 14 *kg.*, zaś kornwalijskie o szerokich rurach płomiennych w tych samych warunkach dostarczać mogą aż do 20 *kg.* pary z 1 m^2 na 1 godzinę. — Zwykle od kotła rurowego wymaga się tylko 12 *kg.*, a przy urządzeniu do suszenia pary można uzyskać nawet 18 *kg.* na 1 m^2 pow. i godzinę.

4. Wygaszanie kotłów i spuszczenie wody.

Przed wygaszeniem kotła, należy go stopniowo zasiląć coraz to mniejszą ilością paliwa, tak, aby przy zamknięciu zaporu parowego, węgiel w palenisku był wypalony. Niedopalony węgiel i popiół wyrzuca się z paleniska i nazewnątrz wygasza; przyczem baczyć należy, aby kocioł nagle nie był wystawiony na nagłą wilgoć z zewnątrz (zwłaszcza przednie dna kotłów wystające poza obmurowanie, głównie przy kotłach kornwalijskich). Stopniowo też, przed wygaszeniem kotła, należy obniżać w nim ciśnienie pary, co przyspieszyć można przez częste otwieranie zaporu bezpieczeństwa, oraz przez zasilanie kotła zimną wodą. Wystrzegać się należy zbyt nagłego wystudzenia kotła, dlatego zasuwą dymowa i drzwiczki powinny być przy wygaszaniu samem zamknięte, a później dopiero stopniowo otwierane. Otwarcie zupełne jest odpowiednie, gdy kocioł już przestygł dobrze; wtedy przyspieszyć trzeba wyziębienie murów w kanałach ogniowych.

W dwie lub trzy godziny po wygaszeniu, przystąpić można dopiero do spuszczenia wody; unikać przy tem należy wszelkiego wstrząśnienia kotła, przez nagłe otwarcie krana spustowego. Po otwarciu kanałów ogniowych i spuszczeniu wody, otwiera się u kotła włazy, a w 6—12 godzin po zejściu wody, zależnie od wymiarów i budowy kotła, przystąpić można do oczyszczania, lub naprawy części uszkodzonych. Przy usuwaniu kamienia kotłowego, nie należy używać zbyt ostrych narzędzi, aby ściany kotła nie uszkadzać. Robotnikom użytym do czyszczenia, powinien majster, palacz czy dozorca, który za oczyszczenie jest odpowiedzialny wyznaczać oddzielne części, gdyż tym tylko sposobem robota łatwiej może być skontrolowana.

Gdy kocioł podlegać ma rewizji wewnętrznej, palacz winien szczególnie przestrzegać, aby kanały i ściany kotła tak zewnątrz jak wewnątrz dokładnie zostały oczyszczone, dla ułatwienia rewizji. Ruszty i progi powinny być usunięte. Gdy następnie przedsięwziąć wypadnie próbę na ciśnienie, kocioł winien być napełniony i od sąsiednich kotłów odłączony. Jeżeli kocioł przez czas dłuższy ma być beczynnym, wszelkich środków użyć należy, aby przez czas spoczynku ani wewnątrz ani zewnątrz nie rdzewiał. Skoro tylko rdza się pokazuje, natychmiast przystąpić należy do pociągnięcia miejsc zagrożonych olejem lnianym z grafitem lub z minią lub mieszaniną gliceryny z glejta ołowianą i t. p. Pokostowanie takie jest tam zwłaszcza koniecznem, gdzie rdza wytworzyła się już w czasie biegu kotła. Korzystnem, a niekiedy nieuchronnem, jest usunięcie obmurowania

przylegającego do miejsc na rdzewienie wystawionych. Dwa są sposoby zapobieżenia rdzewieniu kotła z wewnątrz: 1) kocioł wypełnić całkowicie wodą, ogrzewając ją zlekką przez dzień jeden, w celu wypędzenia powietrza, zamknąć szczelnie i tak pozostawić; 2) kocioł opróżniony, wyczyszczony, wytrzeć do sucha; postawić wewnątrz naczynie z chlorkiem wapna lub z inną solą, ściągającą wilgość (w braku innych ze zwykłą solą kuchenną); ściany pociągnąć jakimkolwiek środkiem (pokostem) przeciwko rdzy, i natychmiast szczelnie zamknąć.

Zewnętrzne ściany kotła w kanałach ogniowych dobrze jest też pociągnąć pokostem olejnym, lub cienką warstwą cementu portlandzkiego; niewystawione na płomień części kotła mogą być pociągnięte maścią ochronną z minii. Tłuszczów żadnych używać nie należy do smarowania kotłów. Ruszty pod nieczynnymi kotłami, jeśli nie zostały usunięte, muszą być zawsze czyste i niezemnie obłożone.

Zwłaszcza wystrzegać się należy zarzucenia rusztów wiórami i wogóle materiałami zapalnymi. Samo się przez się rozumie, że kotły napełnione wodą trzeba lekko ogrzewać, gdy ciepłota na kotłowni spada i zbliża się do zera, w przeciwnym bowiem razie mogłaby woda zamarznąć i kocioł rozsadzić.

5. Oczyszczanie kotłów.

Oczyszczanie kotłów, ma na celu przywrócenie ścianom kotła własności łatwego przepuszczania ciepła; wła-

sność ta znacznie osłabioną zostaje z jednej strony przez osadzanie się kamienia kotłowego i szlamu wewnątrz kotła, a z drugiej strony popiołu i sadzy przykrywających blachy kotłowe z zewnątrz. Oczyszczanie to jest jednym z ważniejszych zadań, które kotłowy czy palacz spełniać lub któremi w każdym razie kierować przynajmniej powinien.

Najlepszą dla kotłów wodą jest woda deszczowa lub miękie wody rzek i jezior, gdyż te kamienia kotłowego nie osadzają; niestety rzadko zdarza się mieć wody tej czystości i należy radzić sobie przy złej nawet wodzie.

Najkorzystniej byłoby, gdyby szlam z kotła usuwać można było codziennie w czasie roboty. Zbudowano nawet przyrządy specjalnie do tego celu. Najpowszedniejszym jest dotąd jednak usuwanie kamienia kotłowego dopiero przy ogólnem czyszczeniu kotła. Chcąc usunąć kamień kotłowy, należy wejść do wnętrza wystygłego kotła i tam wytworzony kamień za pomocą niezbyt ostrych młoteczków kruszyć i usuwać. Młoteczkami temi zlekka ścianki opukiwać wypada, kamień zazwyczaj tedy odpryskuje.

Na zagięciach i załamaniach, gdzie młotkiem pracować nie można, używa się mocnych, zakrzywionych dłut lub skrobaczek. Oczyszczanie z zewnątrz rur u kotłów rurowych odbywa się za pomocą cienkich i giętkich piłek, lub też koniecznem jest część rur wyjąć, aby do pozostałych mieć dostęp łatwy. Rury zagrzewne oczyszcza się przez przetykanie odpowiednim do tego celu przyrządem, posilkując się przytem piaskiem lub żwirkiem. Przy

czyszczeniu kotłów bardziej złożonej budowy, kotłowemu lub palaczowi daje się odpowiednią pomoc. Obok samego kotła, zawsze oczyszczonem i na nowo zrewidowanem być winno całe uzbrojenie. Zapor bezpieczeństwa oraz inne zapory, rozebrane i doszlifowane być powinny; rurkę manometryczną należy starannie oczyścić i gdzie trzeba nowe pozakładać uszczelnienia. Na kotłowym ciąży obowiązek dopilnowania, aby czyszczenie odbyło się bez wypadku. Przedewszystkiem kocioł czyszczony, powinien być dokładnie odłączony od kotłów w biegu będących, wspólne przewody pary, wody zasilającej winny być dobrze i szczelnie zamknięte za pomocą zaporów; kanały dymowe za pomocą zasów i t. d. W kotle i w kanałach powinien być dostateczny przewiew powietrza do oddychania, schody i drabiny prowadzące na kotły, oraz wszelkie pomocnicze narzędzia w porządku znajdować się winny.

Kotłowy i palacz tak w czasie biegu jak i podczas czyszczenia lub innych zajęć przy kotłach, pomocnikom swym dobrym przykładem pod względem trzeźwości i pilności przyświecać powinien.

O wybuchach kotłów.

Nie łatwem wcale jest dokładne określenie, co przez wybuch kotła rozumieć należy. Po długich sporach w tej materji zgodzono się, że ilekroć ściany kotła doznały nagłego i w znacznych rozmiarach pęknięcia

a przez nagły wypływ wody i pary nastąpiło sztuczne, nagle i niespodziewane wyrównanie ciśnień, zjawisko tego rodzaju nazwiemy wybuchem kotła. Każdy kocioł znajduje się w czasie działania pod wyższem ciśnieniem ze strony wewnętrznej niż z zewnątrz. Wskutek zanadto wysokiego ciśnienia, a więc ciśnienia wyższego, aniżeli dozwolone, nastąpić może wybuch przez rozsądzenie. Ciśnienie jednak, w granicach dozwolonego i przewidzianego ciśnienia, może stać się zbyt wielkiem dla ścian kotłowych, jeśli zmniejszyła się wytrzymałość materiału, z którego kocioł jest zbudowany, która mogła być poprzednio, w zwykłych warunkach być dostateczną. Wypadek ten zajść może wskutek przegrzania t. j. rozżarzenia ścian kotła. Rozżarzenie następuje, gdy ogrzewane blachy kotła nie dość szybko oddają ciepło t. j. gdy w kotle brak jest wody, lub gdy powłoka kamienia kotłowego szybkiemu oddawaniu ciepła przeszkadza. W tych warunkach wybuch nastąpić może, choćby ciśnienie nie przekraczało dozwolonych granic. Stan taki kotła szczególniej staje się groźnym, gdy kotłowy i palacz nie o nim nie wiedzą, gdy więc np. przy zupełnym braku wody w kotle o rozżarzonych blachach nagle wtłaczać poczynają wodę zasilającą do tego kotła. W zetknięciu z rozpalonemi ścianami kotła wyzwalają się nagle wielkie ilości pary, a wybuch staje się nieuniknionym. Wadliwa, zbyt słaba budowa kotła, lub zły materiał z którego kocioł zbudowano, mogą być również przyczyną nadmiernych względnie ciśnień i powodować wybuch. Dlatego kupując kocioł, należy przedewszystkiem zważać na dokładność budowy i dobór odpowiedniego materiału,

a w każdym razie krępowanym być nie można wysokością kosztu i wyłącznie kierować się ceną. Kocioł, ze złego materiału lub wadliwie w ogóle zbudowany, zaczyna się w biegu rozciągać, rozprężyć i skręcać w różnych kierunkach; skutkiem czego, nagle powstać może szpara w miejscu napozór najzupełniej bezpiecznem. Gdy wybuch nastąpił w takich warunkach trudno bardzo wyświecić jego przyczynę.

Falszywe ustawienie i podparcie kotła wywołuje nierównie obciążenie różnych części i bardzo szkodliwe napięcia w materiale, może więc także stać się przyczyną niewytrzymałości. Zauważyć trzeba, że ustawienie fałszywe mogło nastąpić przypadkowo, po dokładnem ustawieniu, a wtedy zawsze zostaje niedostrzeżonem i jest najgroźniejsze. Wstrząśnienia kotła mogą się również przyczynić do zmian w wytrzymałości blachy (zmiana napięcia czy naprężenia cząsteczkowego) a przeto stać się powodem zmniejszenia się oporności kotła. Zbyt nagle otwarcie zaporów bezpieczeństwa, zaporów parowych i kranów służących do spuszczenia wody, są przyczyną takich szkodliwych wstrząśnień. Gdy przypadkiem miejsca słabszej oporności nagryzione są jeszcze rdzą, miejsce to ustępuje łatwo pod ciśnieniem i zachodzi wybuch. Miejsca słabszej oporności (czyli szkodliwych napięć) powstać mogą już przy wyrobie blachy kotłowej, mianowicie, gdy blacha ta walcowana była na zimno, lub gdy została zbyt nagle oziębiona. Pęknięcie kotłów z tej przyczyny objawia się już podczas próby wodnej, czasem jednak dopiero po pewnym czasie biegu kotła pod ciśnieniem.

Powody wybuchu kotła mogą być przeto następujące:

- 1) Wadliwa budowa kotła i wadliwy materiał.
- 2) Przeżarzenie kotła, (ściany kotła tracą swą oporność).
- 3) Inne powody przyczyniające się do osłabienia wytrzymałości kotła, jako to: rdza i t. p.
- 4) Różnego rodzaju wstrząśnienia kotła.
- 5) Przekroczenie dozwolonego dla kotła ciśnienia.

Przyczyny wymienione w punkcie 1 nie zostają w żadnym związku z obsługą kotłów. Inne wyżej wymienione powody, dadzą się uniknąć przy dobrej woli i pilności kotłowych.

Przepisy służbowe dla kotłowych.

I. Przed puszczeniem w bieg kotła i w czasie rozpalenia, dozorca przekonać się powinien:

- 1) czy kocioł jest conajmniej do najniższego wodostanu napełniony wodą?
- 2) czy skazówka manometru zeszła do 0 (zera)?
- 3) czy zapór bezpieczeństwa jest zamkniętym w chwili gdy para tworzyć się zaczyna; czy zapór ten łatwo chodzi?

II. Podczas działania kotłów na następujące rzeczy baczyć należy:

- 1) poziom wody nigdy opaść nie powinien poniżej przepisanego najniższego wodostanu;

2) szkła wodoskazu powinny być zawsze czyste; zbierający się w nich szlam należy często odpuszczać; krany próbne chodzić winny z łatwością, należy je przynajmniej 3 razy dziennie otwierać i probować; pływaka często kontrolować.

3) Zapory bezpieczeństwa po kilka razy dziennie lekko unosić i uważać by przy najwyższym dozwolonym ciśnieniu otwierały się szybko i łatwo.

4) Na manometr często spoglądać, uważać, czy ciśnienie spada lub wzrasta. Przy otwieraniu i zamykaniu zaporów parowych i kranów spustowych do wody zwracać uwagę na ciśnienie, otwierać je należy zawsze powoli.

5) Pompy i przyrządy zasilające powinny się zawsze w dobrym znajdować stanie; używać należy na przemian to jednego to drugiego przyrządu zasilającego. Zasilanie kotłów wodą, stale utrzymywanem być winno w biegu i w czasie przerw krótkich, zanim poziom zejdzie niżej przepisanego najniższego wodostanu; wzmocnione być winno w chwilach, gdy ciśnienie pary wzrasta, a także gdy woda w kotle się wrze. W tym ostatnim wypadku trzeba otworzyć zasuwę dymową i drzwiczki, zamknąć zaś zapór parowy.

6) Opał powinien leżeć na rusztach równomiernie i w niezbyt grubej warstwie. Węgla wprowadzać należy szybko i w niezbyt wielkich kawałkach. Równie szybko załatwiać oczyszczanie rusztów z żużla. Przy tych czynnościach zasuwa dymowa winna być zamknięta; pa-

lacz powinien mieć w swój mocy łatwe podnoszenie i spuszczenie tej zasuw kominowej.

7) O ileby woda opadła nagle poniżej najniższego wodostanu, natychmiast usunąć należy ogień z paleniska.

8) Na wypadek dostrzeżenia jakiegokolwiek nieprawidłowości, np. nieszczelności w kotle, w zaporze, w przewodzie parowym i t. p., niedokładności w pompach zasilających, niedostatecznego mianowicie zasilania, zacina nie się zaporu bezpieczeństwa i t. p. dozorca winien na tychmiast o tem kogo należy zawiadomić, i bezwzględnej pomocy i naprawy zażądać. W razie wypuklenia się blachy kotłowej, natychmiast ogień z pod kotła usunąć.

III. Przychodzący na zmianę kotłowy lub palacz powinien bezwzględnie przekonać się o stanie kotłów, zanim opuszczający kotłownię robotnik odejdzie. W szczególności zbadać powinien poziom wody, stan manometru, działanie zaporów bezpieczeństwa, pompy zasilającej i ruchliwość zasuw dymowej.

IV. Całkowite spuszczenie wody z kotła może być dokonaniem przy niskim koniecznie ciśnieniu, i to dopiero wtedy, gdy obmurowanie wystygło; częściowe spuszczenie wody szlamistej, także tylko przy niskim ciśnieniu przedsiębranem być może.

V. Przy czyszczeniu kotłów winien kotłowy baczyć, aby młotki nie były za ostre, dla nitów i blachy kotłowej nieszkodliwe. Rury do wody zasilającej, rury spustowe, rurki wodoskazowe, rurki u kranów próbnych, świstawki sygnałowe, powinny być dokładnie oczyszczo-

ne; wszystkie zapory dokładnie doszlifowane. Sadze i popiół wypada o ile możności często usuwać, blachy kotła z zewnątrz starannie oczyszczać.

VI. Kotłowy powinien dbać o porządek w kotłowni, zwracać uwagę na obmurowanie kotłów i ludzi obcych do kotłowni nie wpuszczać!



PRZEPISY DO BUDOWY, USTAWIANIA I UTRZYMANIA KOTŁÓW PAROWYCH

jako też i trybu ich sprawdzania,
zatwierdzone przez p. Ministra Skarbu

dnia 30 lipca 1890 r.

I. Określenie kotłów parowych.

§ 1. Wszelkie przyrządy zamknięte, w których pod działaniem płonącego paliwa, płyny przechodzą w stan pary, zdolne osiąść ciśnienie (bezwzględne) wyższe od ciśnienia atmosfery, uważane być winny za kotły parowe i ulegać mają przepisom poniżej wyłożonym.

Uwaga. Nie ulegają tym przepisom takie kotły parowe otwarte, które mają wprost połączenie z atmosferą za pomocą rury pionowej, wchodzącej w wodę, mającej więcej niż $3\frac{1}{2}$ " (89 mm.) średnicy wewnętrznej, a mniej niż $2\frac{1}{2}$ (5,33 m) sażenia wysokości, licząc od poziomu wody w kotle. Rura ta nie powinna mieć korka, kranu, ani też żadnych innych urządzeń ku odosobnieniu wewnętrznej przestrzeni kotła od zewnętrznego powietrza.

II. Budowa kotłów parowych.

§ 2. Ściany kotłów, znajdujące się całkowicie lub częściowo, w zetknięciu z produktami spalania winny być wyrobione wyłącznie z żelaza szwajcarskiego, zlewnego, niehartującego się, zlewnego lub z miedzi. Nie jest wzbronionem zastosowanie mosiądzu do wyrobu rurek płomiennych, skoro średnica wewnętrzna rurek tych nie przenosi czterech cali (100 mm). Użycie na ściany kotła lub na rury pomienione innych materiałów, dozwolone być może jedynie na zasadzie oddzielnego zezwolenia Ministra Skarbu, po uprzednim zbadaniu w Radzie Handlu i Przemysłu budowy i sposobu działania kotłów, co do których wnoszoną jest prośba, mająca na celu wyjednanie odstępstwa od zasad ogólnych. Przy takim zezwoleniu, ze względu na bezpieczeństwo publiczne, przepisane od ścisłego zupełnie wykonania być mogą oddzielne warunki co do budowy, uzbrojenia, ustawienia, sprawdzenia i działania takiego rodzaju kotłów, o czym do ogólnej podanej zostanie wiadomości.

§ 3. Poziom wody w kotłach stałych i ruchomych, używanych na lądzie, winien być co najmniej o 4 cale (100 mm.) wyższym od najwyższej granicy zetknięcia ścian kotła z produktami spalania, skoro tylko ściany wystawione są na niebezpieczeństwo rozżarzenia. Taż sama zasada stosuje się i do kotłów na parostatkach, w których największy wymiar w kierunku szerokości statku nie przenosi czterech stóp (1,22 m.); w kotłach zaś, w których wymiar ten waha się między 4 a 8 stopami (1,22 — 2,44 m.), wysokość wody nad ściankami mogącymi podlegać rozpaleniu do czerwoności, nie powinna być mniejsza jak 6 cali (150 mm.); przy rozmiarze większym od 8 stóp (2,44 m), np. na statkach morskich, nie mniej 7 cali (180 mm.); na szalupach dopuszcza się 3 cale (25 mm.) wysokości.

Uwaga I. Za ścianę kotłową, nie ulegającą niebezpieczeństwu rozżarzenia uważaną być winna ta ściana, z którą produkty spalania zetknąć się mogą dopiero po

przejęciu powierzchni ogrzewalnej, przenoszącej powierzchnię rusztu, (na którym płonie paliwo) 40-krotnie, jeśli ciąg naturalny komina zwiększonym jest przez wtrysk pary, a 20-krotnie wtedy, gdy takiego zwiększenia ciągu naturalnego nie ma.

Uwaga II. Przepisy w tym § zawarte nie odnoszą się do kotłów, składających się z rur w których krąży woda, jeśli średnica wewnętrzna tych rur nie przewyższa 4 cali (100 mm.) i do kotłów rurowych pionowych, w których powierzchnia ogrzewalna nie przenosi stu stóp kwadratowych (9,29 m²).

III. Uzbrojenie kotłów parowych.

§ 4. Wszystkie kotły parowe, stałe i ruchome, zaopatrzone być winny przynajmniej w dwie klapy bezpieczeństwa, z których jedna urządzoną być winna tak, aby maszynista nie mógł zmieniać obciążenia tejże klapy. Obciążenie klapy winno być tego rodzaju, aby te się otwierały przy ciśnieniu najwyższem, na jakie wydanem zostało pozwolenie używania danego kotła; wymiary klapy zaś winny być ustosunkowane do zdolności parowania danego kotła. Jeżeli ciężar ciśnie za pośrednictwem drąga, to najwyższemu ciśnieniu pary w kotle powinno odpowiadać położenie ciężaru na samym końcu drąga. Klapy bezpieczeństwa urządzone być winny tak, aby zawsze można było sprawdzić ich stan należyty.

Uwaga. W kotłach przenośnych, również w kotłach parostatków i parowozów, dozwolonemi są klapy bezpieczeństwa sprężynowe.

§ 5. Każdy kocioł parowy winien być zaopatrzony w dokładny manometr z rurką lewarkową. Na skali albo na cyferblacie manometru winna być zrobioną wyraźną kresą w miejscu, do którego dojść ma skazówka przy ciśnieniu najwyższem, jakie dla danego kotła jest dozwolonem. Manometr winien się znajdować w miejscu, dla palacza widocznem.

Na kotłach parostatków powinny znajdować się dwa manometry: jeden dla palacza, drugi zaś na widocznym miejscu dla obserwacyi maszynisty. Jeśli kotły oddzielone są od maszyn za pośrednictwem ściany lub przepierzenia, to w sali maszyn winien być ustawiony manometr, dla przestrzegania wskazań przez maszynistę.

§ 6. U każdego kotła parowego, mającego nie więcej nad 200 stóp ($18,58 m^2$) kwadratowych powierzchni ogrzewalnej, a także u kotłów lokomobil, znajdować się winien conajmniej jeden pewny przyrząd zasilający, mogący podtrzymywać normalny poziom wody w kotle podczas najsilniejszej czynności tegoż. Dla kotłów, mających powierzchnię ogrzewalną większą niż stóp kw. 200, wymagane są dwa takie przyrządy zasilające; nadto, oba przyrządy winny otrzymywać ruch niezależnie jeden od drugiego, ażeby na wypadek uszkodzenia jednego przyrządu, drugi mógł być czynnym. — Dwa wzajemne niezależne przyrządy zasilające, poczytane być mają za dostateczne i dla większej ilości kotłów w jednej budowli, z zastrzeżeniem wszakże, aby wymiary każdego z tych przyrządów były aż nadto wystarczającymi dla zasilania wszystkich kotłów. — Przyrząd zasilający winien łączyć się z kotłem za pośrednictwem kłapy, którą ciśnienie pary z wewnątrz kotła zamykać powinno.

§ 7. U każdego kotła parowego winna się znajdować rurka szklanna wodoskazowa i conajmniej dwa krany, wykazujące poziom wody w kotle, z których każdy winien mieć oddzielne połączenie z kotłem; prócz tego mogą być jeszcze inne do tegoż celu zmierzające urządzenia. Na rurce wodoskazowej zaznaczonym być winien wyraźnie kresą podłużną, czerwoną lub białą, najniższy dozwolony poziom wody w kotle. Krany wodospustowe winny być umieszczone tak, aby najniższy znajdował się na poziomie najniższego stanu wody. Krany wodospustowe i krany przy rurkach wodoskazowych urządzone być powinny tak, aby je można było przetykać w kierunku prostym, celem usunięcia zanieczyszczeń.

§ 8. Kotły parowe zbudowane być powinny tak, aby ściany ich wewnętrzne można było oczyszczać przy pomocy jednego lub kilku otworów (włazów) lub też innych jakichkolwiek urządzeń.

IV. Ustawienie kotłów parowych.

§ 9. Budowla, mieszcząca kotły parowe (kotłownia), na ładzie, powinna czynić zadość wszystkim, ustanowionym przez Ustawę Budowlaną (Stroitelnyj Ustaw) wymaganiom, a nadto:

1) Winna być dostatecznie oświetloną i dość obszerną, aby można w niej było manipulować wszystkimi u kotła się znajdującymi przyrządami, aby przytem można było doglądać ich, a nadto, w razie potrzeby, naprawiać je i zmieniać.

2) Między omurowaniem ogniska kotłowego a ścianami budynku winien być zachowanym odstęp wolny nie mniej niż półtora werszka (70 mm.) mający, który może być u obu końców zamurowany, a z wierzchu przesklepiony.

3) Kotły, pracujące przy ciśnieniu rzeczywistym (ciśnienie wewnętrzne z potrąceniem zewnętrznego, atmosferycznego) wyższem od sześciu atmosfer, a także kotły, dla których iloczyn z ciśnienia rzeczywistego wyrażonego w atmosferach przez liczbę stóp kwadratowych powierzchni ogrzewalnej kotła, przewyższa liczbę *dwieście* (czyli, rachując w metrach kwadratowych, liczbę 18,58) z wyjątkiem wszakże kotłów, złożonych z rur o średnicy wewnętrznej nie przenoszącej 4 cali (100 mm.), (prócz zbiorników pary czyli kolektorów), a których powierzchnia ogrzewalna nie przewyższa 300 stóp kwadratowych (27,87 m²),—ustawiane być powinny *a*) pod warsztatami, mieszkaniami i budynkami, gdzie zazwyczaj znajdują się ludzie; *b*) wewnątrz sal lub budynków, wzmiankowanych powyżej pod *a*). Wyjątek stanowić mogą warsztaty niesklepione i nie mające pułapu na belkach, gdzie jednak miejsce, zajęte pod kotły samodzielnie opalane, winno być oddzielonem od pozostałej części warsztatów przegrodą, stanowiącą zabezpieczenie na wypadek pożaru, z nieodzownymi otworami i drzwiami;

przegroda taka nie jest wymagana w razie jeśli kotły opalane są ciepłem odchodzącem z innych jakichkolwiek ognisk (ciepłem straconem) lub przy urządzeniach czasowych, np. przy robotach inżynierskich, w kopalniach kruszcu, w przemywalniach złota i t. d.

4) Drzwi i okna budynku, mieszczącego kocioł parowy, winny otwierać się nazewnątrz.

5) Kotłownia oddzielną być winna od mieszkań lub warsztatów, obok się znajdujących, za pośrednictwem muru z cegły lub z kamienia, grubości $1\frac{1}{4}$ arsz. (890 mm.); podłoga na kotłowni winna być daną z materiałów niepalnych.

6) Dozwolonem jest urządzenie przejścia przez salę kotłową, żadną miarą jednak nie dla ogółu robotników, dla których przejście z jednego oddziału fabryki do innego lub wyjście na podwórze winno być oddzielne, od kotłowni niezależne.

7) Pomieszczenie kotłów na parostatkach winno czynić zadość warunkom należytego dozoru, dogodnej obsługi i swobodnego dostępu do wszystkich części kotła, których dogłębne jest koniecznem. Podłoga kotłowni parostatkowej ma być z materiału ogniotrwałego zrobioną lub nim przynajmniej pokrytą.

V. Sprawdzanie kotłów parowych.

§ 10. Wszelki kocioł parowy, będący w użytkowaniu, technicznie sprawdzanym czyli zbadanym i poświadczonym być winien na miejscu swego działania w odstępach czasu poniżej (§§ 12, 16) wyluszczonych. Sprawdzanie kotłów przenośnych odbywa się na jednym z miejsc, w których są czynne, wedle wyboru właściciela.

Uwaga I. Świadczenie dokonanego sprawdzenia kotłów przenośnych zachowuje moc swą do właściwego terminu, chociażby kocioł został przeniesionym i na innym miejscu ustawionym.

Uwaga II. O ile kocioł przenośny, zbudowany w Rosyi, sprowadzonym został przed wyjściem z warszta-

tu, w którym go zbudowano, świadectwo takie zachowuje swą moc i wartość również do terminu, jaki przypada na sprawdzenie następane.

§ 11. Cel sprawdzenia technicznego kotła polega na przeświadczeniu się o stanie kotła we wszelkich jego częściach oraz o ustawieniu tegoż i na stwierdzeniu, że stan ten zgodnym jest we wszelkich szczegółach z treścią udzielonego na ustawienie kotła pozwolenia, że nadto kociot ten zaopatrzonym jest — zgodnie z wydanem pozwoleniem i z ogólnymi przepisami — w należyte przyrządy bezpieczeństwa, że wreszcie urzędzenia te utrzymywane są w należytym stanie i porządku.

§ 12. Sprawdzenie techniczne kotła może być zewnętrznem i wewnętrznem. Pierwsze dokonywanem jest co dwa lata, drugie zaś wymaganem jest przy ustawieniu każdego nowozaprowadzonego kotła parowego przed puszczeniem w bieg, a następnie ponawianem być ma co sześć lat lub wcześniej, w wypadku przewidzianym przez § 16, a wtedy łączy się z najbliższem, z kolei przypadającym sprawdzeniem zewnętrznem. Niezależnie od tego, sprawdzenie kotła wewnętrzne dokonywanem być ma po każdej znaczniejszej naprawie, a mianowicie: jeśli kocioł w celu poprawy został z miejsca swego ruszony lub pozbawiony omurowania, a także jeśli przy naprawie wyjętą była wewnętrzna rura płomienna, mająca w średnicy wyżej 4 cali (100 mm.), lub część wewnętrznego ogniska albo też jeśli dokonana została wymiana jednej blachy żelaznej (cargi) lub kilku.

Uwaga. Niezależnie od ustanowionych, jak wyżej, terminów sprawdzania kotłów parowych, władzy, mającej rozciągać nad niemi opiekę, pozostawia się możliwość delegowania techników, znajdujących się w jej rozporządzeniu, celem przypilnowania należytego przestrzegania przepisów, obowiązujących odnośnie do użytkowania kotłów parowych.

§ 13. Przy sprawdzaniu kotła zewnętrznem, które dokonaniem być winno bez zatrzymania biegu kotła, szczególna uwaga zwróconą być winna: na stan budynku kotłowni, stan przyrzą-

dów zasilających i wodoskazowych, stan urządzeń do czyszczenia kotła, stan przyrządów wskazujących prężność pary, przyrządów do wypuszczania nadmiaru pary w razie przejścia prężności po za oznaczoną granicę normalną, na budowę i stan ogniska. Przy dokonywaniu sprawdzania zewnętrznego należy się przekonać, czy palacz zna cel i sposób posługiwania się przyrządami, u kotła się znajdującymi i czy wie, jakie przedsięwziąć należy środki w razie obniżenia się poziomu wody w kotle poniżej granicy dozwolonej.

§ 14. Sprawdzenie wewnętrzne rozciąga się na stan całej budowy kotła i kotłowni; połączone z nim jest zbadanie wytrzymałości ścian kotła za pomocą ciśnienia hydraulicznego; celem dokonania takiego sprawdzenia bieg kotła winien być wstrzymany. Punkty, na jakie przy sprawdzaniu wewnętrznym, należy przeważnie zwrócić uwagę, prócz wskazanych powyżej w § 13, są jeszcze następujące:

Stan ścian, nitów i połączeń, zarówno wewnątrz jak i na zewnątrz kotła, a także rur płomiennych i dymowych oraz śrub rozpierających, przyczem zbadać należy: czy wytrzymałość wszystkich tych części nie ucierpiała przez użytkowanie, czy nie zachodzi potrzeba zmiany rurek, o ile te w kotle się znajdują; obecność i własności fizyczne kamienia kotłowego czyli osadu wyparnego; stan rur doprowadzających wodę i otworów do czyszczenia; stan klap zasilających i parowych; stan rur łączących kocioł z jednej, manometr zaś i wodoskaz z drugiej strony; również stan wszelkich pozostałych przyrządów bezpieczeństwa; stan progu czyli mostu płomiennego i kanałów ogniowych zarówno wewnątrz jak i nazewnątrz kotła. Jeśli sprawdzenie wewnętrzne dokonaniem być nie może przez obejście kanałów dymowych lub w inny sposób, bez obnażenia kotła, wypada znieść istniejące obmurowanie w całości lub częściowo, na miejscach podlegających zbadaniu i sprawdzeniu.

§ 15. Przy badaniu kotłów drogą ciśnienia hydraulicznego, które stanowi część wewnętrznego ich sprawdzenia, należy przestrzegać przepisów następujących: a) kotły parowe, przezna-

czone do użytkowania przy ciśnieniu rzeczywistem nie przenoszącem *jednej atmosfery*, wystawiają się na ciśnienie rzeczywiste *wtrójnasób* większe niż to, przy którym kocioł ma być czynny; *b*) kotły, mające być w użyciu przy ciśnieniu rzeczywistem wyższem od jednej ale nie przewyższającym *pięciu atmosfer* próbowane być mają, przy badaniu, na ciśnienie *podwójne* w stosunku do ciśnienia rzeczywistego, przy jakim kocioł ma pracować, wszakże *niemniejsze od trzech atmosfer*; *c*) kotły, przeznaczone do działania przy ciśnieniu rzeczywistem, przewyższającym *pięć atmosfer*, próbowane są pod ciśnieniem rzeczywistem o *pięć atmosfer* wyższem nad to, które dla biegu kotła oznaczonem jest jako najwyższe ciśnienie rzeczywiste; *d*) ciśnienie, na jakie wystawionym zostaje kocioł podczas próby, określanem ma być za pomocą sprawdzonego manometru, który, zarówno jak i pompa nieodzowna do uskutecznienia próby, winien być dostarczony przez technika dokonywającego sprawdzenia; *e*) ciśnienie próbne utrzymywanem być winno w czasie próby przez czas, na zbadanie szczegółowe wszystkich części kotła wystarczający; *f*) kocioł uważa się za wytrzymały przepisaną próbę, jeśli: 1) nie widać na nim objawów pęknięcia, 2) nie zaszły w nim zmiany, pozostające nadal już po skończeniu badania, 3) nie cieknie nigdzie woda,—nie należy przytem wystąpienia wody przez szwy (sztamowania) i pod nitami, pod postacią pyłu drobnego lub delikatnych kropelek (t. zw. łezki) poczytać za cieknięcie) *g*) buliery kotła poddawane być winny próbie na równi z samym kotłem.

§ 16. W razie gdyby przy sprawdzeniu kotła wewnętrznem czy zewnętrznem ujawnione zostały znaczniejsze usterki w sposobie funkcyonowania kotła, to pozostawia się uznaniu osoby dokonywającej sprawdzenie, czy należy powtórzyć zbadanie zewnętrzne.

Jeśli sprawdzenie wykryje wadliwości, które natychmiast nie zostaną usunięte, należy wyznaczyć termin ostateczny na przyprowadzenie kotła do stanu prawidłowego; po upływie tego terminu sprawdzenie dokonaniem być winno na nowo.

Gdyby sprawdzenie wykazało, że kocioł znajduje się w stanie, zagrażającym bezpośrednio niebezpieczeństwem, bieg ko-

tła winien być bezzwłocznie wstrzymany, aż do usunięcia niebezpieczeństwa, przy spisaniu odpowiedniego protokołu, w którym winna być wymienioną szczegółowo przyczyna zatrzymania. W tym wypadku, przed puszczeniem kotła na nowo w bieg, przedsięwzięte być winny środki do usunięcia niebezpieczeństwa, poczem dopiero przystąpić należy do powtórnego sprawdzenia, celem przekonania się o stanie całego urządzenia, odpowiadającym w zupełności przepisom obowiązującym.

W razie gdyby sprawdzanie wewnętrzne i próba pod ciśnieniem hydraulicznem wykazały, że kocioł zdatnym jest jeszcze do użytkowania, lub skutkiem długotrwałej wysługi nasuwa się wątpliwość co do użytkowania nadal przez czas dłuższy, to następne sprawdzenie wewnętrzne ustanowionem zostaje jednocześnie z następnem kolejnym sprawdzeniem zewnętrznem.

§ 17. Sprawdzenie zewnętrzne, bez próby pod ciśnieniem hydraulicznem, odbywa się bez uprzedniego o tem zawiadomienia; o próbie na ciśnienie hydrauliczne, właściciel lub jego pełnomocnik winni być przez dokonywającego sprawdzenia zawiadomiani przynajmniej na miesiąc z góry, a właściciel obowiązany jest wówczas kocioł do sprawdzenia takiego przygotować; wybór ostateczny czasu odbycia próby sprawdzającej w określonym uprzednio terminie, odbywa się w porozumieniu z właścicielem i przeważnie w dni przestankowania w robocie. W razie niedojścia do porozumienia, czas sprawdzenia wyznacza technik-rewizor, jednakże wyłącznie w dni nierobocze, o ile zaś chodzi o kotły o ciągłym działaniu, w czasie przerwy pomiędzy okresami biegu takich kotłów. Właściciel kotła obowiązany jest nieść pomoc osobie, wyznaczonej do sprawdzania i ponosić koszt wszelkich nieodzownych przy tem robót.

Uwaga. Sprawdzenie wewnętrzne i próba pod ciśnieniem hydraulicznem kotłów, które w czasie bezczynności swej zostają pod pieczęcią władzy akcyjnej, dokonywane być mają za porozumieniem tej ostatniej z osobą dokonywającą sprawdzenia kotła.

§ 18. Właściciel kotła winien mieć dla każdego kotła oddzielną księgę sznurową, wydawaną przez właściwe władze, do której wynik każdego sprawdzenia zostaje wniesionym i podpisanym właściwymi opatrzonym. Niezależnie od tego, jako znak dokonanego za każdym razem sprawdzenia wewnętrznego i wypróbowania pod ciśnieniem hydraulicznym, technik dopełniający rewizyi przytwierdza do kotła cechę stemplową, z wyrażeniem ilości atmosfer najwyższego dozwolonego ciśnienia rzeczywistego, roku dokonania sprawdzenia i numeru bieżącego w rzędzie sprawdzeń wewnętrznych, dopełnionych w roku bieżącym. Cecha stemplowa odbijaną być ma z blachy metalowej (mosiądz, miedź), która przyśrubowaną zostaje na miejscu widocznym już to na samym kotle, już też na omurowaniu

VI. O pozwoleniu na ustawienie kotłów parowych.

§ 19. Na postawienie kotła parowego niezbędnem jest uzyskanie pozwolenia od władzy, sprawującej dozór nad kotłami; władzy tej składać należy prośbę o wydanie pozwolenia.

§ 20. W prośbie wyszczególnić trzeba imię, stan i miejsce zamieszkania proszącego. Dołączonemi do prośby być winny: a) w dwu egzemplarzach opis i rysunek kotła w liniach prostych, a nadto, dla kotłów nieruchomych, plan ogólny miejscowości i rysunek budynku kotłowni. W opisie zamieścić wypada: wymiary kotła, rodzaj materiału, wymiary klap i ich obciążenia, wielkość powierzchni ogrzewalnej kotła, urządzenie zasilania i opalania, najwyższa granica ciśnienia rzeczywistego, ponad które kocioł nie będzie pracował, wreszcie siła i rodzaj maszyny, jeśli kocioł dla pędzenia maszyny jest przeznaczony. Rysunek kotła winien zawierać dane, niezbędne do określenia powierzchni, stykającej się z produktami spalania z jednej, z wodą zaś z drugiej strony i wysokości najniższego możliwego poziomu wody ponad kanałami płomiennymi. Na planie ogólnym wyrysowane być winny wszystkie budowle, należące do zakładu przemysłowego, do którego przeznaczonym jest kocioł, a również ujawnieni być mają

sąsiedzi i wskazany rodzaj zabudowań graniczących. Rysunek architektoniczny kotłowni powinien przedstawiać jasno miejsce dla kotła, miejsce i wysokość komina, a także rozkład rur płomiennych i dymowych. Plan zwyczajny i przecięcie są w tym celu wystarczające. Dla planów ogólnych i rysunków przedstawiających budowlę, zachowane być winny skale, ustanowione z mocy przepisów budowlanych. Rysunek kotła wykonany być winien w $\frac{1}{20}$ naturalnej wielkości. Na każdym rysunku podaną być winna skala. Opis i rysunki winny nosić podpisy tych, którzy je sporządzali, oraz podającego prośbę; b) zaświadczenie miejscowej zwierzchności policyjnej i odezwę, w wypadkach odnoszących, zarządu miejskiego, jako przeciwko uwzględnieniu prośby danej żadne szczególne nie zachodzą przeszkody.

§ 21. Prośby o pozwolenie na ustawienie kotłów parowych oddają się do opinii przedwstępnej technika, znajdującego się na ten cel w dyspozycji władzy, sprawującej dozór nad kotłami; na wypadek zaś nieobecności tego technika, prośba oddaną zostaje innej osobie, w przedmiocie tym kompetentnej. Następnie, po zaopiniowaniu, jako projektowane urządzenie odpowiada obowiązującym przepisom prawa oraz rozporządzeniu co do użytkowania kotłów parowych, pozwolenie na ustawienie kotła parowego może być wydanem bez zastrzeżeń i warunków, albo też uwarunkowanem zostaje dopełnieniem jakichkolwiek urządzeń dodatkowych lub przedsięwzięciem pewnych środków szczególnych, albo wreszcie następuje odmowa pozwolenia. W razie odmowy winny być wyjawione wszelkie przekroczenia przepisów, skutkiem których nastąpiła odmowa.

§ 22. Decyzja co do próśb o pozwolenie stawiania kotłów parowych ma być daną w terminie możliwie krótkim; w każdym razie odpowiedź na prośbę tego rodzaju winna być udzieloną interesowanemu za pośrednictwem policyi miejscowej, nie później niż po upływie miesiąca od dnia złożenia prośby, za dodaniem czasu, niezbędnego do przesłania prośby i odpowiedzi przez pocztę. W razie, gdyby skutkiem okoliczności szczególnych, decyzja w przedmiocie prośby nie mogła zapaść w terminie okre-

ślonym wyżej, to przed upływem tego terminu należy zawiadomić proszącego za pośrednictwem policyi miejscowej, kiedy będzie mogła być wydana decyzja odnośna, uzasadniająca przytem powody zwłoki w tym wypadku. Jeśli interesowany takiego zawiadomienia nie otrzyma wcale lub jeśli odpowiedź nie zostanie mu udzieloną w terminie wyznaczonym specjalnie przez władzę właściwą trybem przepisany, to, po upływie miesiąca od terminu w danym wypadku ostatecznego, pozwolenie poczytanem być winno za udzielone co do wszystkich punktów zgodnie z prośbą interesowanego, o ile to nie stoi w sprzeczności z obowiązującymi prawami. Proszący, skoro pragnie skorzystać z danego mu, na mocy powyższego, prawa, obowiązany jest uprzedzić o tem policyę miejscową i wykazać jej, że zachował wszelkie warunki, niezbędne do korzystania z tego prawa.

W wypadku powyżej przewidzianym, zwłoki w wydaniu decyzji, władza, sprawująca dozór nad kotłami, może wskazać proszącemu jakie mianowicie przepisy zostały przezeń naruszone, o ile to przy pierwotnym rozpatrzeniu prośby jego zostało ujawnionem, zalecając mu uchybienia te usunąć i naprawić, a wtedy termin załatwienia takiej, poprawionej i dopełnionej prośby, liczy się dopiero od dnia ostatecznego jej uzupełnienia.

§ 23. Kocioł, na którego ustawienie wydanem zostało pozwolenie, nie może być (za wyjątkiem wypadku, omówionego w uwadze 2-iej przy § 10-ym) puszczone w ruch, bez uprzedniego sprawdzenia przez technika rządowego, obowiązek ten pełniącego. W tym celu, właściciel kotła zawiadamia władzę, sprawującą dozоровanie kotłów, o pogotowiu kotła do sprawdzenia, a władza wysyła wówczas technika rządowego, mającego dokonać sprawdzenia. Technik, niezależnie od należytego zbadania kotła, obowiązany jest przekonać się o zgodności całego urządzenia i ustawienia kotła z obowiązującymi przepisami i z wydanem pozwoleniem; sprawdzenie takie dopełnionem być winno w terminie jak można najkrótszym, w każdym zaś razie niedłuższym niż w dwójnasób wzięty czas przejazdu i zejścia na grunt, z dodaniem dwu tygodni. Na wypadek niezjechania technika

rządowego w celu dokonania sprawdzenia w terminie oznaczonym, właściciel lub jego pełnomocnik władnym jest puścić kocioł w bieg na własną swą odpowiedzialność.

VII. Owybuchach kotłów parowych.

§ 24. Na wypadek wybuchu (eksplozyi) kotła parowego, właściciel lub jego pełnomocnik, obowiązany jest zawiadomić o tem niezwłocznie policję miejscową; aż do spisania trybem przepisany protokołu o zaszłym wydarzeniu; budowle, uszkodzone przez wybuch, nie mogą być naprawione, części kotła zaś winny pozostawać bez zmiany formy i położenia, za wyłączeniem takich tylko wypadków, gdy to przeszkadza zachowaniu życia lub zdrowia ludzi, zapobieżeniu innym, w dalszym ciągu nieszczęściom lub przywróceniu komunikacyi na drodze, będącej w ogólnem użytkowaniu.

VIII. O osobach obsługujących kotły parowe.

§ 25. Właściciele i dzierżawcy fabryk, posiadających kotły parowe, również i osoby, zarządzające fabrykami, zakładami przemysłowemi, statkami parowemi i innemi przedsiębiorstwami, gdzie w użyciu są kotły parowe, obowiązane są wszczepiać w obsługujących te kotły maszynistów, palaczy i robotników, przeświadczenie o konieczności ścisłego przestrzegania przepisów, obowiązujących co do użytkowania kotłów parowych, a do obsługi tej brać robotników trzeźwych i dających rękojmię należytego pilnowania się w robocie; do dozoru nad kotłami przeznaczać ludzi posiadających pewne, w tym względzie stwierdzone wiadomości.

IX. O lokomobilach.

§ 26. Przy użyciu przenośnych kotłów parowych (lokomobil) zachowane być winny przepisy wyżej wyłożone, za wyłączeniem §§ 9 i 19 do 23.

X. O kotłach parowych, zaprowadzonych przed wydaniem niniejszych przepisów.

§ 27. Kotły parowe, ustawione przed wydaniem niniejszych przepisów, mogą być czynne, jakkolwiekby nie czyniły zadość wymaganiom, określonym w §§ 2, 9, 19, 20, 21, 22 i 23; przepisy natomiast, pozostałymi §§-mi objęte, stosowane być mają do tych kotłów na równi z kotłami, które zostaną stawiane po wydaniu niniejszych przepisów.





609888

Pod prasą:

MECHANIKA DOŚWIADCZALNA

WYKŁAD

Roberta S. Balla

astronoma królewskiego, dawnego profesora matematyki stosowanej i mechaniki w Irlandzkim kolegium naukowym.

Z DRUGIEGO WYDANIA ANGIELSKIEGO

PRZEŁOŻYŁ

Stanisław Kramsztyk.

Ze stu przeszło rysunkami.

