683
4p

BIBLIOTEKA PRZEMYSŁOWA.

E. F. Scholl.

PRZEWODNIK DLA MASZYNISTÓW

TŁOMACZYŁ

Aleksander Podworski
Inżynier Technolog.

CZĘŚĆ DRUGA

O MASZYNACH PAROWYCH.

z 179 rysunkami w tekście.

XX

Cena rs. 1 kop. 20.

WARSZAWA
Druk Jana Cotty, Kapucyńska 7.
1897

PRZEWODNIK DLA MASZYNISTÓW

BIBLIOTEKA MUZEUM KOLEJNICTWA
P
683
w Warszawie

629.4.043(083) I Par 683

BIBLIOTEKA PRZEMYSŁOWA.

PRZEWODNIK
DLA
MASZYNISTÓW

E. F. Scholl'a.

TŁÓMACZYŁ
Aleksander Podworski
Inżynier Technolog.

CZĘŚĆ DRUGA
O MASZYNACH PAROWYCH.

z 179 rysunkami w tekście.

WARSZAWA
DRUK JANA COTTY
7. Kapucyńska 7.
1897.

BIBLIOTEKA MUZEUM KOLEJNICTWA
PKP
683
w Warszawie

Дозволено Цензурою.
Варшава, 22 Іюня 1897 года.

BIBLIOTEKA MUZEUM KOLEJNICTWA
PKP
866
w Warszawie

SPIS RZECZY

zawartych w części drugiej.

---

17. Działanie pary w maszynie parowej.

		str.
1	Opis maszyny parowej pionowej	1
2	Rozdział pary	4
3	Punkty martwe i koło zamachowe	5
4	Mimośrody	—
5	Dławnica	7
6	Regulator	—
7	Stalugi	8
8 i 9	Obliczenie siły (sprawności) w koniach parowych.	—
10	Zużycie pary	9
11	Ciepło i praca mechaniczna	10
12	Teoretyczna i rzeczywista ilości pracy otrzymanej z ciepła	11
13 i 14	Skraplanie pary	—
15	Rozprężanie pary, diagram	12
16	Diagram jako miara pracy	14
17	Rozprężanie bez skraplania.	15
18	Strony ujemne rozprężania pary	17
19	Maszyny bliźniacze.	18
20 do 22	Maszyny Woolf'a i sprzężone	19
23 do 26	Przyczyny wywołujące stratę pary i środki zapobiegawcze, płaszcz parowy, strata pary pozorna	22

		str.
27	Dokładniejsze obliczenie sprawności maszyny i zużycia pary	25
28 i 29	Maszyny pracujące jednostronnie i maszyny obrotowe (rotacyjne)	29

18. Rozdział pary w maszynach.

1	Zadanie przyrządów rozdzielczych	31
2	Ich części wewnętrzne i zewnętrzne	—
3	Rozgatunkowanie różnych przyrządów rozdzielczych	32
4	Warunki, jakim powinny odpowiadać przyrządy rozdzielcze	—
5	Diagram rzeczywisty rozprężania pary	33
6	Znaczenie powierzchni diagramu, strata pracy i środki zapobiegawcze	35
7	Poprzedzanie otwarcia kanałów przepływowych i jego wielkość	—
8	Dalsze warunki szczególnie dla przyrządów rozdzielczych, regulatorowych	36
9 do 11	Rozdział pary, pojedyńczym suwakiem kąt poprzedzania	37
12	Jak poznawać z położenia mimośrodu kierunek ruchu maszyny?	40
13 i 14	Wypływ i rozprężanie pary	—
15	Zależność pomiędzy kątem poprzedzania, a rozprężaniem i ściskaniem pary	42
16	Rozprężanie różne po obu stronach tłoka	43
17	Napełnianie zmienne za pomocą pojedyńczego suwaka	—
18	Kąt poprzedzania równy 90^0	44
19	Przyrząd kierowniczy o pojedyńczym suwaku	—
20 i 21	Kulisa Stephenson'a	45
22	Kulisa Gooch'a	47
23	Kulisa Allan'a	48

		str.
24	Przyrząd kierowniczy z mimośrodem przestawialnym	48
25	Przyrząd kierowniczy przez zmianę kierunku przepływu pary	49
26	Przyrząd kierowniczy z mimośrodem niekołowym.	50
27	Rozdział pary za pomocą trójkąta łukowego	51
28	Suwak podwójny	52
29	Suwaki z kanałami.	54
30	Obciążenie suwaków	57
31	Rozdział pary o dwóch suwakach	58
32	Suwak rozdwojony	59
33	Rozdział pary pomysłu Meyer'a	61
34	Odmiany tego pomysłu	63
35	Rozdział pary Farcot'a	65
36 do 38	Rozdział pary za pomocą kurków pomysłu Corlissa	66
39 do 41	Rozdział pary za pomocą wentylów.	70
42	Wentyle o siedliskach podwójnych	
43 i 44	Odmiany w zastosowaniu wentylów.	73
45	Rozdział pary o czterech wentylach	76
46 i 47	Rozdział pary pomysłu braci Sulzer'ów	78
48 i 49	Rozdział pary pomysłu Collmann'a	82
50 i 51	Porównanie różnych przyrządów rozdzielczych.	85

19. Opis różnych maszyn parowych.

1	Podział maszyn parowych podług ich przeznaczenia	87
2	Maszyna leżąca	90
3	Maszyna leżąca ze skraplaczem	92
4	Maszyna z belką bagnetową	—
5	Maszyna z cylindrem zwieszonym	95
6	Maszyna pozioma	—
7	Maszyna Westinghouse'a.	98
8	Maszyna pionowa z trzonami korbowemi odwróconemi.	102
9	Maszyna wahająca się (oscylująca)	104

		str.
10	Maszyna z wahaczem Watt'a	106
11	Maszyna Woolf'a	108
12	Maszyna sprzężona 250 konna	110
13	Maszyna zawieszona na kotle pionowym	114
14	Maszyna leżąca obok kotła	—
15	Lokomobila	117
16 i 17	Parowozy	121
18 do 20	Maszyny parostatkowe	129
21	Maszyny wyciągowe górnicze i windy	136
22 do 25	Pompy górnicze	138
26	Pompy powietrzne do wielkich pieców i bessemerowni	146
27	Pompa powietrzna do cukrowni	147
28	Maszyna do walcowni	149
29 do 31	Młoty parowe	150

20. Części składowe maszyn parowych.

1	Wyszczególnienie części składowych	156
2	Przewody parowe, tablica wymiarów rur	—
3	Uszczelnianie połączeń	158
4	Kompensatory	160
5	Warstwy ochronne przeciw stygnięciu	163
6 do 9	Przyrządy odwadniające	164
10	Wentyle i przepustnice	169
11	Cylinder parowy	170
12 i 13	Pokrywy i dławnice	172
14	Kurki odwadniające	174
15	Tłoki cylindrów parowych	176
16	Tłoki do pomp	179
17	Trzony korbowe	182
18	Wał korbowy i jego łożyska	183
19	Wahacz	185
20	Równoleżniki	—
21	Koło zamachowe	188

		str.
22	Skraplacze natryskowe	191
23	Skraplacze powierzchniowe	193
24 i 25	Inne urządzenie skraplaczów	197
26	Pompa powietrzna	199
27	Pompa zasilająca	—
28 i 29	Regulatory	201
30	Przyrządy smarne do cylindrów parowych	204
31	Fundament pod maszynę parową	206

21. Transmisye i ich obsługa.

1	Wyszczególnienie i zasady ogólne	211
2 do 6	Wały z ich łożyskami. Sprawdzanie wałów	212
7 i 8	Panwie do wałów	216
9	Czopy stopowe przy wałach pionowych	219
10	Przyrządy smarne	—
11 do 14	Drobne naprawy	221
15 i 16	Koła zębate	224
17	Wymiary zębów	225
18 i 19	Zęby drewniane	226
20	Koła pasowe	228
21	Ustawianie ich	229
22	Wieńce kół pasowych	230
23	Krążki naprężające	232
24	Pasy skórzane	233
25	Pasy konopne i gumowe	236
26	Smarowanie pasów	—
27 i 28	Liny druciane i konopne	238

22. Zakup i ustawienie maszyny parowej.

1	Wybór pomiędzy maszyną parową a innemi	240
2 do 6	Wybór ustroju maszyny parowej	241
7	Umowa o dostawę	246
8	Miejsce na ustawienie maszyny	248

		str.
9	Budowa fundamentu	248
10	Składanie i ustawianie maszyny	249
11	Pierwsze wprawienie maszyny w ruch.	250
12	Indykator	252
13	Diagram indykatorowy	254
14	Diagramy wadliwe	255
15	Obliczanie rozchodu pary podług diagramu	257
16	Zakładanie indykatora	258
17	Dynamometr hamulcowy Prony'ego	259
18	Zasada jego działania	260
19 i 20	Dynamometr taśmowy	262
21	Dynamometr linkowy	264
22	Spostrzeżenia nad rozchodem pary	—

23. Obsługa prawidłowa maszyny parowej.

1	Wyszczególnienie robót	265
2 do 4	Smarowanie maszyny, oliwiarki	266
5	Smarowanie części ogrzanych.	268
6	Próba olejów	269
7	Stan transmisyi i koła przed puszczeniem maszyny w ruch.	—
8	Podegrzanie maszyny parowej przed puszczeniem jej w ruch	270
9	Zatrzymanie maszyny.	271
10	Dozór nad maszyną w ruchu	272
11	Doglądanie podgrzewacza i pompy zasilającej	—
12	Sprawdzanie panew czy się nie grzeją.	273
13	Powtarzanie doświadczeń indykatorowych	274
14	Drobne poprawki	—
15	Czyszczenie maszyny	275

24. Roboty przypadkowe i naprawa maszyn parowych.

1	Narzędzia maszynisty	276
2	Materyały	278
3 do 5	O kitach	279

		str.
6 do 13	Naprawa cylindrów	284
14 do 16	Naprawa tłoków	289
17	Uszczelnianie suwaków	290
18	Działanie olejów kwaśnych	291
19 i 20	Wadliwe ustawienie suwaka	292
21 i 22	Naprawa regulatora	293
23 do 26	Naprawa skraplaczów	294
27	Obchodzenie się z próżniomierzem	295
28 do 33	Uszkodzenia pomp do wody zimnej	296
34	Zalanie podgrzewaczów otwartych	300
35	Czyszczenie podgrzewaczów	—
36 i 37	Przerwy w działaniu pompy zasilającej	301
38	Prostowanie trzona tłokowego	302
39 i 40	Naprawa równoległoboku	—
41	Przyczyny wstrząśnień w czasie ruchu maszyny	303
42	Dobre ustawienie suwaków	304
43	Zatrzymanie maszyny na czas dłuższy	—

SKRÓCENIA

UŻYWANE W KSIĄŻCE NINIEJSZEJ.

m	oznacza	metr
cm	„	centymetr
mm	„	millimetr
m^2	„	metr kwadratowy
cm^2	„	centymetr kwadratowy
mm^2	„	millimetr kwadratowy
m^3	„	metr sześcienny
cm^3	„	centymetr sześcienny
mm^3	„	millimetr sześcienny
kg	„	kilogram
kgm	„	kilogrammetr
KP	„	koń parowy
C	„	ciepłostkę (jednostkę ciepła)

Przy powoływaniu się na inne miejsca tej książki będą podawane w nawiasie cyfry grube, oznaczające rozdziały, a obok cyfry cieńsze, oznaczające ustępy, np. (**5**,4) oznacza rozdział **5**, ustęp 4.

Temperatury podane są wszędzie w stopniach Celsiusza.

CZĘŚĆ DRUGA.

Sposób działania, urządzenie, ustawienie i ruch maszyn parowych.

ROZDZIAŁ XVII.

Działanie pary w maszynie parowej.

1. Jakkolwiek urządzenie wewnętrzne i zewnętrzne maszyn parowych bywa bardzo rozmaitem i składa się z wielu części, to jednak działanie pary jest wszędzie jednakowem i stosunkowo bardzo prostem, a że od niego zależy całe działanie maszyn parowych, przeto najprzód musimy z niem się zapoznać.

Fig. 237 wyobraża przekrój maszyny parowej stojącej dawnego ustroju, a Fig. 238, tę samą maszynę, widzianą z przodu. Wszystkie części składowe oznaczone są jednakowemi literami na obydwóch rysunkach.

Główną część składową stanowi cylinder parowy *A* dokładnie wytoczony, w którym porusza się do góry i na dół tłok *C* szczelnie przylegający do ścian cylindra.

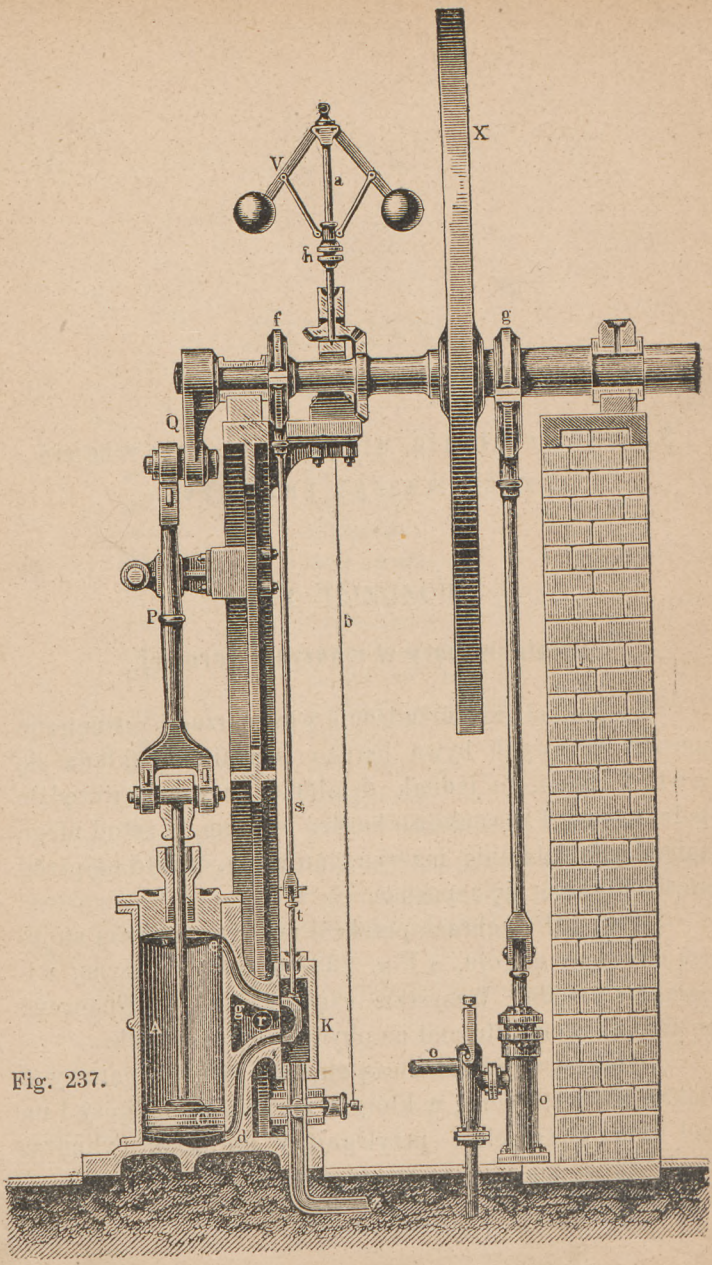


Fig. 237.

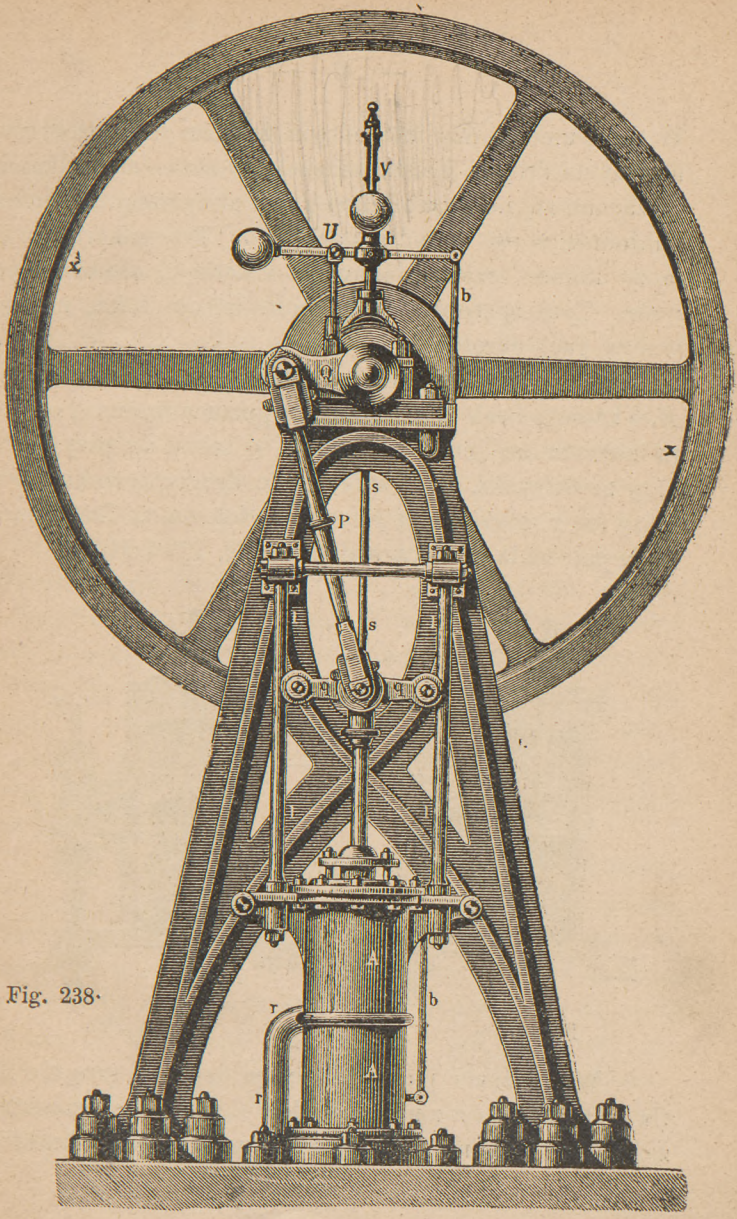


Fig. 238.

W tłoku umocowany jest jednym końcem trzon tłokowy, mający na drugim końcu krzyżulec g z dwiema rolkami, toczącemi się po prowadnikach ll i utrzymującemi trzon dokładnie w osi cylindra parowego. Trzon korbowy P łączy koniec trzona tłokowego z korbą Q osadzoną na wale. Tym sposobem ruch prostolinijny tłoka, nadaje wałowi ruch obrotowy.

2. Rura z doprowadza parę do skrzynki parowej K, w której suwak przesuwany za pomocą trzona t, otwiera naprzemian jeden z kanałów e lub d do przypływu pary ze skrzynki, gdy współcześnie drugi z tych kanałów łączy się z przestrzenią g i rurą wylotową r. Dwa krańcowe położenia suwaka widać na Fig. 239 i 240.

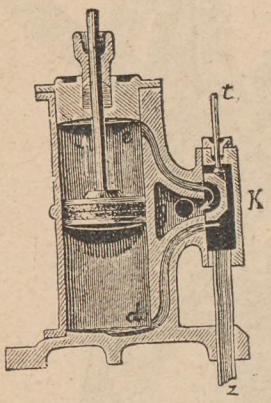


Fig. 239.

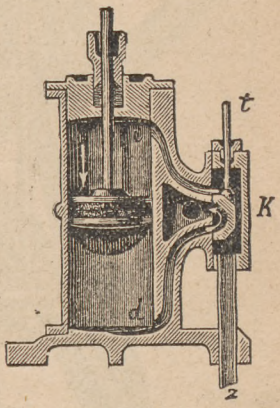


Fig. 240.

W położeniu pierwszem para dopływa rurą z z kotła do skrzynki, a z niej kanałem d pod tłok; przestrzeń zaś nad tłokiem ma otwarty wylot na zewnątrz, skutkiem

czego ciśnienie znajdującej się tam pary jest niewiele co większem od atmosferycznego. Przewaga ciśnienia pary od spodu podnosi tłok ku górze i obraca zarazem korbę wraz z wałem na 180°. Gdy już tłok dosięgnie najwyższego swego położenia, a suwak opadnie na dół, wtedy para z pod tłoka zaczyna wypływać na zewnątrz, a wchodząca od góry świeża para kotłowa, spycha tłok i korbę ku dołowi.

3. Żadna maszyna pedałowa jak *np.* toczak, kołowrotek, tokarnia nożna, maszyna do szycia i inne obracane korbami, nie może być poruszoną z tak zwanego punktu martwego, t. j. gdy korba i drąg korbowy staną w tym samym kierunku. To samo ma miejsce i w maszynie powyższej, gdy korba zatrzyma się w położeniu swojem najwyższem, lub najniższem. Wówczas bowiem ciśnienie pary nie jest w stanie poruszyć maszyny bez pomocy siły ubocznej, którąby obróciła wał na pewien kąt. Aby uniknąć podobnego zatrzymania się maszyny w biegu, nasadza się na wał koło zamachowe, ułatwiające przechodzenie punktów martwych i ujednostajniające szybkość obrotu wału.

4. Przesuwanie suwaka odbywa się nie skokami, jakby to przypuszczać można było z opisu poprzedniego, lecz powolnie, przy pomocy tarczy okrągłej, nasadzonej na wał w ten sposób, że środek jej nie trafia na oś wału, lecz nieco z boku, wskutek czego podczas obrotu wału obraca się około jego osi, podobnie jak czop korbowy. Tarczę tę, zwaną mimośrodem, obejmuje opaska, z trzonem *ss*, ob. Fig. 241, 242, 243, którego koniec dolny, widłowaty, jest złączonym z trzonem suwakowym *t*.

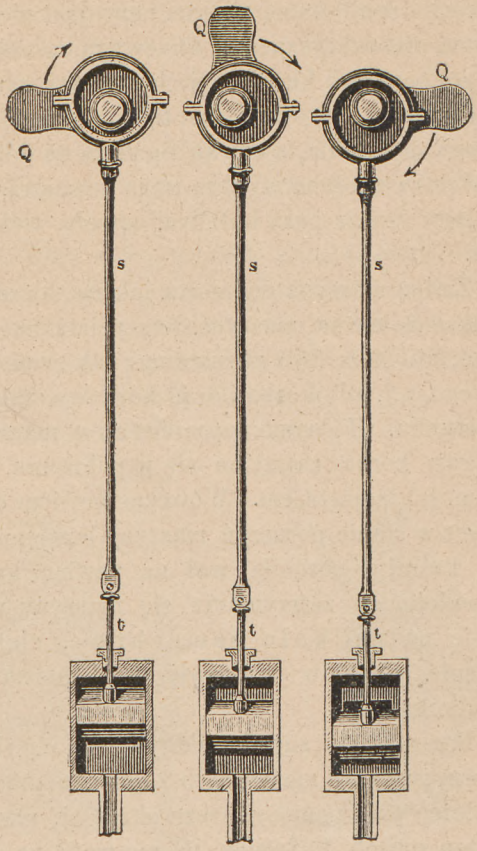


Fig. 241. Fig. 242. Fig. 243.

Tym sposobem trzon mimośrodowy *ss*, poruszając się podobnie jak trzon korbowy, przesuwa suwak tam i napowrót w kierunku pionowym. Płaszczyzna cylindra

parowego, do której dochodzą kanały, rozprowadzające parę i po której suwa się suwak, nazywa się zwierciadłem cylindra, cały zaś ustrój przypływu i odpływu pary z cylindra, mechanizmem rozdzielczym.

5. Pokrywa cylindra posiada otwór do przepuszczenia trzona tłokowego. Otwór ten dla zabezpieczenia od uchodzenia pary obok trzonu tłokowego zaopatrzony jest w dławnicę. Dławnicę stanowi wydrążenie walcowe, w pokrywie cylindra, wypełnione materyałem uszczelniającym np. warkoczem splecionym z konopi lub bawełny, ściśniętym mocno za pomocą śrub działających na rodzaj kapelusika zwanego dławnikiem. Podobna dławnica znajduje się na trzonie suwakowym.

6. Regulator *v* służy do zachowania jednostajnej szybkości biegu maszyny. Oś pionowa *a* regulatora otrzymuje ruch obrotowy od wału maszyny za pomocą pary kół zębatych stożkowych. Ruch ten udziela się kulom zawieszonym na osi na drążkach połączonych zawiasowo. Podczas obrotu kule wskutek siły odśrodkowej starają się rozsunąć, t. j. oddalić od osi, gdy przeciwnie siła ciężkości działa odwrotnie. Wskutek tego każdej szybkości odpowiada pewien kąt odchylenia drążka z kulami, przy którym te dwie siły znajdują się w równowadze.

Przy nadmiernej szybkości obrotu maszyny kule podnosząc się, pociągają współcześnie za pomocą szpulki *h* drąg poziomy, który mając stały punkt obrotu w *U*, przyczepionym na końcu prętem *b*, przymyka przepustnicę, umieszczoną w rurze parowej i zmniejsza przypływ pary do cylindra. W ten sposób zmniejsza się ciśnienie pary

w cylindrze dopóki bieg maszyny nie powróci do szybkości właściwej.

Tłok, umieszczony z boku pompy *O* zasilającej kokocieł, porusza się za pomocą mimośrodu *g*, osadzonego na wale maszyny.

7. Wał maszyny spoczywa w dwóch łożyskach, z których jedno jest ustawione na murze, drugie zaś na stalugach (Fig. 238) przymocowanych śrubami ankrowemi do fundamentu, nie widocznego na rysunku. Przedłużenie wału korbowego stanowi wał transmisyjny, przenoszący ruch na różne maszyny robocze.

8. Sprobujmy teraz obliczyć pracę, jaką maszyna powyższa może wykonać.

Przypuśćmy, że para, wchodząca do cylindra, posiada ciśnienie 5 *kg* (2,7). Średnica tłoka niechaj będzie 20 *cm*, skok tłoka 0,5 *m*. Przypuśćmy dalej, że wał robi po 120 obrotów na minutę, a więc tłok po 120 skoków podwójnych.

Powierzchnia tłoka będzie $^1/_4$ 20.20.3,14=314 cm^2 ciśnienie zatem na cały tłok wyniesie 314.5=1570 *kg*. Praca więc, jaką para może wykonać, przesuwając tłok na dwa skoki w cylindrze tam i z powrotem, czyli na jeden obrót wału, równa się pracy potrzebnej do podniesienia 1570 *kg* na wysokość 1 *m*.

Za jednostkę miary pracy mechanicznej przyjmujemy wielkość jej, potrzebną do podniesienia 1 *kg* na 1 *m* i tę jednostkę nazywamy kilogramometrem (*kgm*).

Maszyna zatem powyższa podczas każdego obrotu może wykonać pracę równą 1570 *kgm*, kilogramometrów.

9. Że zaś maszyna ta robi po 120 obrotów na minutę, czyli po dwa na sekundę, wykonywa pracę $2 \times 1570 = 3140$ *kgm*, co stanowi miarę jej siły (sprawności). Dla nadania wielkości tej postaci łatwiejszej do porównań, w praktyce przyjęto za jednostkę miary nie 1 lecz 75 *kgm* na sekundę, co odpowiada średniej pracy silnego konia i tę wielkość nazwano koniem parowym (**KP**). Maszyna zatem nasza posiada siłę (sprawność) $3140/75 = 41{,}9$ czyli prawie 42 **KP** (koni parowych).

Siły tej jednak całkowicie spożytkować nie można, gdyż około $^1/_5$ części jej traci się na tarcie własne w samym mechanizmie. Na użytek zatem właściwy otrzymać można tylko $^4/_5 \times 42 = 33{,}6$ **KP** i to stanowi siłę (sprawność) skuteczną, pierwotną zaś 42 **KP** nazywamy siłą indykowaną z powodów, które będą wyjaśnione później.

10. Postaramy się teraz oznaczyć odpowiednie zużycie pary i ciepła: Powierzchnia tłoka wynosi 314 cm^2, skok jego 0,5 *m;* zatem podczas każdego skoku tłoka wchodzi do cylindra $0{,}5 . 0{,}0314 = 0{,}0157\, m^3$ pary o ciśnieniu skutecznem 5 *atm.* czyli 6 *atm.* ciśnienia rzeczywistego, przyczem dla uproszczenia opuszczamy wpływ, jaki wywierają na rozchód pary objętości kanału doprowadzającego parę, oraz odstęp tworzący się skutkiem niezupełnego przylegania tłoka do pokrywy cylindra. Przestrzeń tę, wynoszącą około $^1/_{20}$ objętości cylindra, nazywamy przestrzenią martwą.

Podług tablicy (**2**,15) 1 m^3 pary nasyconej przy ciśnieniu rzeczywistem 6 *atm.* waży 3,074 *kg.*, a zatem na jeden skok tłoka zużywa się pary 0,0157.3,074 = 0,0482 *kg.* Do wytworzenia powyższej ilości pary z wody, mającej temperaturę 0^0, potrzeba użyć 0,0482 **Q** ciepłostek, gdzie (ob. **2**,14) **Q** = 606,5 + 0,305 **t**, a ponieważ **t** = $157{,}94^0$ (ob. **2**,8), przeto wypadnie ostatecznie.

0,0482 (606,5 + 0,305.157,94) = 31,5 **C**.

A zatem na podwójny skok tłoka, czyli na wytworzenie 1570 *kgm.* pracy potrzeba zużyć 2.31,5 **C** = 63 **C**, skąd wypada, że każda ciepłostka wytwarza $\frac{1570}{63} = 24{,}8$ *kgm.* pracy mechanicznej.

II. Przekonano się, że istnieje stosunek stały pomiędzy ilością ciepła zużytego, a ilością wykonanej pracy mechanicznej. Wynalezienie tego stosunku dla różnych okoliczności stanowi zadanie mechanicznej teoryi ciepła, opartej na przypuszczeniu, że ciepło jest wynikiem drgania drobniutkich cząsteczek ciała, czego nie można dojrzeć, a jedynie odczuć. Te drgania, czyli niewidoczne ruchy cząsteczek można zamienić na widoczny ruch całego ciała, jak również przez zniweczenie widocznego ruchu ciała można wytworzyć ciepło. Podług tej teoryi ciepło i praca mechaniczna są tylko odmiennemi objawami jednej i tej samej rzeczy i dla tego muszą pozostawać między sobą zawsze w jednakowym stosunku zależności, a mianowicie, że 1 **C** jest w stanie wytworzyć 424 *kgm.* pracy i odwrotnie 1 *kgm.* pracy wydzieliłby $\frac{1}{424}$ **C**, gdyby nie było żadnych strat. Dwie wielkości powyższe uważają się przeto za równoznaczne.

12. Wracając do przykładu powyższego, musimy zwrócić uwagę na tę okoliczność, że w naszej maszynie 1 **C** wytwarza tylko 24,8 *kgm.* zamiast 424, **C** czyli zaledwie 5,85% wydajności teoretycznej, pomimo, że nie przyjmowaliśmy wcale pod uwagę strat, wynikających z przestrzeni martwej i z promieniowania ciepła; rzeczywisty zaś skutek nie wyniesie więcej nad 3% do 4%. Przyjmując zaś pod uwagę, że przy parowaniu wody w kotle spożytkowuje się tylko $^3/_4$ ciepłodajności opału, musimy dojść do wniosku, że opisany sposób działania pary stanowi bardzo niekorzystne zużycie paliwa.

Tak jest w istocie, posiadamy jednak dwa środki powiększenia ilości pracy, wykonywanej tą samą ilością pary. Środkami temi są skraplanie i rozprężanie pary.

Skraplanie pary.

13. Przy obliczaniu przykładu poprzedniego widzieliśmy, że para posiadająca 6 *atm.* ciśnienia rzeczywistego wywiera 5 *atm.* ciśnienia skutecznego (**2**,8), cała więc atmosfera ciśnienia przepada na pokonanie ciśnienia powietrza po drugiej stronie tłoka. Można uniknąć tej straty przez wypuszczanie pary z cylindra nie wprost w powietrze, lecz do przestrzeni zamkniętej, w której para stykając się z wodą, lub ze ściankami, ochładzanemi wodą, wskutek ochłodzenia skrapla się czyli zamienia na wodę. Usuwając bezustannie wodę chłodzącą, oraz powstałą ze skroplenia pary można w przestrzeni wspomnianej, zwanej s k r a p l a c z e m, utrzymać stale względną próżnię t. j. ciśnienie nie wiele wyższe nad 0.

Chcąc np. w skraplaczu otrzymać ciśnienie 0,1 *atm.* należy ochładzać go do temperatury $45{,}58^0$.

W tym wypadku zyskujemy 0,9 *atm.* czyli prawie $^1/_5$ ciśnienia całkowitego na tłok bowiem w cylindrze działać będzie wówczas 5,9 *atm.* ciśnienia skutecznego zamiast 5. Gdyby zaś ciśnienie skuteczne w kotle wynosiło tylko 1 *atm.*, wówczas zastosowanie skraplacza prawie podwoiłoby pracę maszyny. Korzyść zatem, jaką skraplacz może przynieść, maleje w miarę wzrostu ciśnienia pary.

14. Urządzenie skraplaczów i pomp do ich obsługi opisane będzie później (**20**,22) obecnie wypada tylko nadmienić, że pompy te zowią się powietrznemi z tego powodu, że oprócz wody chłodzącej, oraz skroplonej, muszą jeszcze wyciągać znaczną ilość powietrza, wydzielającego się z wody chłodzącej, lub też przeciskającego się przez dławnicę i inne nieszczelności.

Do wtłaczania wody chłodzącej, której ilość wynosi około 25 razy wziętą wagę pary skraplanej, nie potrzeba pompy, jeżeli woda wchodzi w zetknięcie z parą, gdyż w tym razie wystarcza samo ciśnienie zewnętrzne atmosfery. Jeżeli jednak woda oddzielona jest ściankami od pary, co miewa miejsce w skraplaczach powierzchniowych (**20**, 23), wówczas potrzebną jest oddzielna pompa do pędzenia wody.

Rozprężanie pary.

15. Wyobraźmy sobie, że *A* (Fig. 244) jest cylinder naszej maszyny, narysowany w skróceniu, zaś *B* przedłużenie tego cylindra, przypuśćmy, że w przestrzeni po-

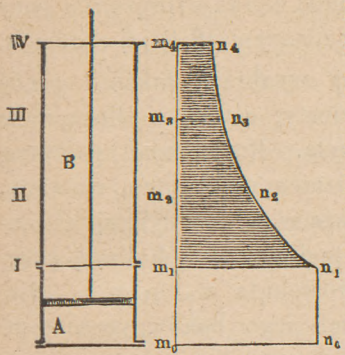


Fig. 244.

nad tłokiem przez połączenie ze skraplaczem zrobiona jest próżnia zupełna, w skutek czego ciśnienie pary na tłok wyniesie 6.314 = 1884 *kg.*, i pod tem ciśnieniem tłok odbywa drogę od dołu do położenia *I*. Ciśnienie to oznaczamy liniami $m_0\ n_0$ i $m\ n$, przyjmując, że 1 *m m.* długości odpowiada 100 *kg.* ciśnienia, linie te będą miały po 18,84 *m m.* Następnie, gdy tłok dojdzie do położenia *I*, wstrzymajmy dalszy dopływ pary. Wówczas para, zawarta w przestrzeni *A* będzie zachowywać się podobnie, jak sprężyna, ściśnięta siłą 1884 *kg.*, i rozkurczająca się w miarę zmniejszania siły ściskającej. Doświadczenia wykazały, że gdy ciśnienie zmniejszy się do połowy, wtedy objętość pary w dwójnasób się powiększy, a przy ciśnieniu, wynoszącem $^1/_3$ pierwotnego, objętość będzie 3 razy większa i t. d., czyli że ciśnienia zachowują się odwrotnie do objętości.

Oznaczywszy ciśnienie (prężność) pary przy położeniach tłoka w punktach *II*, *III* i *IV*, odpowiadających jej rozszerzeniu do podwójnej, potrójnej i poczwórnej objętości, liniami odpowiedniej długości $m_2\ n_2 = \frac{18,84}{2} = 9,42$ *m m.*; $m_3\ n_3 = \frac{18,84}{3} = 6,28$ *m m* i $m_4\ n_4 = \frac{18,84}{4} = 4,71$ *m m*; i połączywszy następnie punkty n^1, n^2, n^3 i n^4 linią

krzywą ciągłą, otrzymamy obraz zmian w prężności pary pod tłokiem, czyli tak zwany diagram (18,4) jej ciśnienia.

16. Rysunek powyższy wyobraża także i pracę maszyny, która, jak już wiemy, równa się iloczynowi z ciśnienia przez drogę przebytą. Rozpatrując pierwszą część skoku tłoka pod ciśnieniem całkowitem, widzimy, że długość linii $m_0\ n_0$ wyobraża w skali przyjętej ciśnienie pary, linia zaś $m_0\ m$, w podobny sposób drogę przebytą, a więc powierzchnia prostokąta m_0, n_0, n, m, równająca się iloczynowi z dwóch jego boków, przedstawi zarazem w skali przyjętej pracę maszyny wykonaną podczas pierwszej części skoku. W podobny sposób i powierzchnia $m_1\ n_1\ n_4\ m_4$ przedstawia wielkość pracy, wykonanej podczas rozprężenia pary.

Stosunek dwóch powyższych części pracy przy różnym stopniu rozprężania, podany jest w tablicy (Fig. 245), gdzie powierzchnie zakreskowane oznaczają pracę,

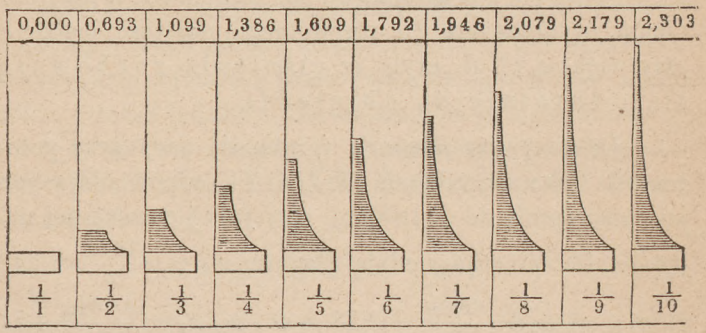


Fig. 245.

wykonaną podczas rozprężania pary, podobnie jak na Fig. 244. Ułamki pod spodem wyrażają stosunek napełnienia, czyli części skoku tłoka przebieżone pod ciśnieniem całkowitem pary przypływającej, gdy resztę tłok przebiega skutkiem rozprężania się pary zamkniętej w cylindrze.

Cyfry górne wyrażają stosunek pracy wykonanej podczas rozprężenia pary, do pracy podczas ciśnienia całkowitego.

Podług tablicy powyższej, przy pięciokrotnem rozprężaniu, czyli napełnianiu $^1/_5$, pewna określona ilość pary wykona o 1,609 razy więcej pracy podczas rozprężenia niż przy ciśnieniu całkowitem; ogólna zatem ilość pracy wykonanej wyniesie $1 + 1{,}609 = 2{,}609$ razy więcej niż bez rozprężania. Do wykonania zatem jednej i tej samej pracy potrzeba użyć w maszynie, pracującej z rozprężaniem pięciokrotnem, 2,609 razy mniej pary, niż w maszynie bez rozprężania.

Oczywiście, że w maszynie, działającej z rozprężaniem pary nie wydłuża się cylindra, jak to przypuszczaliśmy w (17,15), lecz dopływ pary zamyka się po przebyciu przez tłok $^1/_5$ części skoku.

17. W maszynach, pracujących z rozprężaniem pary, lecz bez skraplania jej, korzyść z rozprężania wypada znacznie mniejszą niż obliczono powyżej. Możemy to sprawdzić na przykładzie następującym: Przerysujmy diagram, podany na Fig. 244, dla 6 *atm.* ciśnienia całkowitego i czterokrotnego rozprężenia. Przez usunięcie skraplania zmniejszy się ciśnienie o jedną atmosferę podczas całego okresu pracy. Odetnijmy więc od wieloboku

$m_0\ n_0\ n_1\ n_4\ m_4$ (Fig. 246) odpowiednią powierzchnię za pomocą linii a, a_4, odległej od $m_0\ m_4$ na 3,14 *mm.*, co odpowiada 1 *atm.* ciśnienia, a otrzymamy wówczas wielobok $a_0\ n_0\ n_1\ n_4\ a_4$, wyobrażający pracę całkowitą, powierzchnia zaś zakreskowana $a_1\ n_1\ n_4\ a_4$ przedstawi pracę, wykonaną podczas rozprężenia pary.

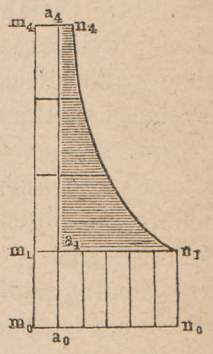


Fig. 246.

Przyjmując powierzchnię $m_0\ a_0\ a_1\ m = 1$.

znajdziemy, że: $m_0\ n_0\ n_1\ m_1 = 6$

$a_0\ n_0\ n_1\ a = 5$

$m_1\ a_1\ a_4\ m_4 = 3$

a ponieważ podług tablicy Fig. 245

$$m_1\ n_1\ n_4\ m_4 = 1{,}386.6 = 8{,}316$$

więc $$a_1\ n_1\ n_4\ a_4 = 8{,}316 - 3 = 5{,}316$$

a stosunek $$\frac{a_1\ n_1\ n_4\ a_4}{a_0\ n_0\ n_1\ a_1} = \frac{5{,}316}{5} = 1{,}063$$

t. j., że praca wykonana podczas rozprężenia pary jest tylko 1,063 razy większą od pracy przy ciśnieniu całkowitem. Ogółem więc przy 5 *atm.* ciśnienia skutecznego i czterokrotnem rozprężeniu, lecz bez skraplania można otrzymać pracę 2,063 razy większą, niż bez rozprężenia: przy zastosowaniu zaś skraplania otrzymałoby się 2,386 razy większą. Korzyść zatem w wypadku pierwszym jest znacznie mniejsza, i różnica ta wzrasta w miarę zwiększanego stopnia rozprężania oraz zmniejszanego początkowego ciśnienia pary.

Chcąc zatem zużytkować parę możliwie zupełnie t. j. o ile można najmniej węgla użyć na wytworzenie pewnej oznaczonej ilości pracy, należy zastosować możliwie największe rozprężanie i skraplanie. Przy rozprężaniu dziesięciokrotnem zwiększymy pracę 3,303 razy, czyli, że 1 C wytworzy już nie 24,8 *kgm.*, lecz $3{,}303.24{,}8 = 81{,}9$ *kgm.*, a to stanowi $100\,\frac{81{,}9}{424} = 19{,}3\%$ wydajności teoretycznej.

W rzeczywistości nie udało się jeszcze osięgnąć tak korzystnego zużytkowania ciepła, gdyż liczne nieuniknione straty pary stają temu na przeszkodzie: jednakże w maszynach najlepszych już znacznie zbliżono się do granic powyższych, a mianowicie zdołano spożytkować 15% ciepła, zawartego w parze, lub 12% ciepła, zawartego w paliwie.

18. Jakkolwiek rozprężanie pary przedstawia znaczne korzyści pod względem oszczędności na opale, ma ono i swoje strony ujemne, o których należy wspomnieć.

W maszynach, pracujących z rozprężaniem, przeciętne ciśnienie na tłok (**22**,15) wypadnie mniejsze niż w maszynach bez rozprężania; przy jednakowej zatem sile i szybkości tłoka, pierwsze muszą mieć większe powierzchnie tłoków, a zatem i całe wypadną większe od ostatnich.

Z diagramów Fig. 244 do 246 widać, że ciśnienie pary na tłok podczas skoku nie jest jednostajne, do wyrównania zatem szybkości biegu maszyny potrzeba użyć większych kół zamachowych, niż przy maszynach bez rozprężania. Dodać tu jeszcze należy bardziej złożony

rozdział pary w maszynach z rozprężaniem. Z tych trzech powodów maszyna z rozprężaniem, kosztuje drożej od zwyczajnej; natomiast potrzeba do niej mniejszego kotła, z uwagi jednak, że koszt kotła wynosi zaledwie $^1/_4$ do $^1/_2$ kosztu maszyny, koszt całego urządzenia wypadnie zawsze większy.

Pomimo tego, prawie wszystkie maszyny budują z rozprężaniem, gdyż znaczne oszczędności na opale wynagradzają sowicie zwiększony koszt zakupu.

Maszyny bliźniacze, Woolf'owskie i sprzężone.

19. Równomierny bieg maszyny, pracującej pod ciśnieniem pełnem, lub z rozprężaniem pary, osięgnąć można i bez zastosowania ciężkich kół zamachowych jednym z niżej podanych sposobów.

Przez ustawienie dwóch cylindrów parowych, z których każdy, otrzymuje parę bezpośrednio z kotła, są jednak z wałem połączone w ten sposób, że gdy jeden z tłoków znajduje się w punkcie martwym, drugi jest w połowie skoku, działa więc najskuteczniej. Można to uskutecznić przez ustawienie pod kątem prostym korb na wale (Fig. 247) lub też przez podobne ustawienie samych cylindrów (Fig. 248). To ostatnie urządzenie, spotykane najczęściej na małych statkach parowych, poruszanych za pomocą śruby, ma tę zaletę, że oba drągi korbowe mogą być osadzone na wspólnej korbie. Maszyny takie o dwóch cylindrach, jednakowo silnych, zowią się bliźniaczemi.

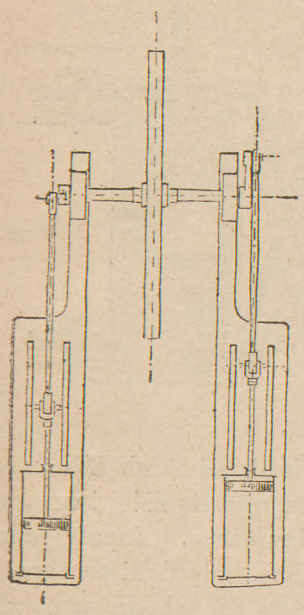


Fig. 247.

20. Różnią się od powyższych maszyny Woolf'owskie, mające wprawdzie dwa cylindry parowe, lecz o różnej sile i działające równolegle.

Fig. 249 wskazuje zasadę urządzenia tych maszyn. Jeden z cylindrów jest trzy do pięciu razy mniejszy od drugiego. Para wchodzi najprzód do cylindra mniejszego przez kanały *E* lub *F*, których zamknięcie kurkami wskazane jest tylko dla uproszczenia rysunku. Para po wykonaniu tam pracy ciśnieniem pełnem, lub z rozpręża-

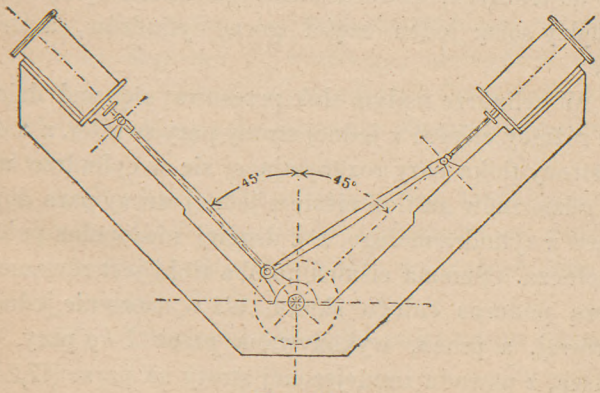


Fig. 248.

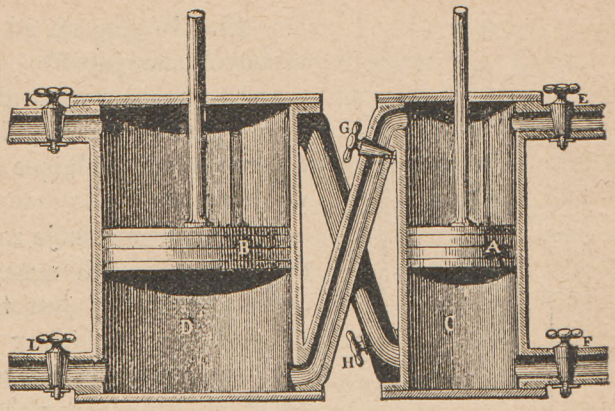


Fig. 249.

niem częściowem przepływa, kurkami G lub H do wielkiego cylindra, w którym rozpręża się dalej i wreszcie kurkami K lub L uchodzi do skraplacza. Kanały pośrednie G i H są wtedy skrzyżowane, gdy tłoki przesuwają się w kierunku wspólnym, jeżeli zaś chodzą w kierunkach odwrotnych, wówczas kanały pośrednie łączą wprost pomiędzy sobą: jeden części górne cylindrów, a drugi dolne.

W cylindrze małym tłok przesuwa się pod działaniem różnicy ciśnień z jednej strony pary świeżej, a z drugiej strony tłoka pary rozprężającej się w cylindrze wielkim, gdzie znów na tłok ciśnie z jednej strony para dopływająca z cylindra małego, a z drugiej niezupełna próżnia skraplacza. Summa ciśnień na oba tłoki jest równomierniejszą podczas całego skoku, niż w maszynie jednocylindrowej, a praca, wykonywana przez 1 *kg* pary, jest większą, z powodu zmniejszonej straty na parze (17,24).

21. Maszyny Woolf'owskie mają punkty martwe, dla uniknięcia których zaczęto budować maszyny, oparte na tej samej zasadzie, z tą jednak różnicą, że tłoki dochodzą do swych punktów martwych nie współcześnie, lecz naprzemian.

Maszyny takie nazwane s p r z ę ż o n e m i (Compound) pierwotnie używane były na statkach parowych, obecnie jednak wchodzą w coraz powszechniejsze użycie jako maszyny stałe i na parowozach.

Można je uważać jako kombinacyę maszyn Woolfowskich z bliźniaczemi, gdyż para wykonywa w nich swą pracę kolejno, najprzód w mniejszym, a następnie w większym cylindrze; tłoki zaś związane są z dwiema korbami, osadzonemi na wale w ten sposób, że tworzą wzajemnie kąt prosty. Przy takiem urządzeniu gdy tłok wielkiego cylindra znajduje się np. w punkcie martwym, a zatem dopływ pary zaledwie się zaczyna, jednocześnie tłok cylindra małego znajduje się w środku swego skoku, zatem dosięgnął największej szybkości; na pomieszczenie więc pary, która wypływając z małego cylindra nie ma jeszcze dopływu do wielkiego, niezbędnem okazało się urządzenie zbiornika pośredniego (Receiver), któryby miarkował zmiany ciśnienia pary przepływającej między cylindrami.

Nadto każdy cylinder musi być zaopatrzony w oddzielny rozdział pary, gdy tymczasem w maszynach Woolf'owskich, jeden suwak cylindra małego może obsługiwać obadwa cylindry.

22. Urządzenie zbiornika pośredniego i samodziel-

nego rozdziału pary dla każdego cylindra, może być zastosowanem z korzyścią nawet i przy zwykłych maszynach Woolf'owskich, które w takim razie otrzymują nazwę sprzężonych, chociażby ich korby nie tworzyły kąta 90^0, ale 0^0 lub 180^0. Maszyny sprzężone, jak dotychczas, najkorzystniej spożytkowują parę, zachowując stosunkowo bardzo jednostajną szybkość obrotową. Rozchód pary można ograniczyć do 8 lub 7, a niekiedy nawet tylko do 6 *kg* na godzinę i konia parowego; co przy oszczędnem opalaniu kotła odpowiada rozchodowi 0,7 lub 1 *kg* węgla kamiennego na godzinę i konia. W rozdziale (**22**,4) podamy zalety tych maszyn w porównaniu z innemi.

Podobnie jak w zwykłych maszynach sprzężonych para przechodzi przez dwa cylindry, można ją kolejno rozprężać w trzech a nawet czterech cylindrach. Lecz takie maszyny trzy lub cztery razy sprzężone mogą się okazać korzystnemi tylko przy bardzo wysokich ciśnieniach pary 10 do 12 *atm.* Dotychczas znalazły one zastosowanie na statkach parowych; czy jednak okazałyby się również korzystnemi w zastosowaniu do fabryk, tego przesądzać nie można, tem bardziej, że w wielu wypadkach już nawet dwucylindrowe maszyny wykazały oszczędność nieznaczną, a niekiedy nawet wprost urojoną.

Przyczyny wywołujące stratę pary.

23. Wspomnieliśmy wyżej (**17**,12), że rzeczywisty rozchód pary zawsze bywa większym od obliczonego z objętości tej części cylindra, jaką przebywa tłok do chwili zamknięcia jej dopływu. Tę przewyżkę rozchodu

nazywamy stratą i powinniśmy dążyć do możliwego jej zmniejszenia. Trzy są przyczyny główne wywołujące stratę pary, a mianowicie:

1) przestrzeń szkodliwa w cylindrze.

2) nieszczelności tłoka i suwaka.

3) skraplanie się pary na ścianach cylindra promieniujących cieplik na zewnątrz.

Pierwsza strata zależy od szerokości i długości kanałów parowych i może być zmniejszoną przez ściskanie pary przed końcem skoku tłoka (**17**,27).

Druga strata bywa bardzo nieznaczną lub prawie żadną w maszynach dobrze wykonanych i starannie utrzymanych; może jednak stać się znaczną w cylindrach źle wytoczonych, lub znacznie wytartych przez długą pracę. Sposób sprawdzania szczelności tłoków podany jest na innem miejscu (**24**,14).

Trzeciej wreszcie straty niepodobna jest uniknąć nawet w maszynach nowych i dobrze wykonanych; szczególnie zaś znaczną bywa w maszynach ze skraplaniem, gdyż w nich cylinder parowy przyjmuje temperaturę pośrednią pomiędzy temperaturą pary, a temperaturą panującą w skraplaczu. Z tego powodu para świeża, wchodząc do cylindra, spotyka ściany stosunkowo chłodne i ulega skropleniu. Wprawdzie podczas rozprężania pary temperatura jej obniża się, nie tak jednak w porównaniu z temperaturą ścian cylindra, aby osiadła na nich rosa mogła się ulotnić jeszcze przed dojściem tłoka do końca skoku. Dopiero po otwarciu odpływu pary do skraplacza, wskutek nagłego zmniejszenia się ciśnienia cała ilość wody skroplonej w cylindrze zamienia się na parę,

która jednak nie wykonawszy żadnej pracy, wywołuje potrzebę zwiększonej ilości zimnej wody, dostarczanej do skraplacza.

W maszynach bez skraplacza średnia temperatura cylindra bywa wyższą, a stąd i szkodliwe skraplanie się pary na ścianach mniejsze, niż w maszynach ze skraplaczami. Nawet w maszynach Woolf'owskich i sprzężonych skraplanie szkodliwe bywa mniejsze, niż w maszynach jednocylindrowych o równem rozprężaniu i ze skraplaczem, zmiany bowiem temperatur w każdym z dwóch cylindrów wypadają mniejsze, niż w jednym i to jest głównym powodem mniejszego rozchodu pary w maszynach powyższych (17,20).

25. Strat powyższych można uniknąć prawie zupełnie przez zastosowanie tak zwanego płaszcza parowego, polegającego na tem, że cylinder parowy miewa podwójne ściany, przestrzeń pomiędzy któremi wypełnia się parą.

O skuteczności płaszcza parowego przez czas długi prowadzono spory, obecnie jednak uznaną ona została ostatecznie tak w teoryi jak i w praktyce. Zastosowanie płaszcza parowego podwyższa średnią temperaturę cylindra i zmniejsza przez to możność skraplania się pary na ścianach. Działanie to staje się tem skuteczniejszem, im gorętszą jest para, użyta do ogrzewania, a ztąd wynika konieczność używania pary świeżej. Do podwyższenia temperatury cylindra, a więc do zmniejszenia straty pary przyczyniają się oprócz płaszcza parowego jeszcze płaszcze z pilśni, włosia, tektury, drzewa lub blachy;

należy je więc zastosowywać, w celu oszczędności na opale.

26. Oprócz dwóch powyższych przyczyn straty pary, jest jeszcze jedna bardzo znaczna, a mianowicie jej wilgotność (**11**,5,6). Para wychodząc z kotła, unosi zwykle ze sobą pewną ilość wody, wzrastającą jeszcze w czasie przepływu wskutek skraplania się na ścianach rur. Jeżeli więc rury, prowadzące parę, nie posiadają żadnego przyrządu do odprowadzania wody skroplonej, wówczas cała jej ilość dostaje się do cylindra, bez żadnego naturalnie pożytku.

Określając zatem rozchód pary w maszynie podług ilości wody, czy to zasilającej, czy też otrzymanej ze skroplenia pary zużytej, zawsze popełnimy błąd, polegający na włączeniu wody przepływającej bezpożytecznie przez cylinder, którą właściwie należałoby odnieść do strat kotła, lub rur parowych. Aby zatem przy doświadczeniach nad zużyciem pary w maszynach uniknąć tego błędu, należy się starać usilnie o to, aby doprowadzać do cylindra parę możliwie suchą.

Dokładniejsze obliczenie siły maszyny parowej i zużycia pary.

27. W obliczeniu (**17**,89), przeprowadzonem tylko w celu objaśnienia rzeczy, pominięte zostały niektóre okoliczności, wpływające na siłę maszyny jak np. wspomniana już przestrzeń szkodliwa, a nadto ściskanie pary

i przeciwciśnienie. Do dokładniejszego obliczenia sprawności maszyny może służyć wzór następujący:

$$N = w \times 4{,}444 \; ons \; (Ap_1 - Bp_2)$$

w którym głoski użyte mają znaczenie następujące:

N siła skuteczna w koniach parowych

w współczynnik wydajności, wynoszący zwyczajnie 0,75, a w najlepszych maszynach dochodzący do 0,9

4,444 liczba, otrzymana ze wzoru $\frac{2 \times 10000}{60 \times 75}$ dla maszyn pracujących dwustronnie; dla maszyn zaś, pracujących jednostronnie (17, 28) należy brać 2,222.

o powierzchnia tłoka w m^2 po potrąceniu przekroju trzona tłokowego,

n liczba obrotów korby w przeciągu minuty

s skok tłoka w metrach

A wielkość, zależna od stopnia napełniania cylindra parą (**f**) i od stosunku (**m**) przestrzeni szkodliwej do przestrzeni użytecznej cylindra.

Wielkości te podane są w tablicy poniższej.

p_1 ciśnienie w *atm.* pary wchodzącej do cylindra, zwyczajnie o $^1/_2$ do 1 *atm* mniejsze niż w kotle

B wielkość, zależna od stopnia ściskania pary (**k**) i od (**m**), patrz tablicę.

p_2 przeciwciśnienie pary wychodzącej, które dla maszyn zwyczajnych wynosi 1,1 *atm* a dla maszyn ze skraplaczami . . 0,2 *atm.*

Tablica wartości A.

f. \ m.	0,02	0,04	0,06	0,08
0,00	0,079	0,130	0,172	0,208
0,05	0,237	0,270	0,298	0,322
0,06	0,263	0,294	0,321	0,346
0,07	0,288	0,317	0,342	0,366
0,08	0,312	0,339	0,363	0,385
0,09	0,335	0,360	0,383	0,404
0,10	0,356	0,380	0,402	0,422
0,15	0,454	0,473	0,490	0,505
0,20	0,537	0,552	0,561	0,577
0,25	0,608	0,620	0,631	0,641
0,30	0,670	0,680	0,688	0,697
0,40	0,772	0,778	0,783	0,789
0,50	0,850	0,854	0,857	0,860
0,60	0,908	0,911	0,913	0,914
0,70	0,950	0,952	0,953	0,953
0,80	0,979	0,980	0,980	0,980

Tablica wartości B.

k= \ m=	0,02	0,04	0,06	0,08
0,00	1,000	1,000	1,000	1,000
0,05	1,038	1,023	1,017	1,013
0,06	1,051	1,032	1,023	1,018
0,07	1,065	1,041	1,030	1,024
0,08	1,081	1,052	1,038	1,031
0,09	1,097	1,063	1,047	1,038
0,10	1,115	1,075	1,057	1,046

k= \ m=	0,02	0,04	0,06	0,08
0,15	1,213	1,146	1,113	1,093
0,20	1,327	1,229	1,181	1,150
0,25	1,452	1,324	1,258	1,217
0,30	1,586	1,426	1,344	1,292
0,40	1,877	1,653	1,536	1,459
0,50	2,192	1,903	1,749	1,647
0,60	2,526	2,172	1,980	1,853
0,70	2,877	2,456	2,228	2,074
0,80	3,242	2,754	2,487	2,307

Przykład liczbowy. Przypuśćmy, że maszyna parowa ma wymiary następujące: średnica tłoka 0,4 *m.*; skok tłoka 0,75 *m.*; średnica trzona tłokowego, przechodzącego na obie strony tłoka, 0,05 *m*; liczba obrotów korby na minutę 80; przestrzeń szkodliwa wynosi 0,04 przestrzeni użytecznej cylindra.

Obliczmy siłę tej maszyny przy

$$f = 0{,}25,\ k = 0{,}1,\ p_1 = 8,\ p_2 = 1{,}1 \text{ i } w = 0{,}85$$

Otrzymamy $o = \frac{314}{4}(0{,}4^2 - 0{,}05^2) = 0{,}1237\ m^2$

z tablic zaś znajdziemy $A = 0{,}62$ i $B = 1{,}075$, skąd $N = 0{,}85.\ 4{,}444.\ 0{,}1237.80.\ 0{,}75\,(0{,}62.8 - 1{,}075.1{,}1) =$ $= 105{,}9$ czyli okrągło 106 KP.

Obliczmy teraz, z jakim stopniem napełnienia musiałaby pracować ta maszyna ze skropleniem ($p_2 = 0{,}2$ *atm.*), aby wydać tę samą pracę przy pozostałych warunkach niezmienionych. W tym wypadku równanie powyższe wyrazi się:

$106 = 0{,}85.4{,}444.0{,}1237.80.0{,}75\,(A.8 - 1{,}075.0{,}2)$ zkąd wypadnie $A=0{,}5$

podług tej wielkości znajdziemy z tablicy, że f powinno być pośrednie pomiędzy 0,15 i 0,20 dokładnie obliczone wypada $f=0{,}166$.

Rozchód pary na godzinę najwłaściwiej jest obliczyć w odniesieniu do siły jednego konia parowego sprawności skutecznej. Do tego celu może służyć wzór następujący: $$\frac{D}{W} = \frac{35}{w} \cdot \frac{(f+m)\,g_1 - (k+m)\,g_2}{Ap_1 - Bp_2}$$

w którym litery użyte mają znaczenie następujące:

$\frac{D}{W}$ rozchód pary na godzinę i jednego konia parowego sprawności skutecznej, nie licząc żadnych strat

g_1 waga 1 m^3 pary nasyconej przy ciśnieniu p_1 z tablicy (2,15)

g_2 waga 1 m^3 pary nasyconej przy ciśnieniu p_2

Litery pozostałe mają toż samo znaczenie, co i we wzorze poprzednim.

Strata pary wynosi 0,2 do 0,4 ilości teoretycznej, obliczonej podług wzoru powyższego. Dotychczas nie można jeszcze obliczyć dokładnie tej straty.

Maszyny pracujące jednostronnie i maszyny obrotowe (rotacyjne).

28. W opisie maszyny, podanym na początku tego rozdziału, było powiedzianem, że tłok przesuwa się w obu kierunkach pod ciśnieniem pary. Maszyny takie zwiemy maszynami o działaniu podwójnem, lub pracującemi dwustronnie.

Bywają jednak maszyny, w których para działa tylko na jedną stronę tłoka np. od strony odwrotnej do trzona tłokowego; z drugiej zaś strony ciśnie tylko powietrze atmosferyczne. W maszynach takich o działaniu pojedynczem, czyli pracujących jednostronnie, ciśnienie pary przesuwa tłok tylko w jednym kierunku, ruch zaś powrotny odbywa się albo przez oddziaływanie siły żywej koła zamachowego, albo przez opuszczanie się ciężarów, podnoszonych podczas ruchu pierwszego, albo nareszcie w maszynach ze skraplaczami przez przewagę ciśnienia atmosfery nad próżnią skraplacza.

Jakkolwiek maszyny pracujące jednostronnie wykonywają zaledwie połowę tej pracy, jaką mogłaby wykonać maszyna tych samych wymiarów, pracując dwustronnie; to jednak w niektórych szczególnych wypadkach, praca jednostronna okazuje się korzystniejszą i z tego powodu znajduje zastosowanie.

Najważniejsza zaleta tych maszyn leży w tem, że siła działa tylko w jednym kierunku, można więc tak urządzić, żeby wszystkie części ruchome były tylko rozciągane i nie podlegały wcale ściskaniu, bardzo niekorzystnie oddziaływającemu szczególnie na długie trzony np. przy pompach wodnych w kopalniach. Dodatnią stronę tych maszyn stanowi jeszcze i to, że siły działające nie zmieniają swego kierunku, przez co unika się wstrząśnień w łożyskach, nawet przy bardzo szybkim ruchu tłoków.

29. Prawie we wszystkich maszynach parowych, podobnie jak w maszynie wyobrażonej na fig. 237, tłoki w cylindrach mają ruch prostolinijny tam i napowrót,

który dopiero za pomocą przyrządu korbowego zamienia się na ruch obrotowy, jako najłatwiejszy do dalszego przenoszenia. Z tego powodu byłoby bardzo pożądanem nadanie tłokowi w cylindrze odrazu ruchu obrotowego zamiast prostolinijnego, aby w ten sposób uniknąć przyrządu korbowego. Wynaleziono wprawdzie wiele maszyn obrotowych (rotacyjnych), w niektórych wypadkach nawet dość udatnych, które jednak nie ziściły wielkich nadziei, jakie w nich pokładano, i zapewne nigdy nie będą mogły zastąpić maszyn zwykłych o tłokach poruszających się prostolinijnie. Stają temu na przeszkodzie trudności praktyczne, gdyż prawie niemożliwem jest dobre uszczelnienie tłoków innych niż walcowe, łatwe do wykonania i zachowujące szczelność swą pomimo znacznych zmian temperatury (19,32).

ROZDZIAŁ XVIII.

Rozdział pary.

1. Przyrządy służące do rozdziału pary powinny w czasie właściwym doprowadzać i odprowadzać parę z cylindra, co sprowadza się do tego, aby w odpowiednich chwilach skoku tłoka otwierać lub zamykać kanały, któremi para dopływa, lub uchodzi z cylindra.

Można więc to wykonywać w sposób rozmaity za pomocą suwaków, kurków, wentylów i t. p.

2. W przyrządach rozdzielczych rozróżniamy c z ę-

ści wewnętrzne, znajdujące się w przestrzeniach parowych, szczelnie zamkniętych i części zewnętrzne leżące na zewnątrz tych przestrzeni. Naprzykład w maszynie podanej na Fig. 237, suwak jest częścią wewnętrzną rozdziału pary, części zaś zewnętrzne stanowią: trzon suwakowy, drążek mimośrodowy z pierścieniem i mimośród.

3. Przyrządy rozdzielcze można gatunkować rozmaicie np. podług wewnętrznych części zamykających dzielą się na: suwakowe, kurkowe, wentylowe, tłokowe i t. p. Można tu również odróżniać przyrządy, służące do rozdziału pary o ciśnieniu pełnem, lub z rozprężeniem, bądź stałem, bądź dowolnie zmiennem.

Obecnie we wszystkich prawie maszynach wymagamy, aby dopływ pary był zmiennym i miarkowanym za pomocą regulatora, gdyż jest to najlepszy środek zastosowania pracy maszyny do zmiennych oporów, przy zachowaniu jednostajnej szybkości.

4. Na diagramie Fig. 250 objaśnimy jakim warunkom powinien odpowiadać rozdział pary. Diagram

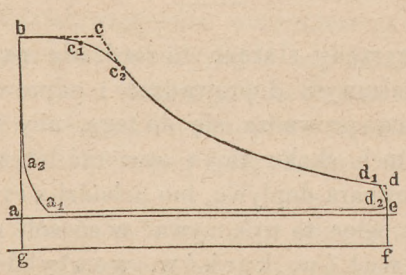


Fig. 250.

ten zdjęty z maszyny o rozprzężeniu czterokrotnem bez skraplania, różni się zaś od wskazanego na Fig. 244 tem, że linia *gf*, oznaczająca skok tłoka, wykreślona poziomo; jest zarazem linią, od której mierzyć należy wysokość ciśnień; linja zaś *ae* oznacza przeciwciśnienie, wywierane przez powietrze zewnętrzne.

Wielobok *abcde* został tu wykreślonym teoretycznie w przypuszczeniu że:

1) dopływ świeżej pary następuje nagle w chwili zmiany kierunku tłoka;

2) na przestrzeni *bc* nie zachodzi żadna zmiana ciśnienia;

3) w punkcie *c* ustaje nagle dopływ pary i zaczyna się rozprężanie;

4) odpływ pary zaczyna się dokładnie przy końcu skoku tłoka;

5) przeciwciśnienie równa się dokładnie ciśnieniu atmosfery, aż do końca skoku tłoka.

5. Ponieważ wszystkim warunkom wyżej wymienionym można zadość uczynić tylko w przybliżeniu, jak to zaraz zobaczymy, przeto diagram rzeczywisty różni się od teoretycznego.

Przypuśćmy, że w punkcie *b* para dosięgła w cylindrze swego ciśnienia najwyższego, które jednak zawsze jest nieco niższem niż w kotle, to od tej chwili ciśnienie w cylindrze zaczyna nieznacznie obniżać się z powodu, że tłok posuwa się z szybkością wzrastającą, a więc musi się zwiększać i szybkość dopływu pary, przez co znów wzrastają opory, doznawane przez nią, podczas przepły-

wu rurami i kanałami. Otrzymamy przeto zamiast linii prostej bc krzywą bc.

Zamknięcie dopływu pary nie dokonywa się w jednej chwili lecz wymaga także pewnego czasu i dla tego przy c, zamiast kąta otrzymamy łuk cc_2. Na przebieg rozprężania pary, o ile cylinder jest szczelnie zamknięty, przyrządy rozdzielcze nie wywierają wpływu.

Wypływ pary również zaczyna się nie nagle od punktu martwego, lecz nieco wcześniej w jakimś punkcie d_1 przed końcem skoku tłoka; zamiast więc linii prostopadłej de otrzymamy znów krzywą $d_1 d_2$. W chwili zmiany kierunku ruchu tłoka ciśnienie fd_2 pozostaje cokolwiek wyższem od ciśnienia atmosfery fe i cała zawartość cylindra pod tem ciśnieniem wypływa na zewnątrz podczas powrotnego skoku tłoka. Ciśnienie pary wylotowej, jakkolwiek prawie stałe, w środku skoku, gdy szybkość tłoka jest największą, nieco się podnosi skutkiem ściskania w kanale. Wogóle linia wyrażająca przeciwciśnienie pary wylotowej leży zawsze cokolwiek wyżej nad linią ae, oznaczającą ciśnienie atmosfery.

Otwór wylotowy zamyka się w a_1 przed końcem skoku tłoka, aby jeszcze przed jego dojściem do punktu martwego a_2, skutkiem wcześnie otworzonego dopływu, para dosięgła swego pełnego ciśnienia wprzód, nim tłok rozpocznie nowy swój skok. W odstępie pomiędzy punktami a_1 i a_2, t. j. od chwili zamknięcia odpływu, do czasu otwarcia przypływu pary świeżej, reszta pary, pozostałej w cylindrze, ulega ściskaniu przez co ciśnienie jej wzrasta prawie w ten sam sposób jak malało przy rozprężaniu (17,15).

6. Ostatecznie wypada, że płaszczyzna $g\,b\,c_1\,c_2\,d_1\,d_2\,f$ przedstawia pracę pary świeżej, płaszczyzna zaś $f\,d_2\,a_1\,a_2\,b\,g$ oznacza opór przeciwciśnienia pary uchodzącej.

Właściwie należałoby rozpatrywać ciśnienie pary świeżej z jednej strony tłoka i współczesne przeciwciśnienie pary uchodzącej z drugiej jego strony; ponieważ jednak to ostatnie jest z obydwóch stron tłoka jednostajne, więc dla jasności poprzestaliśmy na jednej tylko stronie.

Różnica ich zatem $b\,c_1\,c_2\,d_1\,d_2\,a_1\,a_2$ stanowi rzeczywistą pracę pary. Jest ona zawsze mniejszą od teoretycznej, wyrażonej wielobokiem $a\,b\,c\,d\,e$, i różnica ich zależy od wielkości zaokrągleń w kątach diagramu.

Ztąd wynika, że należy urządzić możliwie najszybsze zamykanie i otwieranie kanałów tak doprowadzających, jak również i odprowadzających parę, oraz unikać wszelkich zwężeń kanałów; w ten sposób bowiem zapobiega się stracie pracy.

W razie napełnienia zmiennego rozdział pary powinien odpowiadać warunkowi powyższemu przy każdym stopniu napełnienia, jaki może się przytrafić, szczególniej jednak przy tych, które mają być najczęściej stosowane.

Stosunek obydwóch płaszczyzn $b\,c_1\,c_2\,d_1\,d_2\,a_1\,a_2$ i $a\,b\,c\,d\,e$ nazywa się stopniem pełności diagramu; im doskonalszym jest przyrząd rozdzielczy, tym większym stopień pełności diagramu.

7. Poprzedzanie otwarcia kanałów przepływowych powinno być możliwie jednostajnem dla wszystkich stopni napełnienia danej maszyny i nie większém, niż potrzeba na to, aby tłok rozpoczynał skok swój pod ciśnieniem

pełnem, lub nieznacznie tylko mniejszem. W pierwszym razie zmniejszałaby się niepotrzebnie sprawność maszyny podczas każdego skoku; w drugim zaś początkowe ciśnienie pary nie wystarczałoby do poruszania tłoka; w pierwszych zatem chwilach skoku, tłok byłby pociąganym przez koło zamachowe, dopóki ciśnienie pary dostatecznie nie wzrośnie. Wówczas następowałaby zmiana działania sił (pchania tłoka, zamiast ciągnienia), wywołująca za każdym razem wstrząśnienie tem silniejsze, im z większą szybkością tłok się wówczas poruszał i im więcej były wyrobione połączenia drągów.

8. Nadto wymaga się jeszcze, aby regulator zmieniał stopień napełniania dość łatwo, t. j. bez nakładu wielkiej siły, czyli żeby regulator wypadł niezbyt wielkich wymiarów.

W maszynach, potrzebujących zmieniać kierunek swego ruchu, i zaopatrzonych w tym celu w przyrząd kierowniczy zwrotowy (**18**.19), łatwość przestawiania całego przyrządu rozdzielczego ma znaczenie bardzo ważne. W tym celu starają się zastosować kurki, suwaki, wentyle lub tłoki z odciążeniem, czyli ze zrównoważonem ciśnieniem pary (**18**.30).

Rozumie się samo przez się, że każdy przyrząd rozdzielczy powinien być trwały i szczelny, ponieważ jednak warunki powyższe mają tutaj znaczenie pierwszorzędne, nie zawadzi więc zwrócić na nie szczególnej uwagi.

Poniżej podajemy sposób działania niektórych przyrządów rozdzielczych najbardziej rozpowszechnionych, rozpoczynając od suwakowych.

Rozdział pary jednym suwakiem.

9. Suwak *A* wyobrażony na Fig. 251 w przekroju podłużnym, a na Fig. 254 w przekroju poprzecznym, wprawiany w ruch za pomocą mimośrodu, ślizga się po

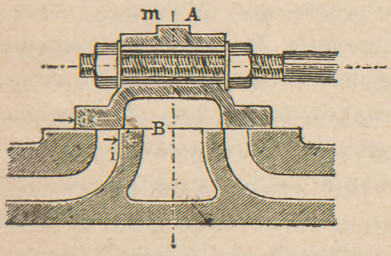


Fig. 251.

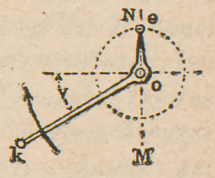


Fig. 252.

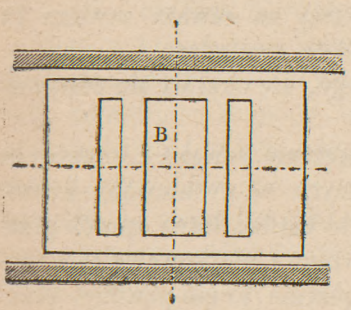


Fig. 253.

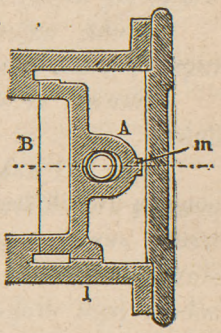


Fig. 254.

zwierciadle *B*, widocznem na Fig. 253, w którem dwa otwory skrajne prowadzą do lewej i prawej przestrzeni cylindra, środkowy zaś do skraplacza, lub na zewnątrz. Działanie suwaka było już objaśnione poprzednio (17.2).

Zwierciadło cylindra powinno być twarde, aby się mało zużywało. Dawniej przymocowywano do cylindrów zwierciadła bronzowe, same zaś suwaki robiono z żelaza lanego (Fig. 275). Ponieważ jednak zwierciadło takie trudno jest przymocować, a jeszcze trudniej wymienić po zużyciu, zaczęto więc postępować odwrotnie, robiąc suwaki bronzowe, a zwierciadła pozostawiając żelazne lane. W ten sposób osiągnięto małe zużywanie zwierciadeł i łatwość wymiany suwaków po ich zużyciu. Obecnie suwaki bronzowe utrzymały się tylko w parowozach i maszynach małych, powszechnie zaś robią tak zwierciadła, jak i suwaki z żelaza lanego, zachowując tylko tę ostrożność, aby zwierciadło odlane było z żelaza bielszego, a zatem i twardszego niż suwak, który jako miększy, powinien się więcej zużywać.

Bronz, najodpowiedniejszy na suwaki zawiera 74 części miedzi, 7 cz. cyny i 19 cz. mosiądzu.

Suwaki ze stopu białego, nie okazały się odpowiedniemi.

Fig. 251 wskazuje połączenie suwaka z trzonem za pomocą dwóch śrub nakręconych na gwintowany koniec trzona suwakowego. Daje to bardzo łatwy sposób przestawiania suwaka wzdłuż trzonu i miarkowania tym sposobem jego długości. Połączenie to nie powinno przeszkadzać suwakowi zbliżać się w miarę zużycia do zwierciadła, oraz odsuwać się odeń pod ciśnieniem wody skroplonej w cylindrze, w razie nadmiernego jej nagromadzenia. W tym celu ucho suwaka ma otwór owalny, przez który przepuszczony jest swobodnie trzon z nasadzoną na gwint rurką gazową tej samej długości, co i ucho suwaka.

Rurka ta powstrzymuje mutry od zaciśnięcia ucha suwakowego i w ten sposób daje możność przesuwania się w kierunku prostopadłym do trzona i zwierciadła. Występ *l* służy do podparcia suwaka od spodu, występ zaś *m* opierając się o znajdującą się w blizkości pokrywę skrzynki stawidłowej, oheblowaną ze strony wewnętrznej, chroni suwak od zbytniego odsunięcia się od zwierciadła, wtedy bowiem para mogłaby się przedostawać do cylindra, nie przysunąwszy suwaka z powrotem. W tym samym celu zakładają niekiedy sprężyny, przyciskające lekko suwak do zwierciadła nawet wówczas, gdy niema ciśnienia pary.

Ramka często, zwłaszcza w parowozach, odkuta z jednej sztuki z trzonem, obejmuje suwak parowy (Fig. 275 i 278).

10. Na Fig. 251 widzimy suwak w położeniu środkowem, w którem jego linia środkowa schodzi się z linią środkową zwierciadła. Przy tem położeniu suwaka, środek mimośrodu znajduje się prawie pionowo nad osią wału maszyny i to tem dokładniej im dłuższy jest trzon mimośrodu. Położenie to oznaczone jest na Fig. 252 przez *oe*, a położenie korby przez *ok*.

Przy tem położeniu suwaka, oba kanały dopływowe są zamknięte, para więc nie może ani wchodzić ani wychodzić z cylindra; ponieważ jednak tłok się porusza, musi następować rozprężanie pary po jednej stronie tłoka i współcześnie ściskanie jej po drugiej stronie. Przypuśćmy że wał maszyny obraca się w kierunku skazówki zegarowej, oznaczonym na rysunku strzałką, wtedy środek mimośrodu oddala się od swego położenia pionowe-

go *MN* w prawo i współcześnie w tymże kierunku suwak, a więc i lewa jego krawędź.

11. Otwarcie kanału lewego rozpocznie się wówczas, gdy suwak przesunie się ze swego położenia środkowego na długość, zwaną pokryciem zewnętrznem oznaczonem na Fig. 251 literą *d*. W chwili dojścia korby *ok* do jej lewego punktu martwego, otwarcie kanału lewego dosięgnie wielkości, zwanej poprzedzeniem otwarcia (**18**,7). Chwilę tą przedstawia Fig. 255, na której linia *es* oznacza połączenie z mimośrodem.

Zanim więc skok tłoka się rozpocznie, musi mimośród przesunąć się ze swego położenia pionowego o kąt *v*, zwany kątem poprzedzenia. Mimośród zatem poprzedza korbę o kąt 90^0+v, rozwarty, ale zawsze mniejszy od 180^0.

12. Można zatem poznać, w którym kierunku dana maszyna będzie się obracała, zbadawszy, po której stronie korby jest kąt mniejszy pomiędzy nią i mimośrodem; w tę bowiem stronę korba się przesunie.

13. Przy położeniu suwaka, wskazanem na Fig. 255, przypływ pary świeżej do strony lewej cylindra właśnie ma się zacząć, gdy wypływ pary zużytej z prawej strony już się dokonywa, a to w skutek tego, że pokrycie wewnętrzne, oznaczone na Fig. 251 literą *i*, jest mniejszem od zewnętrznego *d*. Podczas dalszego ruchu korby i tłoka w prawo, oba kanały otwierają się jeszcze więcej (co jest korzystnem ze względu na wzrastającą prędkość tłoka) i dosięgają otwarcia największego wówczas, gdy mimośród przyjmuje położenie poziome, wskazane na Fig. 256.

14. Od tej chwili suwak zaczyna się cofać, zamyka dopływ pary Fig. 257, wprzód, zanim tłok dojdzie do końca skoku i rozpoczyna się rozprężanie pary.

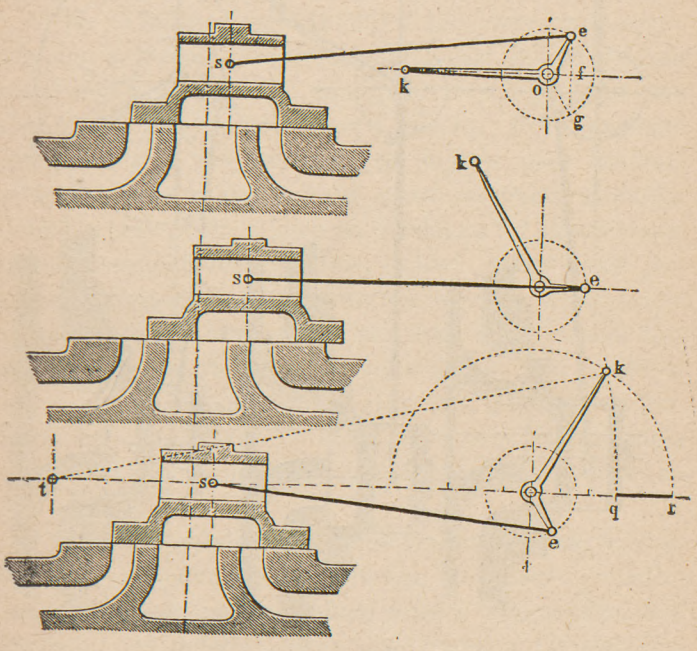


Fig. 255, 256, 257.

Na Fig. 258 widać położenie suwaka w chwili, gdy korba znajduje się w prawym punkcie martwym. Największe otwarcie kanału prawego przedstawia Fig. 259, a Fig 260 początek rozprężania po prawej stronie tłoka. Następnie suwak przechodzi znów do położenia środkowego (Fig. 251) i tem kończy jeden swój bieg całkowity.

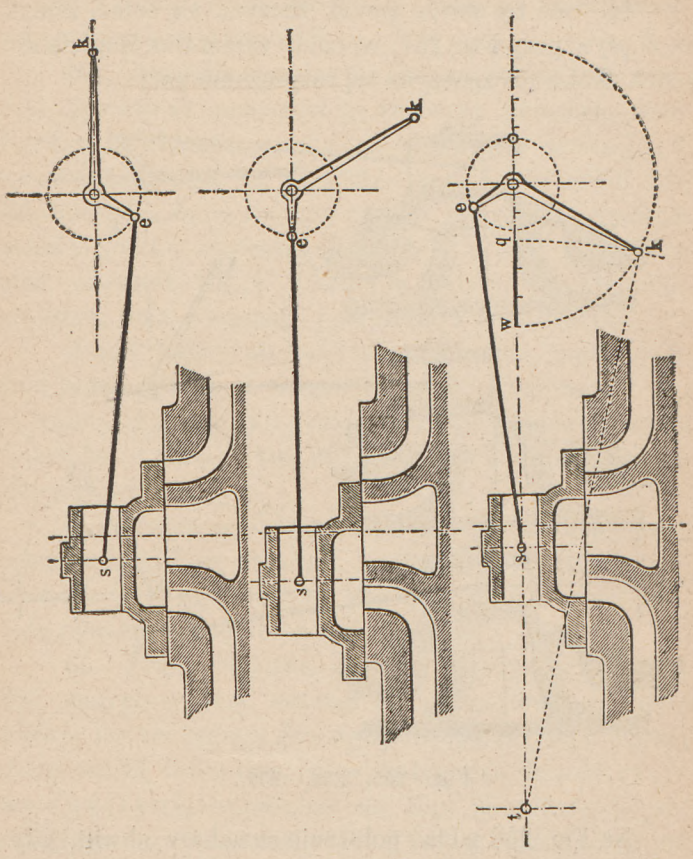


Fig. 258, 259, 260.

15. Należy zauważyć, że rozprężanie będzie się rozpoczynało tem wcześniej, im większy jest kąt przyspieszenia; współcześnie jednak i pokrycie zewnętrzne musi być o tyleż większe, aby poprzedzanie otwarcia nie ule-

gło zmianie. Wskutek tego skok suwaka, a więc ramię (ekscentryczność) mimośrodu wypadną większe, co znów pociągnie za sobą większe ściskanie pary.

16. Punkty t na Fig. 257 i 260 oznaczają odpowiednie położenia krzyżulca; odległości ich od położeń krańcowych znajdziemy, zataczając z tych punktów promieniem tk łuki do przecięcia z osią tq. Porównywając odległości qr i qw widzimy, że dopływ pary zostanie odciętym przy ruchu tłoka w prawo po przebieżeniu 0,8 skoku, a przy ruchu w lewo po przebiegu 0,7 skoku tłoka; że zatem napełnienie cylindra z każdej strony tłoka jest innem. Niejednostajność ta maleje w miarę zwiększania długości drąga korbowego w stosunku do promienia korby, t. j. w miarę zbliżania się łuku qk do linii prostopadłej; znikłaby jednak dopiero wówczas, gdyby trzon korbowy był nieskończenie długi, albo przy zastosowaniu urządzenia takiego jak przy pompie parowej, podanej na Fig. 170 i 171.

Możnaby wyrównać napełnienia, robiąc pokrycia zewnętrzne niejednakowej wielkości, wówczas jednakże otrzymalibyśmy jeszcze większe różnice w poprzedzeniach otwarcia, co byłoby nawet szkodliwszem, niż niejednostajność w napełnianiach. Musimy więc to uważać za nieuniknioną, ale i niezbyt szkodliwą wadę opisanego sposobu rozdziału pary.

17. Urządzenie powyższe można zastosować i do zmiennego rozprężania pary. Chcąc np. zmniejszyć stopień napełnienia, t. j. przyspieszyć odcięcie dopływu pary, należałoby powiększyć kąt poprzedzania; współcześnie jednak należy zmniejszyć ramię (ekscentryczność) mi-

mośrodu, ażeby poprzedzanie linijne (otwarcia) nie uległo zmianie. Z Fig. 255, na której wskazanem jest położenie suwaka, odpowiadające początkowi skoku tłoka, widać, że chcąc zmienić kąt poprzedzania, nie poruszając stawidła ze swego miejsca, należy zmieniać ramię mimośrodu (ekscentryczność) w ten sposób, aby środek tarczy mimośrodowej pozostawał na łuku, zakreślonym z punktu *s* promieniem *sc*. Łuk ten tak mało różni się od linii prostej *e f g*, że dla ułatwienia można przyjąć linię prostą.

18. W razie przestawiania mimośrodu tak daleko żeby środek jego padł na przedłużeniu korby w punkcie *f*, poprzedzanie otwarcia byłoby zarazem największem otwarciem dopływu pary, zatem okres napełniania trwałby zaledwie tyle, co i poprzedzanie otwarcia, czyli całkowity czas przypływu pary do cylindra równałby się zaledwie podwójnemu poprzedzaniu. Że zaś i wypływ pary trwa również bardzo krótko, przeto ściskanie jej staje się bardzo znacznem, ponieważ jednak praca pary świeżej jest większą od pracy ściskania, przy małym więc oporze własnym i dostatecznej masie koła zamachowego maszyna może się obracać; kierunek jednak tego obrotu staje się nieokreślonym i zależy od tego w jakim kierunku maszyna została w ruch wprawioną, naprzód lub w tył.

19. Przestawiwszy mimośród jeszcze dalej np. do *g*, otrzymamy kąt *g o k* mniejszy od 180^0 a więc maszyna musi się poruszać w kierunku odwrotnym (**18**,12). Przez zmianę przeto stopnia napełniania doszliśmy do przyrządu kierowniczego, który jednak można nastawiać tylko w czasie postoju maszyny.

W wielu jednak maszynach jak np. parowozach,

parostatkach, walcowniach, dźwigniach parowych, i wielu innych, w których potrzeba często i szybko zmieniać kierunek ruchu, okazała się konieczność użycia przyrządów dogodniejszych, dających się nastawiać nawet podczas biegu maszyny.

20. Jednym z takich przyrządów kierowniczych, działającym dwoma mimośrodami na jeden suwak jest t. z. kulisa Stephenson'a, podana na Fig. 261.

Na wale korbowym c osadzone są dwa mimośrody przeznaczone do ruchu w dwóch odwrotnych kierunkach. Drążki $B\,D$ i $B_1\,D_1$ mimośrodów, końcami swemi są połączone z ramką łukową czyli tak zwaną kulisą $D\,D_1$, w której może się przesuwać szczelnie dopasowana część E zwana kamieniem, połączona stawowato drążkiem $F\,G$ z trzonem suwakowym. Drąg $O\,P$, zwany kierownikiem, pociągacz $R\,N$, drąg kolanowy $N\,M\,L$ i wieszadło $L\,D_1$, służą do podnoszenia lub opuszczania kulisy, wskutek czego kamień a zatem i suwak otrzymują ruch od jednego lub drugiego mimośrodu. Jeżeli np. drążek B D jest osadzony na mimośrodzie ruchu przedniego, to przy położeniu kulisy, wskazanem na rysunku, maszyna poruszać się będzie naprzód; dla ruchu zaś wstecznego należy kulisę podnieść, czyli poddać kamień działaniu drążka $B^1\,D^1$ mimośrodu tylnego.

21. Kulisa może pracować nie tylko przy dwóch położeniach krańcowych, lecz również i w pośrednich nadaje suwakowi ruchy prawidłowe, przyczem otrzymuje się rozprężenie tem większe, im kamień będzie się znajdować bliżej środka kulisy.

Badanie matematyczne tych ruchów przekonało, że

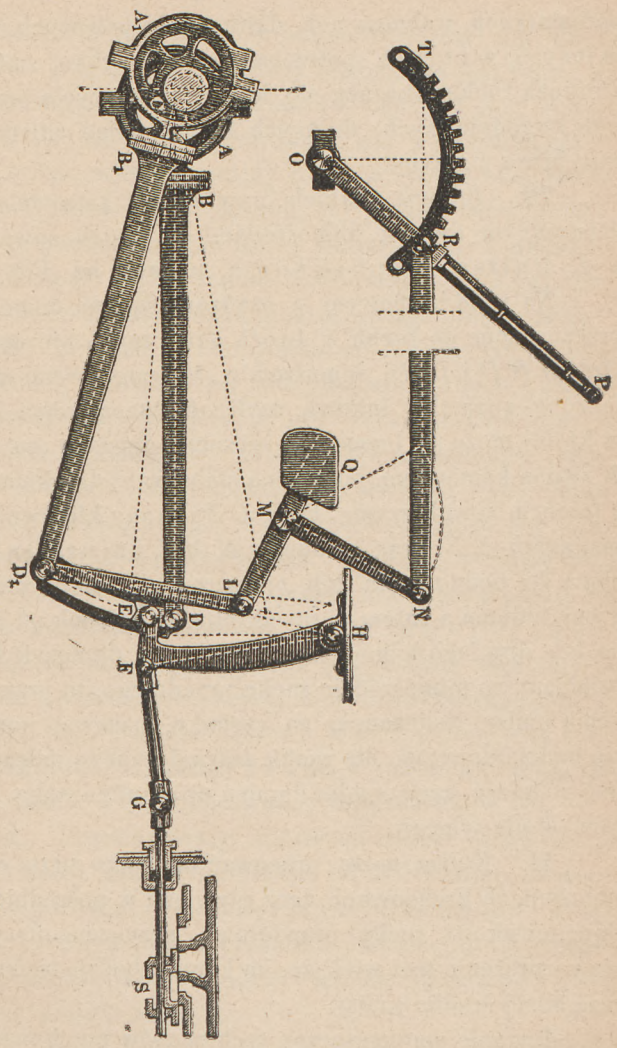


Fig. 261.

przesuwanie kamienia w kulisie wywiera taki sam skutek na ruchy suwaka, jak opisane wyżej (**18**,17) przesuwanie środka jednego mimośrodu urojonego po linii, łączącej środki dwóch mimośrodów rzeczywistych.

Działanie więc kulisy odpowiada w zupełności przyrządowi kierowniczemu o jednym mimośrodzie przestawialnym, mając nad nim tę przewagę, że daje się przestawiać podczas ruchu maszyny.

Krzywizna kulisy, widoczna na Fig. 261 potrzebną jest do osiągnięcia jednakowego poprzedzania przy różnych stopniach napełniania. Pomimo tego jednak w kulisie Stephensona przy mniejszych napełnieniach otrzymuje się poprzedzania cokolwiek większe niż przy napełnieniach większych. Łącząc mimośród A z punktem D_1 i mimośród A_1 z punktem D kulisy, otrzymalibyśmy stosunek odwrotny.

22. Korzystniejszą pod tym względem jest kulisa Gooch'a Fig. 262, w której sam kamień podnosi się lub

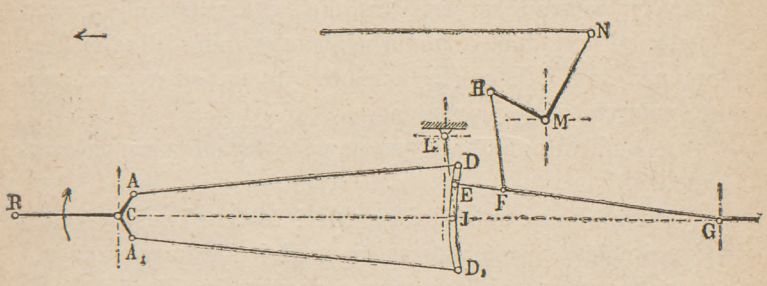


Fig. 262.

opuszcza i z tego powodu kulisa musi posiadać krzywiznę odwrotną, zakreśloną promieniem $E\,G$. Aby ta krzywiz-

na nie wypadała zbyt przykrą, należy dawać drążkowi $E\ G$ długość znacznie większą niż przy kulisie Stephensona; ponieważ zaś odległość wału korbowego od suwaka, jako zależna od innych względów, nie może być dowolnie zmieniana, potrzebaby więc niekiedy skracać nadmiernie drążki mimośrodowe, co nieraz staje na przeszkodzie zastosowaniu tej kulisy.

23. Kulisa Allana. Fig. 263 stanowi połą-

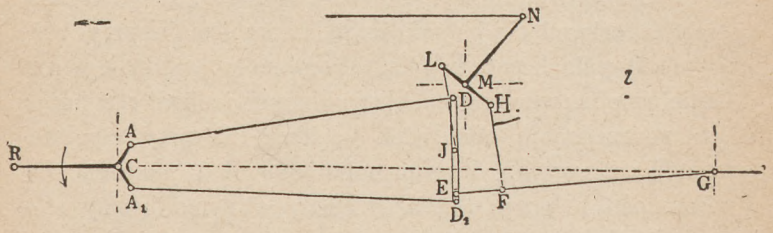


Fig. 263.

czenie dwóch poprzednich, w niej bowiem i kulisa i kamień przesuwają się współcześnie w kierunkach odwrotnych. Przy odpowiedniem ustosunkowaniu długości ramion $L\ M$ i $M\ H$ kulisa wypada prosta, co w znacznym stopniu ułatwia jej wykonanie.

Kulisa ta ma najczęstsze zastosowanie przy parowozach.

Na obu rysunkach Fig. 262 i 263, wykonanych kreskami pojedynczemi, wszystkie części składowe oznaczone są temi samemi literami co i na rysunku Fig. 261.

24. Zupełnie odmienne urządzenie, przyrządu kierowniczego do maszyn o jednym suwaku jest przedstawionem na Fig. 264.

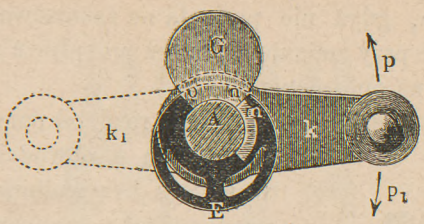


Fig. 264.

Mimośród *E*, zaopatrzony wyskokiem *on*, osadzony jest swobodnie na osi *A*, która posiada inny wyskok *m*, zaczepiający za wyskok *on* i obracający mimośród wraz z osią. Długość obu tych wyskoków jest tak dobrana, że przy zmianie kierunku biegu maszyny mimośród może się obrócić o kąt 180° bez dwa razy wziętego kąta poprzedzenia, czyli że przy każdym z obu kierunków biegu maszyny zajmuje właściwe swe położenie. Przyrząd ten jednak nie jest w stanie sam zmienić kierunku biegu maszyny i wymaga innego przyrządu do wprawiania jej w ruch w kierunku dowolnym, co stanowi jego wadę. Przyrządy takie można jeszcze często napotkać na statkach parowych.

25. Kierunek ruchu maszyny można jeszcze zmieniać przez zmianę kierunku przepływu pary. Urządzenie takie, napotykane przy małych maszynach wodociągowych, składa się z kurka o czterech wylotach, połączonego w ten sposób z rurami doprowadzającemi i odprowadzającemi parę, że przez odpowiednie nastawienie kurka można dowolnie albo wpuszczać parę świeżą nad suwak, a przestrzeń pod niem znajdującą się, łączyć z rurą wylotową; albo też odwrotnie. Urządzenie to jednak jest nic-

dokładnem, gdyż nie pozwala na zastosowanie poprzedzań, które przy zmianie kierunku przepływu pary zamieniłyby się na opóźnienia.

26. Fig. 265 przedstawia rozdział pary za pomocą mimośrodu *o* obwodzie nie kołowym lecz krzywolinijnym, z krzywiznami przystosowanemi do najwłaściwszych ruchów suwaka dla żądanego rozprężania pary.

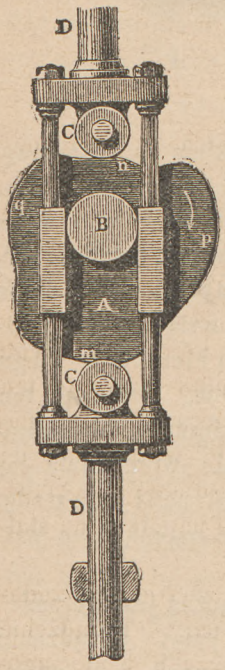


Fig. 265.

W trzon suwakowy D_1 D, którego jeden koniec połączony jest z suwakiem, a drugi przepuszczony przez dławnicę kierowniczą, włączoną jest ramka, z dwoma kółkami stalowemi C, C, obejmującemi mimośród. Części obwodu mimośrodu w m_1 n_1 p i q zakreślone są łukami o różnych promieniach ze środka wału B i połączone krzywemi, odpowiadającemi ruchom suwaka.

Na Fig. 266 do 269 podane są kolejne położenia suwaka, odpowiadające położeniom mimośrodu, gdy łuki n_1 q_1 m i p przechodzą kolejno pod kółkiem górnem C.

Chcąc przy takim rozdziale pary mieć zmienne rozprężanie, należy umieścić obok siebie szereg mimośrodów o różnej długości łuków m i n w ten sposób, aby można było dowolnie je podsuwać pod kółka C, C. Ta ostatnia

czynność może być wykonywaną samodzielnie za pomocą regulatora.

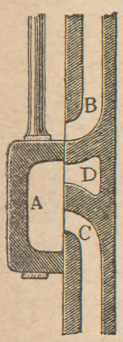


Fig. 266.

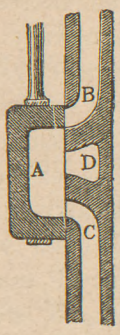


Fig. 267.

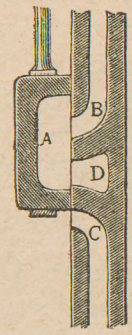


Fig. 268.

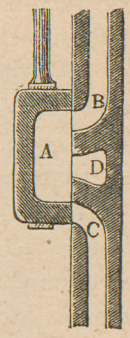


Fig. 269.

27. Podobnie jak poprzedni, urządzonym jest rozdział pary za pomocą trójkąta łukowego (Wolfa) Fig. 270 i 270a.

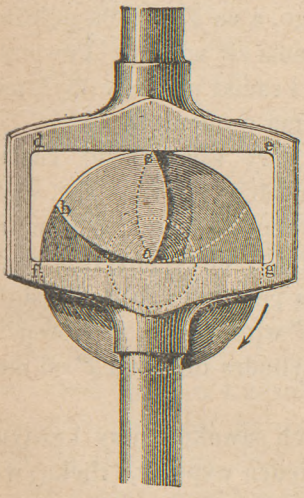


Fig. 270.

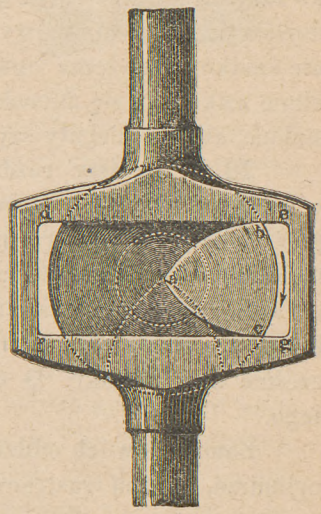


Fig. 270a.

Mimośród w postaci trójkąta, równobocznego, w którym wszystkie trzy boki są łukami, zakreślonemi z wierzchołków przeciwległych, przymocowany jest w ten sposób do tarczy okrągłej, stanowiącej zakończenie wału maszyny, że wierzchołek *a* leży w środku wału. Mimośród ten objęty jest ramką *d e f g*, stanowiącą jedną całość z trzonem stawidła, którą w czasie swego obrotu w kierunku, wskazanym przez strzałkę, przesuwa do góry i na dół, naciskając bokiem *a c* lub wierzchołkiem *c*, przyczem w położeniach krańcowych ramka zatrzymuje się przez czas ślizgania się boku *c b*, stanowiącego 60° czyli $^1/_6$ część całego obrotu. Ruch taki jest bardzo odpowiednim dla dopływu pary, gdyż suwak szybko otwiera kanał parowy, następnie przez cały czas dopływu stoi nieruchomo na jednem miejscu, a w końcu również szybko zamyka kanał. Na Fig. 270 widać ramkę w chwili dojścia do położenia najwyższego, a na Fig. 270a położenie środkowe podczas opuszczania się na dół. Powierzchnie zetknięcia się mimośrodu i ramki powinny być nastalone, aby nie ulegały szybkiemu wycieraniu się.

28. Powyższy rozdział pary zastosowany został w maszynie dwucylindrowej Woolf'a (**17**, 20) Fig. 310, gdzie mimośród jest przymocowany do tarczy, osadzonej na końcu wału pomocniczego $R\,R_1$, otrzymującego ruch od wału głównego *H* za pomocą pary kół zębatych, stożkowych. Ramka *S* i trzon *T T* wprawia w ruch współcześnie dwa suwaki: *Q* od cylindra dużego i *P* od małego.

Zamiast dwóch oddzielnych suwaków przy każdym cylindrze, można zastosować jeden wspólny, (Hicka) wi-

doczny w przekroju na Fig. 271 i 272. Zwierciadło suwakowe posiada 5 okien, od kanałów prowadzących: *ü* do części górnej cylindra małego; *Ü* do części górnej cylindra dużego; *C* do skraplacza; *U* do części dolnej cylindra dużego, i *u* do części dolnej cylindra małego. Suwak oprócz komory zwykłej *h* posiada jeszcze kanał obchodowy *k*; składa się więc niejako z dwóch suwaków, włożonych jeden w drugi, i dla tego nazywa się suwakiem podwójnym. Jego sposób działania widać z dwóch figur powyższych. Na Fig. 271 suwak znajduje się w swem położeniu dolnem, przy którem para świeża ma dostęp otwarty przez okno *ü* nad tłok cylindra małego, współcześnie zaś para zużyta z pod tego tłoka przepływa z okna *u* kanałem *k* do okna *U* i dalej nad tłok cylindra dużego. Komora zaś *h* wypuszcza parę zużytą z pod tłoka dużego do skraplacza. Przy położeniu górnem suwaka para przepływać będzie w kierunkach odwrotnych; przy położeniu zaś pośredniem, wskazanem na Fig. 272, wszystkie kanały są zamknięte; tłoki wówczas znajdują się na dolnym lub górnym końcu skoku. Suwaki podwójne, podo-

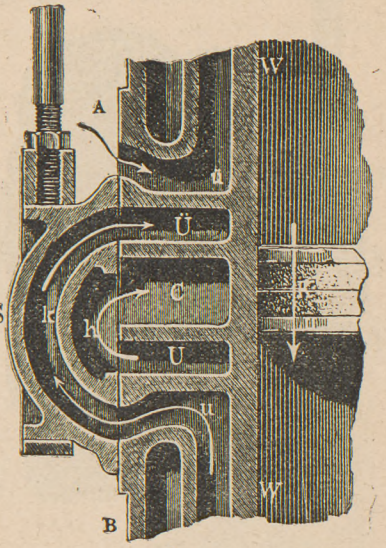


Fig. 271.

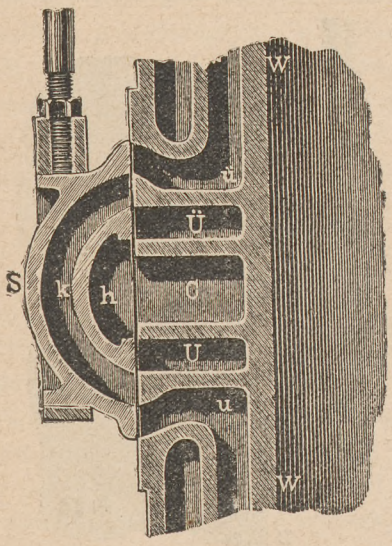


Fig. 272.

bnie jak i zwyczajne robi się zwykle z poprzedzaniem, a niekiedy na skrzynce suwakowej urządza się jeszcze drugi suwak do rozprężania pary, podobnie jak na Fig. 277 (18,31).

29. W wielkich maszynach zamiast jednego dużego zwierciadła na środku, często robi się dwa mniejsze w końcach cylindra, aby w ten sposób skrócić długość kanałów parowych, jako przestrzeni szkodliwej. Po tych dwóch zwierciadłach ślizgają się dwa małe suwaki, związane wspólnym trzonem Fig. 273, lub odlane jako jedna całość Fig. 274.

Na Fig. 273 we wspólnej skrzynce suwakowej *h*, o dwóch pokrywach, służących do ustawiania suwaków *f* i *g* znajdują się dwa zwierciadła *a* i *b* z oknami od kanałów dopływowych *c* i *d*, oraz wspólnego kanału odpływowego *e*. Para świeża dopływa otworem *k*. Przy położeniu najwyższem, wskazanem na rysunku, para świeża dopływa kanałem *d* pod tłok, a para zużyta z nad tłoka ulatuje kanałem *c* i wydrążeniem suwaka górnego *e* do kanału wylotowego *e*.

Na Fig. 274 suwak ma postać rury płaskiej nie wiele krótszej od długości cylindra. Otwór górny oraz przekrój na całej długości tej rury równa się otworowi kana-

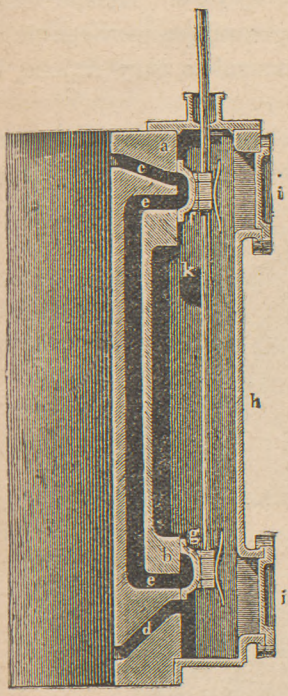


Fig. 273.

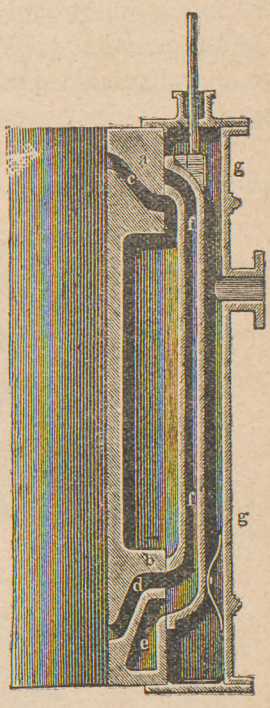


Fig. 274.

łu dopływowego *c*, otwór zaś dolny jest rozszerzony na tyle, aby obejmował współcześnie kanał dopływowy dolny *d* oraz odpływowy *e*. Rysunek przedstawia suwak w jego położeniu najwyższem, przy którem świeża para ma otwarty dostęp nad tłok, z pod którego para zużyta

uchodzi przez *d* do *e*. Gdy suwak opuści się tyle, iż wylot kanału *f* stanie nad oknem *c*, wówczas okno *d* otworzy dopływ pary świeżej pod tłok, para zużyta z nad tłoka będzie miała wolny odpływ przez *c* i *f* do *e*. Koniec dolny suwaka posiada sprężynę zabezpieczającą przyleganie jego do zwierciadła przed wpuszczeniem pary świeżej do skrzynki.

W innym zupełnie celu zrobiony jest kanał w suwaku przedstawionym na Fig. 275 i 275a. Wymiary zwier-

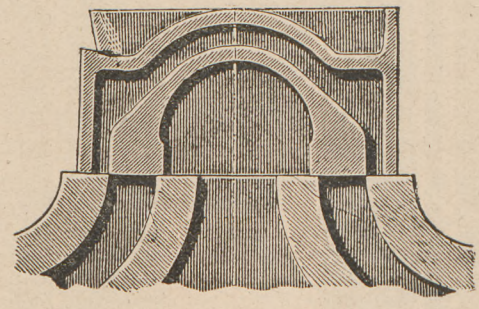


Fig. 275.

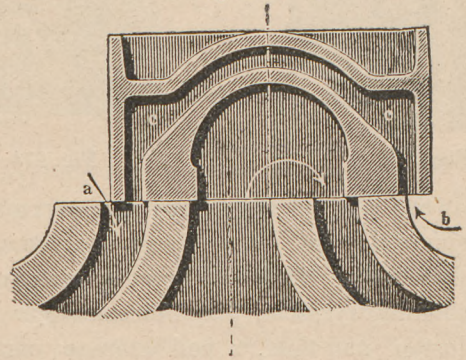


Fig. 275a.

ciadła i suwaka są tak dobrane, że, jak widać z Fig. 275a, współcześnie z otwarciem dopływu pary świeżej przy *a* znajduje ona jeszcze dostęp przy *b* przez kanał *c c*; wskutek tego otwieranie dopływu odbywa się dwa razy szybciej niż suwakiem zwykłym, co pozwala skrócić skok suwaka, a więc i pracę zużywaną na tarcie. Ma to szczególnie doniosłe znaczenie przy parowozach i innych maszynach z szybkim obrotem.

30. Suwaki znajdują się pod ciśnieniem pary świeżej, która zabezpiecza wprawdzie szczelne ich przyleganie do zwierciadeł, ale wymaga wielkiej siły do poruszania, co jest bardzo niedogodne, szczególnie przy zastosowaniu przyrządów kierowniczych. Z tego powodu urządza się niekiedy suwaki o d c i ą ż o n e, t. j. zabezpieczone od ciśnienia pary na znaczną część swej powierzchni.

Za przykład posłużyć może suwak maszyny wyciągowej, Fig. 276, w którym uszczelniająca ramka bronzowa, przyciskana za pomocą sprężyn do pokrywy wewnątrz gładko wyheblowanej, chroni od przypływu pary do przestrzeni nad suwakiem, a zatem i od ciśnienia na całą prawie jego powierzchnię górną. Przestrzeń zabezpieczona od dopływu pary, po-

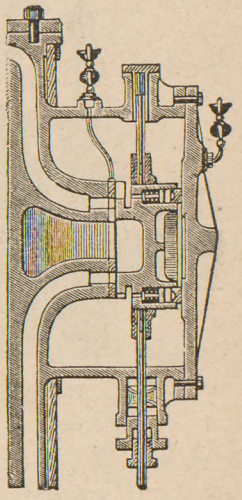


Fig. 276.

łączona jest małym otworkiem z komorą dolną suwaka, aby w ten sposób nie dopuścić do wzrostu ciśnienia pary, przeciskającej się tam mimo uszczelnień.

Zwierciadło, mające wykład bronzowy i powierzchnia pokrywy po której ślizga się stawidło, otrzymują smar (łój) z oliwiarek samodziałających. Trzon suwakowy wychodzi na dół, gdy koniec jego górny jest prowadzonym przez dławnicę głuchą.

Rozdział pary za pomocą dwóch suwaków.

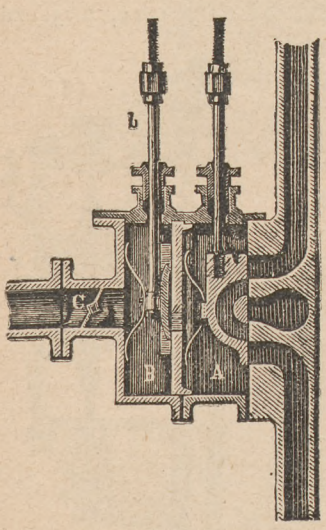


Fig. 277.

31. Przez zastosowanie oddzielnego suwaka do odcinania dopływu pary, można osiągnąć bardzo wysoki stopień rozprężania, nie powiększając nadmiernie ściskania pary (**18**,15).

Jedno z takich urządzeń (pomysłu Saulmier'a) widać na Fig. 277. Suwak zwyczajny, poruszany za pomocą mimośrodu znajduje się w skrzynce suwakowej *A*, do której para świeża nie dopływa bezpośrednio z rury *c*,

lecz z drugiej skrzynki *B*, oddzielonej dnem, w którem znajduje się otwór, zamykany drugim suwakiem rozprężającym. Suwak ten robi po dwa podwójne skoki podczas jednego obrotu maszyny, odcina więc dopływ pary dla każdego skoku tłoka. Odcięcie dopływu pary, a więc i rozprężanie można zmieniać chociaż w dosyć ciasnych granicach przez zmianę długości trzona *b*.

Para znajdująca się w skrzynce suwakowej przyjmuje również udział w rozprężaniu, co jest niekorzystnem, gdyż powiększa przestrzeń szkodliwą. W celu zmniejszenia szkodliwego wpływu tej przestrzeni, wstawiona jest część środkowa w wydrążeniu suwaka, zamykająca otwór kanału odpływowego wcześniej, zanim nastąpi dopływ pary świeżej, która wskutek tego zastaje przestrzeń szkodliwą wypełnioną przez parę ściśniętą, i w mniejszej ilości zużywa się na dopełnienie tej przestrzeni.

32. W podobny sposób działa przyrząd rozdzielczy, podany na Fig. 278. Wał korbowy leży na dole, mimośrody umieszczone na nim, poruszają drągi widłowe, osadzone na czopach *h*. Końce przeciwległe tych drągów połączone są z trzonami *x* i *z*, które w kształcie, ramy omijają skrzynki suwakowe i dopiero u góry łączą się z trzonami suwakowemi, aby w ten sposób uniknąć dławnic wiszących od dołu.

Suwak dodatkowy *b* ma po środku szczelinę tych samych wymiarów, co i otwór w ściance, oddzielającej skrzynki; obie zaś części boczne tego suwaka są co najmniej $1\frac{3}{4}$ raza szersze od szczeliny. Skok suwaka równa się potrójnej szerokości szczeliny. W położeniu przedstawionem na rysunku, tłok i korba *D* znajdują się

w punkcie najniższym; suwak główny, dążąc ku górze bez poprzedzania (gdyż mimośród jest osadzonym na wale pod kątem prostym względem korby) otwiera dopływ pary pod tłok.

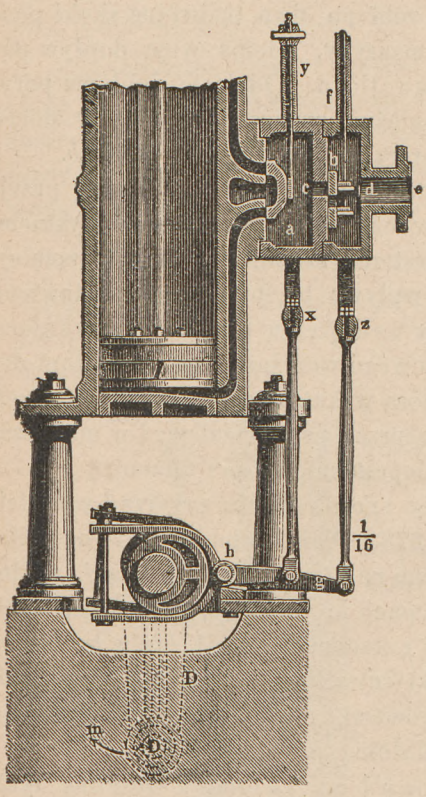


Fig. 278.

Współcześnie suwak dodatkowy, którego mimośród osadzony jest na wale pod kątem 45^0 względem mimośrodu głównego, otwiera dopływ pary przez *c* do głównej skrzynki suwakowej, otwór ten zostaje zamknięty na połowie skoku tłoka.

Różnica tego przyrządu rozdzielczego od poprzedniego polega głównie na tem, że tutaj oba suwaki robią jednakową ilość skoków. Oba te przyrządy obecnie są przestarzałe i rzadko się spotykają.

33. W roku 1842 Meyer opatentował we Francyi wynaleziony przez siebie przyrząd rozdzielczy, Fig. 279 który obecnie jest najwięcej rozpowszechnionym, a polega na tem, że suwak dodatkowy jest umieszczony bezpośrednio

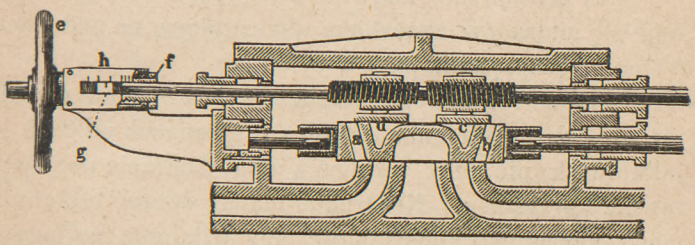


Fig. 279.

na suwaku głównym, zaopatrzonym w dwa kanały do przypływu pary *a* i *b*. Tym sposobem przestrzeń szkodliwa została znacznie zmniejszoną. Nadto suwak dodatkowy, składa się z dwóch połów, przykrywających swemi krawędziami zewnętrznemi kanały w głównym suwaku. Obie te połowy można wzajemnie do siebie zbliżać lub oddalać i w ten sposób zmieniać dowolnie stopień rozprężania pary. Przy zbliżaniu się połówek rozprężanie pary się zmniejsza, a przy oddalaniu powiększa. W tym celu trzon suwakowy ma nacięte dwa gwinty w odwrotnych kierunkach, dwie zaś połowy *d* i *c* suwaka dodatkowego zaopatrzone są w odpowiednie mutry. Cieńszy koniec trzona wystaje po za skrzynkę parową i przechodzi przez tulejkę *f* z kółkiem *e*, osadzoną w konsoli w ten sposób, że ją można dowolnie obracać, bez przesuwania wzdłuż trzona. W tulejce znajduje się czop wystający w wyżło-

bienie trzona. Przez obrót zatem kółka *e* obraca się i trzon, przyczem zmienia się odległość dwóch połów suwaka dodatkowego, co można swobodnie robić, podczas ruchu maszyny.

Na zewnętrznej, nagwintowanej części tulejki znajduje się mutra *g* ze znaczkiem wskazującym na podziałce *h* stopień rozprężania pary w cylindrze.

Za pomocą tego przyrządu można zmieniać dowolnie stopień napełniania cylindra w granicach od 0 do 1, jakkolwiek nie przy każdem z nich działanie pary jest równie korzystnem. Nie trudno jednak dobrać takie wymiary suwaków i mimośrodów, aby działanie najkorzystniejsze wypadło przy rozprężeniu najczęściej używanem.

Z tego też powodu zamawiając maszynę parową z rozdziałem pary systemu Meyera, należy dokładnie wskazać średnią jej pracę.

Obydwa suwaki otrzymują ruch od mimośrodów, których położenie względem korby *KC* jest wskazanem na Fig. 280, gdzie *G* środek mimośrodu suwaka głównego, a *E*—dodatkowego. Ten ostatni mimośród jest osadzony z poprzedzaniem większem, niż mimośród główny. Zamknięcie kanałów w suwaku głównym, a więc i początek rozprężania pary, zależy od względnego ruchu po nim suwaka dodatkowego, co można sobie łatwo wyobrazić, przypuściwszy, że suwak główny, a więc i punkt *G*, stoją nieruchomo na jednem miejscu. Wówczas punkt *E*, nie mogący zmieniać swej odległości od *G*, opisuje łuki koła o promieniu *EG* około punktu *G*. Ruch ten względny nie ulegnie zmianie i wtedy, gdy oba mimośrody wraz ze swemi suwakami będą się poruszać. Przy tem

względne położenia krańcowe suwaka dodatkowego wypadną wówczas, gdy promień *EG* przyjmuje położenie

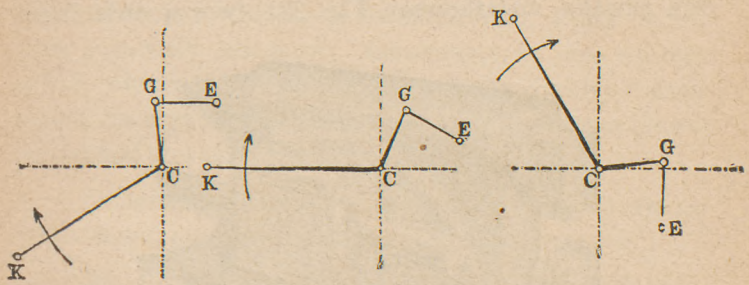


Fig. 280, 280 *a*, 280 *b*

poziome Fig. 280 *a*; położenie zaś środkowe suwaka będzie odpowiadać położeniu pionowemu promienia *EG* (Fig. 280 *b*).

To ostatnie położenie odpowiada największej szybkości względnej suwaków, jest więc z tego powodu najodpowiedniejszem do odcięcia dopływu pary. Dla tego też należy punkt *E* oznaczyć w ten sposób, aby odpowiadał odcięciu pary przy rozprężaniu najczęściej używanem.

34. Przyrząd rozdzielczy Meyera rozpowszechniłby się był jeszcze bardziej, gdyby w nim można było urządzić za pomocą regulatora automatyczną (samodzielną) zmianę w stopniu napełnienia cylindra parą. Ten brak wywołał mnóstwo pomysłów opartych na zasadzie wynalazku Meyera, a zmierzających do tego celu.

Na pierwszem miejscu postawić należy przyrząd Ridera Fig. 281 i 282, w którym suwak dodatkowy, mający postać walcową, ślizga się po zwierciadle tegoż

kształtu, wyrobionem w suwaku głównym. Nadto kanały parowe w suwaku głównym (Fig. 282), oraz krawędzie suwaka dodatkowego (Fig. 281) tworzą dwie linie

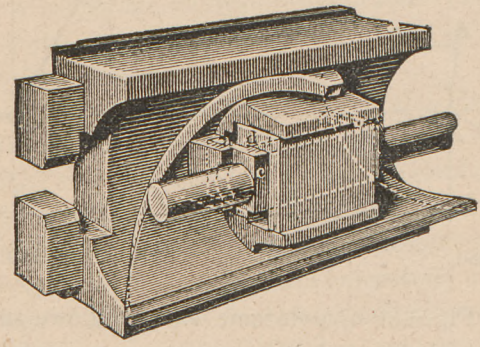


Fig. 281.

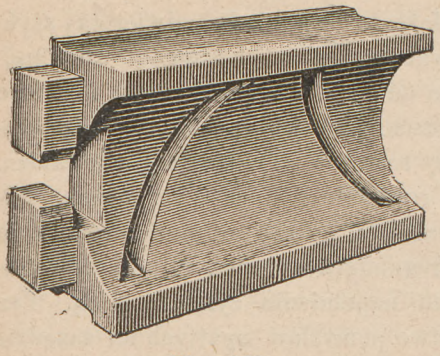


Fig. 282.

śrubowe, rozchodzące się w kierunkach odwrotnych, tak, że do zmiany pokrycia kanałów a zatem i rozprężanie dość jest obrócić suwak dodatkowy, do czego potrzeba tak niewielkiej siły, że regulator średnich wymiarów może temu podołać.

Suwak dodatkowy połączony jest ze swym trzonem w ten sposób, że może przylegać szczelnie i pracować

prawidłowo, chociażby trzon nie znajdował się dokładnie w osi krzywizny suwaka. W tym celu na trzonie znajduje się zgrubienie *c* o przekroju kwadratowem, które nadaje ruch posuwisty suwakowi, zaczepiając za jego występy *a* i *b*; obracać go zaś może za pomocą oprawy *d* nasadzonej na zgrubioną część trzona i objętej dwoma innemi występami suwaka.

Urządzenie to zabezpiecza szczelne przyleganie suwaka nawet po pewnem zużyciu się części trących.

35. Przyrząd rozdzielczy F a r c o t' a Fig. 283, składa się również z dwóch suwaków, z których tylko główny otrzymuje ruch od mimośrodu; leżący zaś na nim swobodnie dodatkowy, wskutek tarcia wraz z nim się posuwa, dopóki nie napotka krzywika *D*, który powstrzymuje ruch jego, gdy tymczasem suwak główny posuwa się dalej i wówczas następuje zamknięcie kanału parowego. Na jednym wale z krzywikiem *D*, osadzona jest korbka *E*, połączona z regulatorem, który przez odpowiednie nastawienie krzywika *D* samodzielnie zmienia stopień rozprężania pary. Suwak dodatkowy może sta-

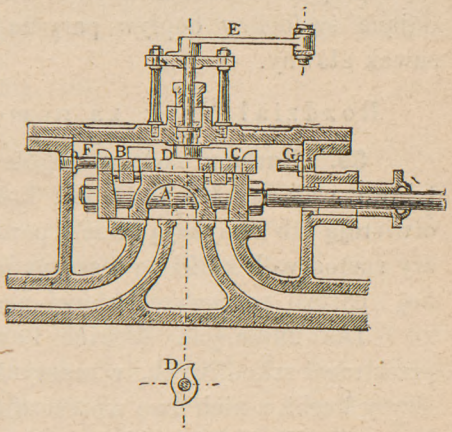


Fig. 283.

nowić jedną całość i wtedy wystarcza sam krzywik *D*; albo też składa się z dwóch połów *B* i *C* (Fig. 283) a wówczas oprócz krzywika *D* potrzeba jeszcze czopów *F* i *G*, które odbijają części suwaka górnego do położenia pierwotnego i w ten sposób otwierają dopływ świeżej pary do cylindra.

Ponieważ odcięcie pary odbywa się dość powolnie, zaleca się więc rozdzielanie otworów do kanałów dopływowych na dwa zmniejszonej do połowy szerokości, wówczas i skok suwaka potrzebny do całkowitego otwarcia kanałów, a zatem i czas zmniejszy się do połowy. Fig. 283 przedstawia takie właśnie urządzenie w chwili, gdy tłok zrobił $^1/_4$ skoku w lewo, suwak główny posuwa się również w lewo, a części suwaka dodatkowego, wstrzymane przez *D* i *F*, przesunęły się i część prawa *C* odcięła dopływ pary, lewa zaś *B* została nastawioną w położenie dające swobodny dopływ pary do kanału lewego przez suwak główny.

Rozdział pary za pomocą kurków.

36. Kurkami zwiemy wogóle wszelkie korki metalowe walcowe lub stożkowe, które przez swój obrót otwierają lub zamykają kanały parowe. Corliss pierwszy zastosował kurki do maszyny przez siebie obmyślonej i bardzo rozpowszechnionej pod jego nazwiskiem.

Dla uniknięcia długich kanałów i zmniejszenia przestrzeni szkodliwych, w maszynie tej znajdują się aż cztery kurki, z nich dwa wpuszczające parę i dwa wylotowe. Na Fig. 284*a* widać przekrój części tylnej cylin-

dra parowego przez oba kurki tylne. Obadwa kurki posiadają otwory prostokątne, w które wstawione są klucze,

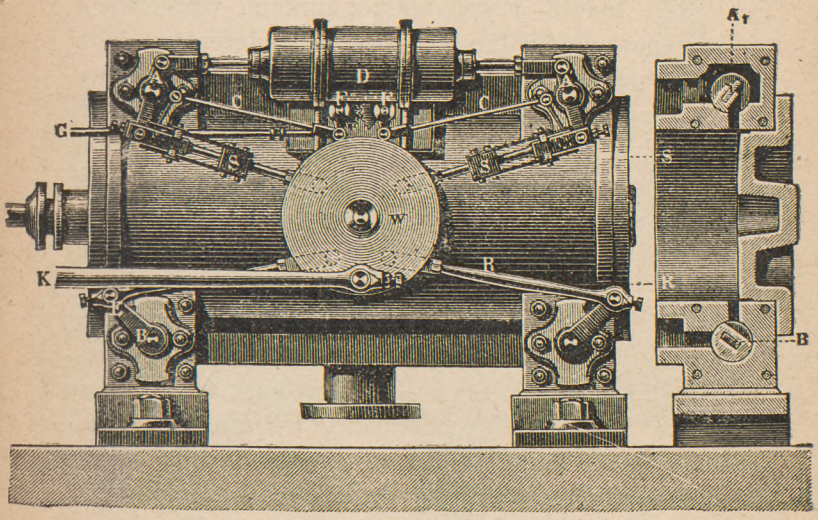


Fig. 284, 284*a*.

wychodzące przez dławnice na zewnątrz i zaopatrzone tam w korbki. Pod częściami prostokątnemi kluczów znajdują się w kurkach sprężyny, zabezpieczające szczelne przyleganie nawet wówczas, gdy para ich nie przyciska.

Korbki, osadzone na kluczach kurkowych, są połączone drążkami *S*, *S*, *E*, *R* z tarczą *W*, otrzymującą ruch wahadłowy około swojej osi od drążka *K* złączonego drugim końcem z mimośrodem wału głównego. Kur-

ki wylotowe otrzymują w ten sposób stały ruch dla zawsze jednakowego odpływu pary.

37. Inaczej ma się rzecz z kurkami wpustowemi, które w pewnej chwili przypływu pary odczepiają się od swych drążków i pod działaniem sprężyn nagle cofają się, odcinając przypływ. Odczepianie to dokonywa się samodzielnie pod działaniem regulatora, od którego idący pociągacz G wprawia w ruch korbę F. Ruch ten przenosi się za pomocą dwóch wycinków zębatych na drugą korbkę F_1. Obie te korbki złączone są pociągaczami C, C z innemi korbkami, zaopatrzonemi w krzywiki, które przy odpowiedniem nastawieniu, rozsuwają w czasie właściwym sprężyny drążków S i S, i odczepiają w ten sposób korby od kluczów kurkowych. Przy początku każdego skoku drążki S i S zahaczają znów samodzielnie o korby. Korby te mają po drugiej stronie kluczów przedłużenia A i A, do których są przyczepione drążki tłoków, znajdujących się w bębnie D i odciąganych sprężynami. Powietrze, znajdujące się w części środkowej bębna D, służy do tamowania szybkości przy końcu skoku tłoków.

Skutkiem tego otwarcie i zamknięcie kurków wylotowych oraz otwarcie kurków wpustowych pozostaje stale niezmiennem, jako zależne od jednostajnego ruchu mimośrodu; zamknięcie zaś kurków wpustowych dokonywa się przez sprężyny przy współudziale regulatora, który je nastawia w miarę potrzeby.

38. Najwięcej rozpowszechnione ulepszenie powyższego rozdziału pary widzimy na Fig. 285, gdzie a jest cylinder parowy, a' kurek wpustowy, a'' kurek wylo-

towy, *b* część łącząca cylinder parowy z łożyskiem wału korbowego, *ddd* podstawa przyrządu rozdzielczego, przy-

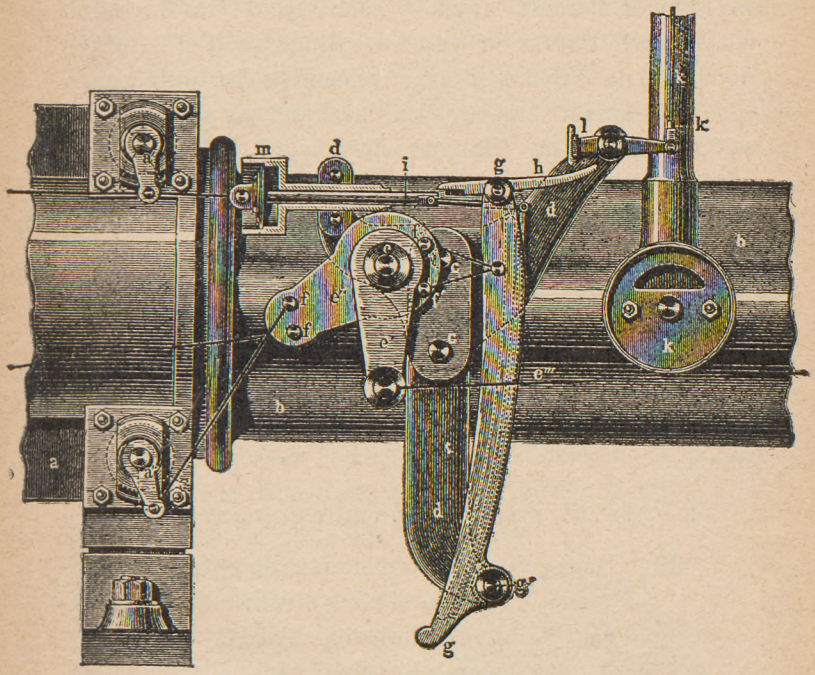


Fig. 285.

mocowana do *b* śrubami *cc*. Na czopie *e* wahają się dwie korby połączone *e'* i *e''*, otrzymujące ruch od drążka mimośrodowego *e'''*. Na czopach *f f* zawieszone są pociągacze od kurków wylotowych; czopy zaś *f' f'* służą do wprawiania w ruch kurków wpustowych za pomocą dwóch drążków *g* ze sprężynami, osadzonych na czopach *g'*.

W końcach górnych tych drążków osadzone są klamki bronzowe *h* z płytkami stalowemi, zaczepiającemi o stalowe również nakładki drążków kurkowych. Na drążkach znajdują się tłoczki chodzące w cylinderkach *m* i służące do tłumienia szybkości przy końcu skoku wstecznego (pod działaniem sprężyny), za tłoczkami zaś przyczepione są pociągacze od kurków wpustowych. Drążek k^1 *l*, otrzymujący ruchy od regulatora za pomocą pociągacza k^1, końcem swym *l* naciska w miarę potrzeby na podniesiony koniec klamki *h*, wskutek czego drugi jej koniec zeskakuje z trzona *i*, a wtedy sprężyna odciąga go szybko w tył, powodując zamknięcie dopływu.

Szczęśliwy ten pomysł łatwego oddziaływania regulatora na rozdział pary, znalazł zastosowanie i przy innych przyrządach rozdzielczych jak wentylach i stawidłach.

Rozdział pary za pomocą wentylów.

39. Do tego celu używa się prawie wyłącznie wentylów o dwóch siedliskach, gdyż jednosiedliskowe, czyli grzybkowe wymagałyby zbyt wiele siły do podnoszenia.

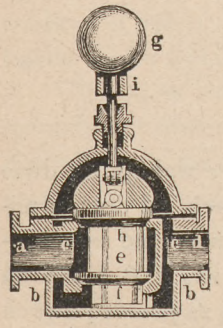


Fig. 286.

Urządzenie wentyla o dwóch siedliskach i dwóch grzybkach, wskazuje Fig. 286. Para wchodząca rurą *d*, do garnczka wentylowego *b b* okrąża siedlisko wentylowe *c c*, ze środka którego wychodzi rura *a*, prowadząca parę do cylindra. Dwa grzybki *h* i *f*

stanowiące wraz z żebrami kierowniczemi *e* jedną nierozłączną całość, przytarte są do swych siedlisk w ten sposób, że współcześnie je zamykają. Przez pokrywę górną przechodzi pręt złączony z wentylem za pomocą podwójnego kolanka, który pod działaniem drążka *i* podnosi wentyl. Kula *g* służy do zwiększania ciśnienia na wentyl w razie, gdyby jego wymiary nie były odpowiednio dobrane. Skok wentyla może wynosić około 56 *m. m.*

Przypuszczając, że średnica grzybka górnego wynosi 170 *m. m.*, a dolnego 151 *m.*, przy prężności pary 3 *atm.*, będą wywarte ciśnienia:

$$\text{na grzybek górny } \frac{3{,}14.17{,}0^2}{4} = 680{,}9 \; kg.$$

$$\text{i na grzybek dolny } \frac{3{,}14.15{,}1^2}{4} = 537{,}2 \; kg.$$

Różnica zatem tych ciśnień 143,7 *kg.* wskazuje siłę, jakiej potrzeba użyć do podniesienia t. j. otwarcia wentyla. Tym sposobem w wentylu podwójnym otrzymujemy otwór do przepływu pary dwa razy większy niż w pojedyńczym przy tym samym skoku.

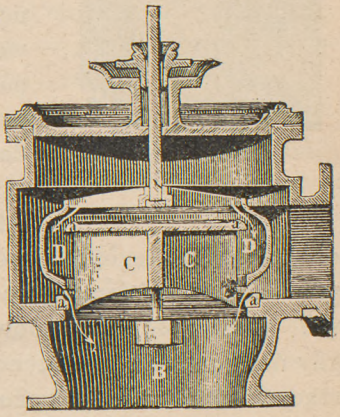


Fig. 287.

40. Odmienną ma postać wentyl podwójny dzwonkowy (Fig. 287), stanowiący konstrukcyę wprost odmienną od poprzedniej. Grzybek wentylowy *c* jest tutaj nieruchomy i stano-

wi siedlisko dla wentyla *D*, otaczającego grzybek podobnie, jak w poprzednim siedlisko. Para ciśnie tutaj również tylko na niewielką powierzchnię pierścieniową wentyla, gdyż przy zamkniętym nawet wentylu ciśnienie pary na powierzchnię jego zewnętrzną równoważy się wszędzie, oprócz jedynie powierzchni zetknięcia *a*, *a*, do których para nie ma przystępu od spodu, — i tylko to ciśnienie należy przezwyciężać przy podnoszeniu wentyla. Przekrój szczelin do przepływu pary będzie równy przekrojowi otworu w dolnym pierścieniu siedliskowym *a* przy wzniesieniu wentyla wynoszącem $^1/_8$ część średnicy tego otworu.

41. Na Fig. 288 widać trzecią odmianę tego wentyla w postaci rury *A A B B*, przez którą para dopływająca z *D* swobodnie przedostaje się do części górnej garnczka, zamykanej pokrywą i przyciska wentyl do siedlisk *E* i *F*. Przez podniesienie wentyla otwiera się przepływ pary szczelinami *E* i *F* do rury dopływowej *G*.

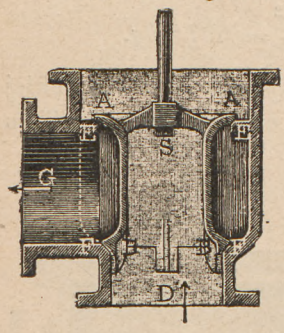


Fig. 288.

42. Przy wszystkich wentylach podwójnych należy siedlisko zrobić z tegoż samego materyału co i wentyl, aby przy zmianie temperatury rozszerzenie ich było jednakowe. Ostrożność tę zachować należy nawet i wówczas, gdy oba siedliska wytoczone są podług dwóch linii tworzących stożki ze wspólnego wierzchołka.

Niekiedy zalecają, aby wentyle takie miały ruch

obrotowy, mający jakoby sprzyjać bardziej jednostajnemu zużywaniu się ich na całym obwodzie. Lepiej jest jednak nie dawać im wcale możności obracania się, aby w ten sposób utrzymać szczelność przylegania, osiągniętą w każdem miejscu obwodu. Materyałem najodpowiedniejszym jest bronz, jakkolwiek i żelazo lane dobrze się zachowuje.

Wentyle powyższe nie mogą się same otwierać, chociażby ciśnienie pod niemi stało się wyższem niż nad niemi, dla tego też w maszynach, posiadających takie wentyle, cylindry mogłyby ulegać rozsadzeniu w razie nagromadzenia się w nich wody skroplonej. Aby temu zapobiedz, należy oprócz wentylów podwójnych stawiać jeszcze i wentyle bezpieczeństwa, któreby wypuszczały wodę, w razie zbyt wysokiego ciśnienia. Pomimo tego należy bardzo ostrożnie puszczać w ruch takie maszyny.

43. Wreszcie należy tu jeszcze wspomnieć o przyrządzie rozdzielczym, wskazanym na Fig. 289, który jakkolwiek przestarzały, znajduje się, w wielu maszynach będących jeszcze w użyciu. Zwyczajny suwak dokonywa właściwego rozdziału pary; wentyl zaś stożkowy może wstrzymać dopływ pary do skrzynki parowej przed zamknięciem okna wpustowego, i w ten sposób powiększyć rozprężanie pary.

Do otwierania i zamykania wentyla, służy przyrząd, podany na Fig. 290 i 291, którego część główną stanowi stożek *R* o powierzchni krzywej, powstałej niejako z ułożenia jedna na drugiej wielu płytek, podobnych jak wskazana na Fig. 265, w ten sposób, że, poczynając od dołu ku górze, każda następna odpowiada większemu napeł-

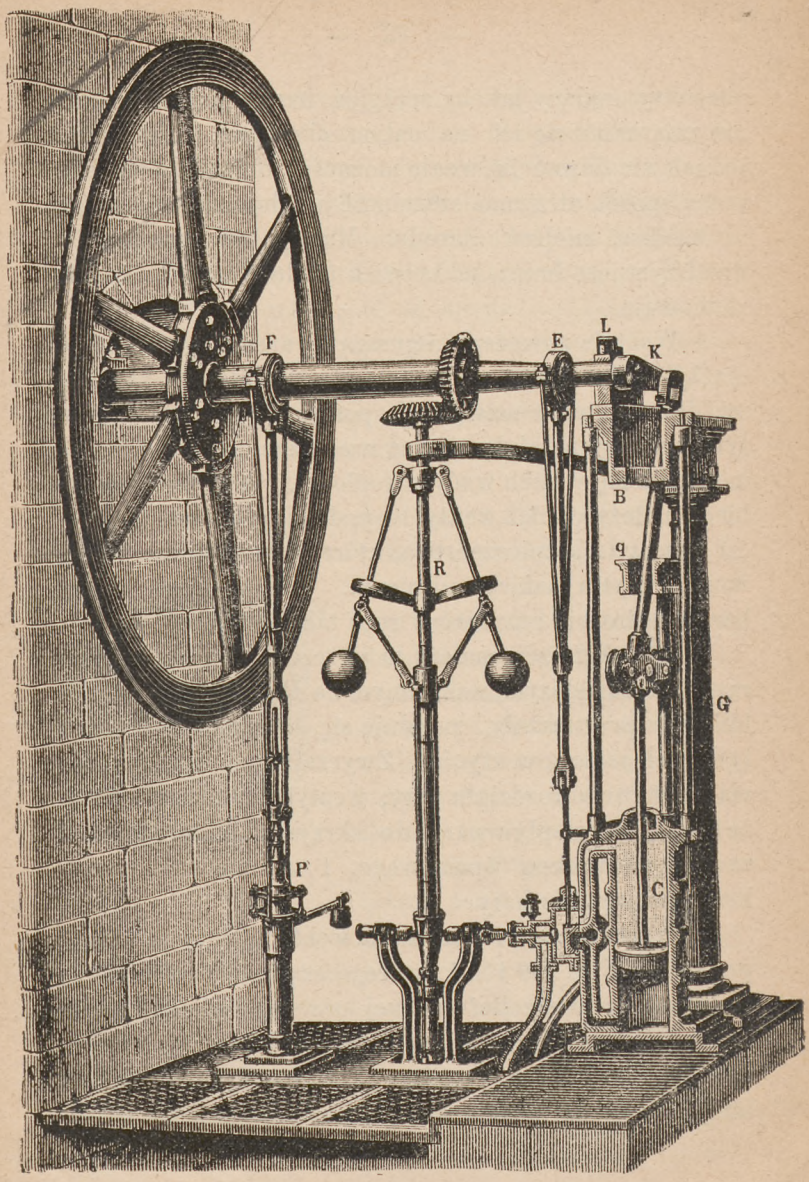


Fig. 289.

nieniu cylindra. Stożek ten jest wsadzony swobodnie na oś pionową *C G* regulatora i przesuwa się po niej za pomocą prętów *r r*$_1$, złączonych z regulatorem. Ramka *Mss*,

Fig. 290.

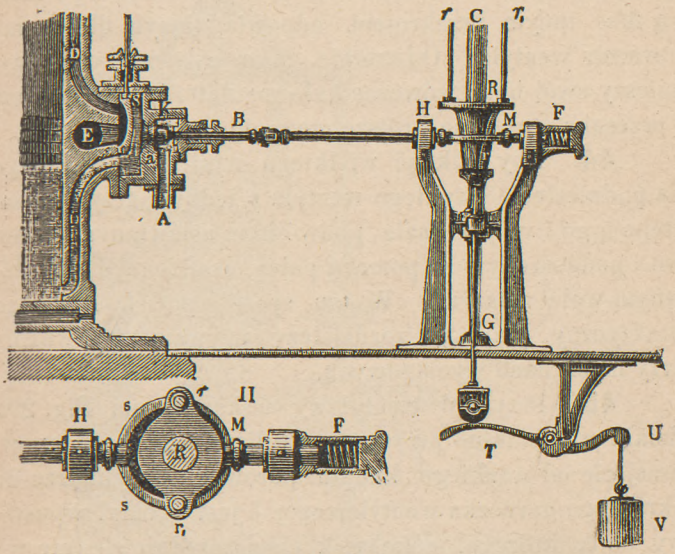


Fig. 291.

obejmująca stożek *R*, łączy się z trzonem *B* wentyla *K*, i w ten sposób oddaje mu ruchy otrzymywane od stożka *R*. Sprężyna F służy do utrzymywania ramy *Mss* w ciągłem zetknięciu ze stożkiem *R*.

Fig. 290 przedstawia tę chwilę, gdy tłok znajduje się w środku swego skoku ku górze, suwak otworzył zupełnie kanał wpustowy, ale jednocześnie wentyl *K* zam-

knął dalszy dopływ pary, która odtąd znacznie się rozpręża.

Gdyby bieg maszyny zaczął wolnieć, wskutek zwiększenia się pracy, wówczas kule regulatora opadną, przesuwając współcześnie stożek *R* tak że zetknie się z ramką *Mss* innym przekrojem, odpowiadającym dłuższemu otwarciu wentyla. Odwrotnie, znów, gdy maszyna przyspieszy swój bieg, wówczas kule regulatora podniosą się i przesuną stożek na krótsze otwarcie wentyla.

44. Aby uniknąć wielkiego wysiłku, potrzebnego na podniesienie zwykłego wentyla o jednym grzybku, zastępują go i w tym razie podwójnym ustawianym pionowo i podnoszonym za pomocą palca, osadzonego na głównym wale maszyny. W ten sposób powstaje bardzo praktyczny przyrząd rozdzielczy używany przeważnie przy maszynach wyciągowych.

45. Przyrząd wentylowy wskazany na Fig. 292 działa podobnie do przyrządu Corlissa. Rura *a* stanowi przejście od wązkiego kanału parowego w cylindrze do okrągłego garnczka wentylowego; *b* jest wentyl wpustowy, obok którego, cokolwiek niżej znajduje się (nie widoczny na rysunku) wentyl wylotowy. Para świeża znajdująca się nad wentylem *b*, po otwarciu tegoż, płynie kanałem dolnym do cylindra, skąd uchodzi wentylem wylotowym.

Do poruszania wszystkich czterech wentylów służy wał *c*, idący równolegle do osi cylindra (poziomego) i robiący tyleż obrotów, co i wał główny maszyny. Palce, osadzone nieruchomo na wale *c*, zaczepiając podczas jego obrotu za część *e* przyrządu drążkowego *d d*, podno-

szą wentyl *b*. Część *e*, mogąca przesuwać się poziomo w ramce, znajduje się dokładnie na wysokości osi wału

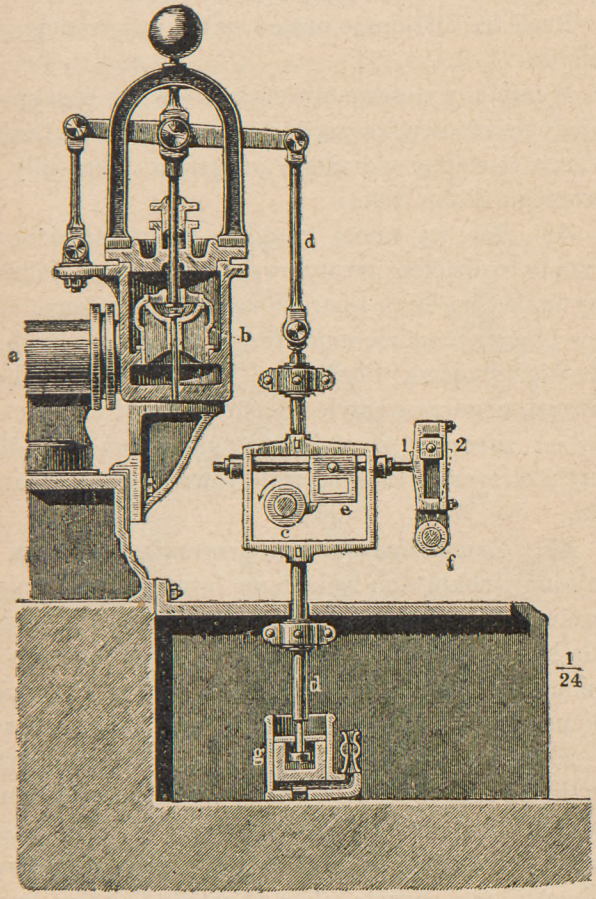


Fig. 292.

i dla tego palec *c* zaczyna ją podnosić zawsze w jednakowym czasie; opadanie zaś następuje tem wcześniej, im dalej część *e* odsunie się od wału *c*.

Ruch ten otrzymuje ona od wału *f* poruszanego przez regulator.

Wentyle wylotowe otwierają się w ten sam sposób, z tą jedynie różnicą, że część *e* jest nieruchoma i tak nastawiona, iż wentyl pozostaje otwartym przez cały czas powrotnego skoku tłoka.

46. Na tej samej zasadzie oparte są różne inne przyrządy rozdzielcze wentylowe, jak np. braci Sulzer'ów znany już od lat 20-tu i bardzo rozpowszechniony. Wentyle w tym przyrządzie umieszczone są w ten sposób jak kurki w przyrządzie Corlliss'a t. j. na końcach cylindra parowego, w górze wentyle wpustowe, a u dołu wylotowe, przez co znacznie zmniejszono przestrzeń szkodliwą. Wentyle otrzymują ruch od wału równoległego do osi cylindra.

47. Zamiast właściwego przyrządu Sulzer'ów opiszemy inny, cokolwiek zmieniony, łatwiejszy do pojęcia. Na wale *A* (Fig. 293) osadzony jest mimośród *B* (oddzielny dla każdego wentyla), którego opaskę utrzymuje drążek mimośrodowy *C* i pręt *D*, tak że występ *F*, znajdujący się na opasce, odbywa ruchy po elipsie, jak to widać na Fig. 293*a* w skali większej. Występ *F*, zaopatrzony w płytkę ze stali hartowanej, podczas ruchu w kierunku strzałki spotyka stalową również część *G* pręta *L*, a pociągając go za sobą, podnosi wentyl *K* za pomocą drążka *N*, dopóki nie zesunie się z *G*, wtedy bowiem wentyl, znajdując się pod działaniem sprężyny *M*, opada na swe

siedlisko. Aby przy tem opadaniu złagodzić uderzenie, urządzono pod sprężyną buforek powietrzny.

Koniec dolny pręta *L* jest złączony za pomocą *I* z korbką *H*, osadzoną na wale *O*, na który działa regulator w ten sposób, że zbliża lub oddala część *G* od występu *F* przez co opóźnia lub przyspiesza ich rozłączenie, a zarazem odcięcie dopływu pary do cylindra. W ten

Fig. 293.

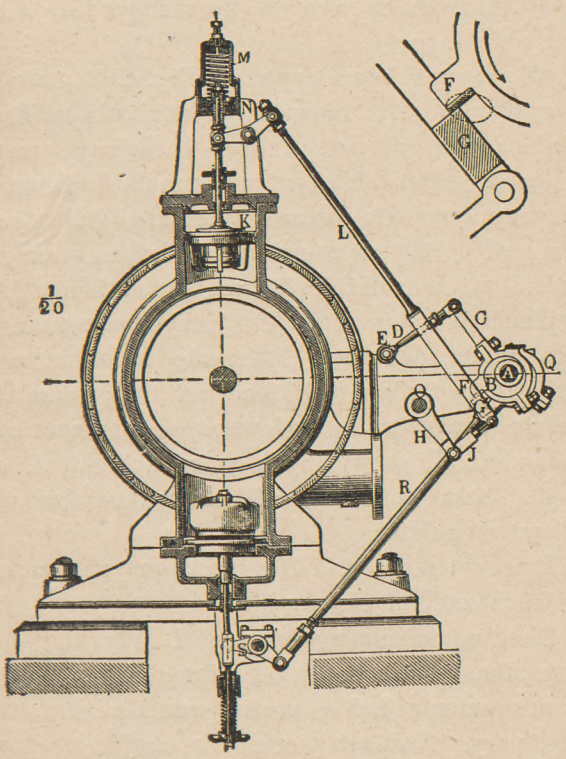


Fig. 293a.

sposób można zmieniać napełnianie cylindra parą w granicach od 0 do 0,8.

Do otwierania wentyla wylotowego służy drugi mimośród Q działający za pomocą trzona R i drążka S. Wentyle te są urządzone podług Fig. 287; górne zaś wylotowe podług Fig. 288.

Uderzenie powstające przy zamykaniu wentyli, będzie tem słabsze, im mniejszą jest masa części, biorących udział w skoku wentyla po rozłączeniu od mechanizmu podnoszącego.

W przyrządzie podanym na Fig. 292 masa części wspomnianych jest znacznie większą, niż na Fig. 293, gdzie niema ani ramy ani kulisy. Niektórzy konstruktorowie poszli jeszcze dalej w tym kierunku i tak np. w najnowszym przyrządzie rozdzielczym braci Sulzer'ów, podanym na Fig. 294, w zamykającym skoku wentyla bierze udział tylko krótki drążek mający na końcu E punkt zaczepienia z kolankiem CDE przymocowanem u góry drążka mimośrodowego. Położenie kolanka, a zatem i chwila rozłączenia z drążkiem jest tutaj mniej zależną od ruchu drążka mimośrodowego, lecz przeważnie od ruchów pręta F, otrzymanych przez kolanko G od mimośrodu, oraz od korbki H nastawianej za pomocą wału przez regulator.

Przechylenie korbki H w prawo przyspiesza, a w lewo opóźnia zamknięcie pary.

Obok mimośrodu wpustowego B (Fig. 295) osadzony jest mimośród wylotowy I z drugą tarczą ruchomą, przez nastawianie której można zmieniać czas trwania wylotu pary. Zamiast pierścienia obejmującego mimo

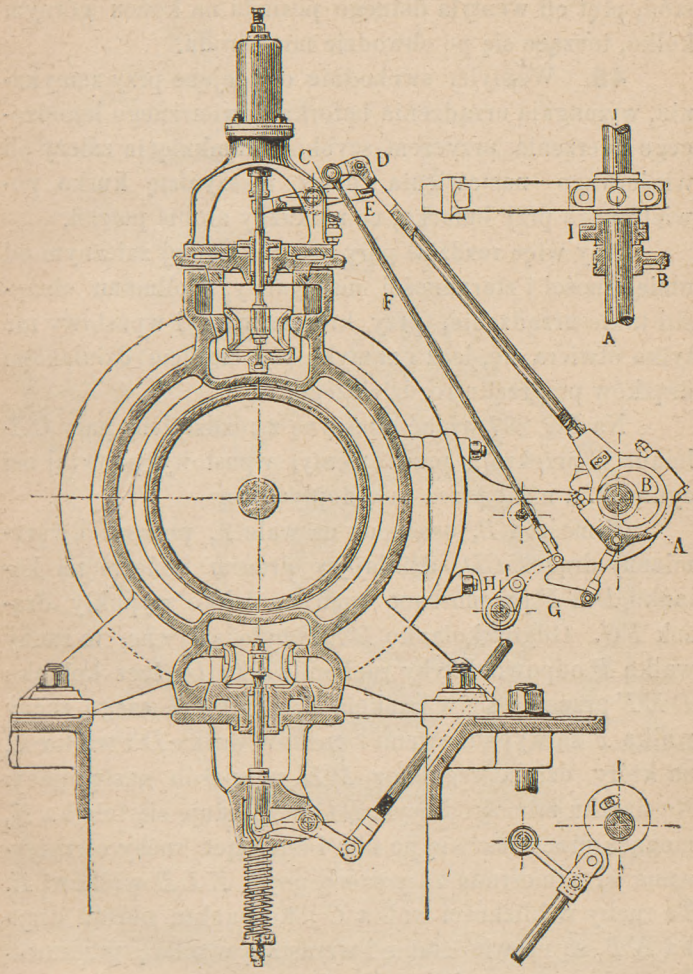


Fig. 294, 295, 296.

śród, pręt od wentyla dolnego posiada na końcu górnym kółko, toczące się po obwodzie mimośrodu.

48. Wentyle, swobodnie opadające przy zamykaniu, wymagają urządzenia buforka powietrznego łagodzącego uderzenia, przyczem szybkość zamknięcia zależy od właściwego nastawienia przez maszynistę kurka powietrznego przy buforku, co niekażdy zrobić potrafi.

Aby więc rozdział pary uczynić mniej zależnym od umiejętności i staranności maszynisty, Collmann obmyślił takie urządzenie, przy którem wentyl wpustowy nie tylko otwiera się, lecz i zamyka pod ciągłem działaniem drążków przyrządu rozdzielczego.

Na Fig 297 widać maszynę z rozdziałem pary Collmana w przekroju przez wentyl wpustowy powyżej osi cylindra, a niżej przez rurę dopływową.

Mimośród B, osadzony na wale A, porusza dwuramienny drążek CD, działający drugim końcem na kolanko DEF przenoszące ruch na lekko wypukły drążek FG. Gdyby kolanko DEF było sztywne, to ruchy wałka F odpowiadałyby ruchom wałka D, lecz kolanko DEF przegina się w punkcie E, skutkiem czego ruchy wałka F są wypadkowemi z ruchów wałka D i wałka E, na który działa regulator MH w sposób następujący: Na drążku mimośrodowym BCN znajduje się tulejka N, mogąca przesuwać się po nim i oddająca ruchy otrzymywane od mimośrodu za pomocą pręta NLE wałkowi E. Te ruchy w blizkości wałka C jako punktu obrotu drążka NB, są prawie żadne i wzrastają w miarę przesuwania się ku górze tulejki N. Czyniąc zatem ruch tej tu-

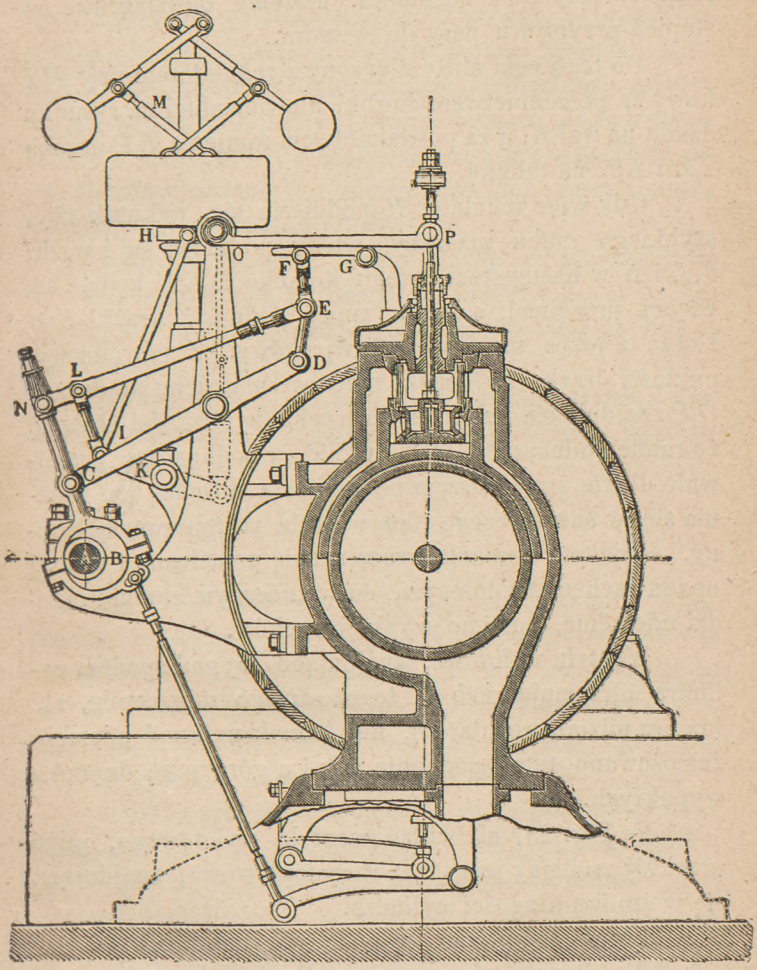


Fig. 297.

lejki zależnym od regulaora, możemy oddziaływać na stopień przypływu pary do cylindra.

Do tego celu służy złączony z regulatorem pręt HI który za pośrednictwem korbki niewidzialnej na rysunku działa na wał K, a za pośrednictwem ramienia KI, drążka IL i LN na tulejkę.

Gdy więc regulator H podniesie się, wskutek zbyt szybkiego ruchu maszyny, wtedy podniosą się i wałki I, L i N w następstwie czego kolanko DEF będzie się więcej przeginać, a zatem mniej podnosić drążki FG i OP, a przez nie i wentyl wpustowy. Z powodu wypukłości drążka FG punkt przenoszenia ruchu na drążek OP znajduje się na początku ruchu w blizkości G czyli, że ramię podnoszące jest krótkie, a podnoszone przeciwnie długie, przy dalszem podnoszeniu stosunek ten zmienia się, w skutek czego ruch wentyla zostaje przyśpieszony. Podczas opadania rzecz ma się przeciwnie i wentyl opada ruchem zwolnionym, co w znacznym stopniu łagodzi uderzenie, pomimo szybkich ruchów.

Wentyle wylotowe, znajdujące się pod spodem cylindra, otrzymują ruch od tegoż samego mimośrodu, ale już bez udziału regulatora, aby jednak uniknąć uderzeń' zastosowano tutaj podobnie jak i u góry parę drążków wypukłych.

Na Fig. 297 nie widać wentyla wylotowego, gdyż przekrój zrobiony jest przez rurę dopływową, znajdującą się w środku długości cylindra.

Rysunek całej maszyny podany jest na Fig. 311 i 312.

49. Suwaki tłokowe, po długich sporach o ich przydatności, znalazły zastosowanie dla szybkochodzą-

cych maszyn w walcowniach, gdyż można je prawie zupełnie odciążyć i przez to ułatwić zmianę kierunku obrotu maszyny. Zastosowanie sprężystych pierścieni uszczelniających pozwala podobnie jak w tłokach cylindrowych osięgnąć długotrwałą szczelność. Suwaki te mogłyby się więcej rozpowszechnić, gdyby przy nich nie wypadały wielkie przestrzenie szkodliwe.

Jedna z maszyn, zaopatrzonych w takie suwaki o trzech cylindrach parowych o średnicy 1,1 *m* i 1,2 *m* skoku, pomimo tak znacznych wymiarów robi po 100 do 120 obrotów na minutę.

Suwaki tłokowe znacznie rozpowszechniły się w czasach ostatnich przez zastosowanie ich do maszyn Westinghouse'a (**19**,7).

Porównanie różnych przyrządów rozdzielczych.

50. Już z samego faktu, że tyle rozmaitych przyrządów rozdzielczych istnieje współcześnie, można wywnioskować, że żadnego z nich nie uznano dotychczas ogólnie za najodpowiedniejszy. Można więc tylko wykakazać poszczególne właściwości każdego przyrządu, które przy wyborze należy mieć na uwadze.

Suwaki szufladkowe płaskie, są najprostszemi i najmniej zawodnemi. Odpowiednie nastawienie ich nie wymaga wielkiego zachodu, a w razie nieszczelności dają się łatwo doszlifować.

Ponieważ suwak złączony jest stale z maszyną, więc przy najszybszym nawet ruchu działa prawidłowo, bez uderzeń i nadmiernych naprężeń. Zato tarcie do prze-

zwyciężania przy poruszaniu suwaka szczególnie w większych maszynach, jest bardzo znaczne, przez co działanie regulatora na zmianę rozprężania pary jest bardzo utrudnionem, a zmiana kierunku ruchu ręką staje się niekiedy wprost niemożliwą.

Przyrządy wentylowe nie są tak proste, wymagają baczniejszej obsługi już choćby z tego względu, że ich jest znacznie więcej (jeden suwak może zastąpić cztery, a nawet sześć wentylów). Zato wymagają znacznie mniejszej siły do poruszania, są więc odpowiedniejsze do wielkich maszyn. Działanie regulatora na zmianę rozprężania pary, oraz zmiana kierunku ruchu, są łatwiejsze szczególnie przy wentylach podwójnych. Do maszyn jednak obracających się szybko, wentyle nie są odpowiedniemi, gdyż siedliska ich szybko się niszczą od częstych uderzeń.

Kurki, jak przy maszynach Corlissa nie są pewne pod względem szczelności, a doszlifowanie ich jest tak trudnem, że nie każdy maszynista potrafi to zrobić. Przyrządy te muszą być bardzo dokładnie wykonane z materyału doskonałego i wymagają smarowania samodzielnego. Natomiast mają tę ważną zaletę, że powierzchnie przylegania nie doznają niszczących uderzeń przy swobnem domykaniu.

Suwaki płaskie w kształcie obracających się, lub tylko wahających około swego środka z otworami wyciętemi w kierunku promieni, nie są odpowiedniemi z tego powodu, że drogi, przebywane przez różne punkty krążka, są proporcyonalne do ich odległości od środka, wskutek czego zużycie się powierzchni trących, jest większe przy

obwodzie, niż w środku, a z tego powodu wkrótce powstają nieszczelności. Wielokrotne lecz zawsze niepomyślne próby z podobnemi suwakami, zmusiły do ich zaniechania.

Przyrządy rozłączane wykazały swą praktyczność w przeciągu 20-letniego ich używania do maszyn z umiarkowaną liczbą obrotów. Ponieważ jednak w czasach ostatnich ujawniło się dążenie do ciągłego zwiększania szybkości biegu maszyn, przyrządy rozłączane ustąpić muszą przed stale złączonemi dającemi możność znaczniejszego powiększenia liczby obrotów maszyny.

51. Nadmienić tu wypada, że niekiedy przyrządy wentylowe łączą z suwakowemi albo w sposób podany na Fig. 290, lub w taki, że przypływ pary dokonywa się wentylami, a wypływ suwakami.

Celem podobnych urządzeń jest zmniejszenie nieszczelności, gdyż suwaki są pod tym względem pewniejszemi od wentylów.

ROZDZIAŁ XIX.

Opis różnych maszyn parowych.

1. Maszyny parowe różnią się pomiędzy sobą nie tylko sposobem działania pary i urządzeniem przyrządów rozdzielczych, ale także rozkładem i połączeniem oddzielnych części, co w wielu razach zostaje w zależności od przeznaczenia samej maszyny.

Dwa pierwsze czynniki rozbierane były w rozdziałach poprzednich, obecnie zajmiemy się rozpatrywaniem

maszyn ze względu na ich zastosowanie do różnych celów, aby na kilku przykładach zbadać najważniejsze właściwości ich urządzenia.

Maszyna parowa, podobnie jak wszystkie motory, służy do wytwarzania pracy, która może być użyta do przenoszenia ciał stałych lub płynnych po torach poziomych, pochyłych lub pionowych; do poruszania, lub ściskania powietrza; lub nareszcie do zmiany postaci ciał stałych.

Prawie zawsze maszyna parowa łączy się z maszyną, tak zwaną roboczą, która przetwarza pracę otrzymywaną od maszyny na wykonanie pewnej roboty. Należy się starać o to, aby takie przetwarzanie lub przenoszenie pracy odbywało się w sposób jak najprostszy dla tego, żeby całe urządzenie wypadło tanio, i strata pracy przy przenoszeniu była możliwie nieznaczną.

Z tego powodu byłoby najwłaściwiej, aby każda maszyna robocza posiadała własną maszynę parową, bezpośrednio z nią połączoną. W rzeczywistości ma to miejsce w wielu wypadkach jak np. przy pompach, windach, maszynach powietrznych, walcowniach, młotach parowych i wielu innych maszynach roboczych, które albo są znacznej wielkości, albo pracują niezależnie od innych.

W takich zaś wypadkach, gdy potrzeba wprawiać w ruch większą ilość maszyn roboczych, pomieszczonych obok siebie, korzystniej jest postawić maszynę parową wspólną takiej wielkości, aby była w stanie poruszać wszystkie maszyny robocze, i doprowadzić do nich siłę za pośrednictwem tak zwanej transmisyi, t. j. wałów, kół zębatych, pasów lub lin. Okazało się bowiem, że ma-

szyny parowe wielkie pracują przy jednakowych warunkach znacznie oszczędniej od małych.

Ztąd wynika, że ustawianie oddzielnych maszyn parowych małych jest korzystnem w tych wypadkach, gdy straty na przenoszeniu pracy wypadają większe od oszczędności na parze i obsłudze w maszynie dużej, lub też gdy niespokojny ruch maszyny roboczej przeszkadza pracować innym maszynom, jak np. młoty parowe albo odwrotnie; gdy która maszyna robocza wymaga ruchu jednostajniejszego od innych jak np. warsztaty tkackie.

Ze względów powyższych wszystkie maszyny parowe dzielą się na dwa działy główne.

1. Maszyny parowe, służące do poruszania dowolnych maszyn roboczych za pomocą transmisyi i

2. Maszyny parowe połączone bezpośrednio z maszynami roboczemi, zużywającemi całkowitą ich pracę.

Zgodnie z podziałem powyższym, podajemy na Fig. 298—316 przegląd najbardziej używanych rodzajów maszyn parowych działu pierwszego, na ustrój których bardzo mało wpływa ich przeznaczenie. Różnią się one jedynie położeniem cylindra, wału korbowego, oraz przyrządem zwrotnym do zmiany kierunku ruchu.

Ponieważ opis oddzielnych części maszyn parowych znajduje się w rozdziale **20**, a przyrządów rozdzielczych do pracy w rozdziale **18**, przeto tutaj pomieścimy tylko opis ogólnego układu.

Do działu pierwszego należy również maszyna pionowa przedstawiona na Fig. 237 i 238 i opisana w rozdziale **17**.

2. Bardzo podobną do powyższej jest dwunastokonna maszyna leżąca, przedstawiona na Fig. 298. Cylinder parowy *A* pokryty jest płaszczem ochronnym z klepek drewnianych. Na końcu trzona tłokowego *B* osadzony jest suwak *C*, ślizgający się po prowadniku *D*, podobnie jak suport po tokarni. Drąg korbowy *E* z żelaza kutego obraca kolano *F* wału korbowego, na wystającym końcu, którego osadzonem jest koło zamachowe *G*. Mimośród *H* przez pośrednictwo drążka *I*, porusza suwak parowy umieszczony z drugiej strony cylindra. Za przepustnicą parową *K*, znajduje się klapka zmieniająca ilość dopływającej do skrzynki cylindra pary, nastawiona przez regulator *L*. Mimośród *M* porusza pompę zasilającą *N*. Wszystkie części maszyny, a mianowicie cylinder parowy, prowadnik, łożyska wału głównego, oraz pompa zasilająca i podstawa regulatora, są przymocowane śrubami do wspólnej płyty fundamentowej, wewnątrz pustej, która znów jest umocowana na podmurowaniu $P_1 P$ kotwami (śrubami ankrowemi). Takie urządzenie pozwala na zupełne zestawienie całej maszyny odrazu w fabryce, dokładność zatem tego zestawienia nie zależy od budynku, w którym maszyna ma być ustawioną. Urządzenie to, jako złożone z części oddzielnych, jest szczególniej dogodnem dla maszyn małych i średnich w tych wypadkach, gdy można przewidywać potrzebę ich przenoszenia na inne miejsce, na co kupujący powinien zwrócić uwagę.

Dla bardzo wielkich maszyn konstrukcja podobna, jako dająca bardzo wielkie ciężary oddzielnych części, nie jest odpowiednią.

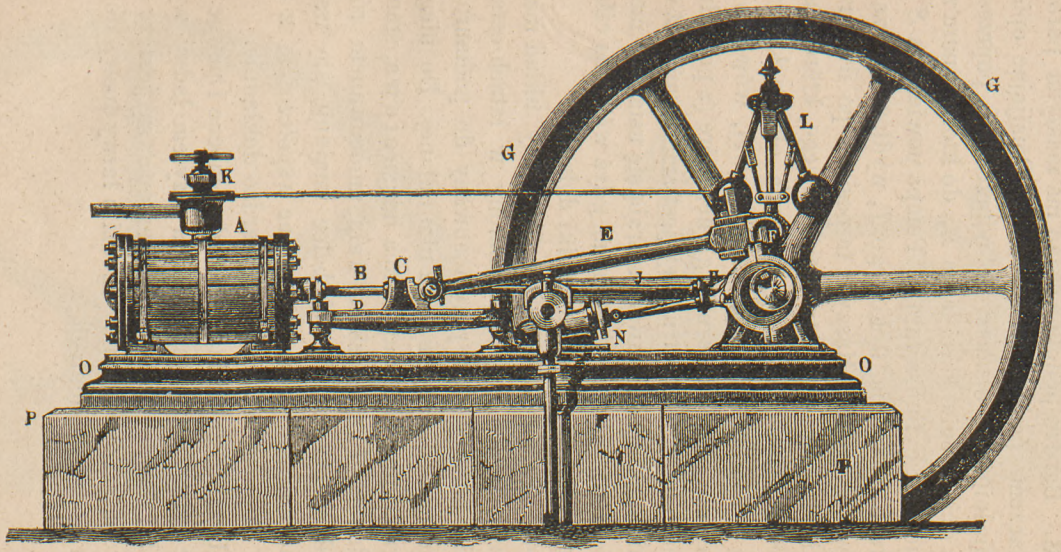


Fig. 298.

3. Bardzo podobny układ ma maszyna parowa ze skraplaczem, podana na Fig. 299. Pomijając opis części, objaśnionych w maszynie poprzedniej, poprzestaniemy na objaśnieniu skraplacza *R*, do którego para zużyta przechodzi z cylindra rurą *Q*. Pompa powietrzna *S* otrzymuje ruch od trzona tłokowego *T*, wydłużonego za tylną pokrywę cylindra. Maszyna ta posiada po dwa równoleżniki z każdej strony trzona tłokowego, którego suwak ma postać krzyżulca. Gdy maszyna obraca koło zamachowe w kierunku wskazówki zegarowej, wówczas krzyżulec ciśnie na równoleżniki górne, które (z powodu skapywania oleju) daleko trudniej jest smarować, niż dolne, dla uniknięcia czego zawsze starają się ustawiać maszynę do obrotu w kierunku odwrotnym, gdyż wówczas ciśnienie krzyżulca działa na równoleżniki dolne.

4. Na Fig. 300 podany jest inny układ maszyny poziomej, bardzo rozpowszechniony w latach ostatnich. Cylinder parowy jest przymocowany do podmurowania za pomocą podstawy razem z nim odlanej. Do niego jest przyśrubowaną belka tak zwana b a g n e t o w a, stanowiąca jedną całość z łożyskiem wału, umocowanem również na podmurowaniu. W tej belce znajduje się walcowe prowadzenie krzyżulca, wytoczone współcześnie z cylindrem, co pozwala wykonać je bardzo dokładnie.

Urządzenie takie daje bardzo mocne i pewne połączenie cylindra z łożyskiem i ma przytem ładny wygląd. Jednak i dawne płyty fundamentowe są jeszcze ciągle w użyciu, szczególnie gdy chodzi o łatwy dostęp do wszystkich części składanych.

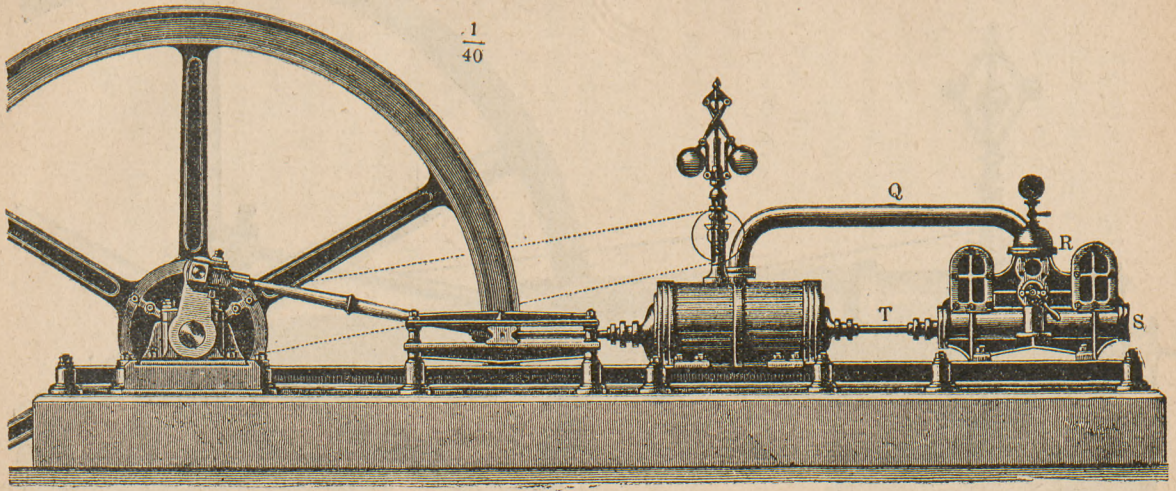


Fig 299.

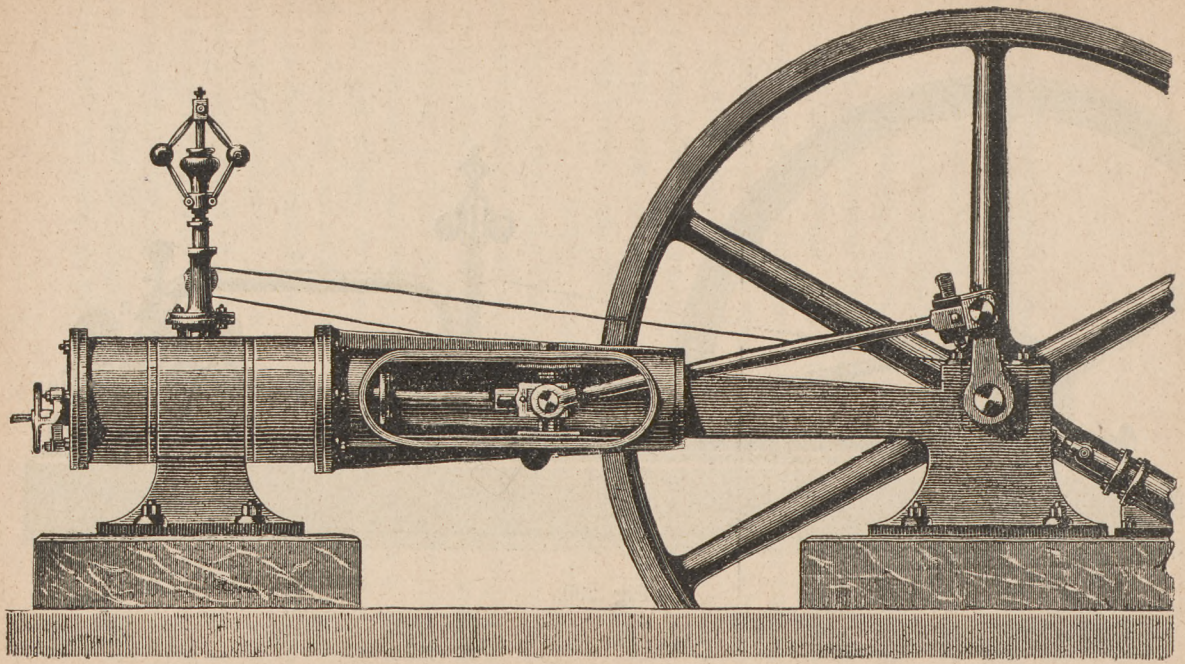


Fig. 300.

5. Najprościej i zarazem najlepiej jest przymocowywać cylinder do ramy w sposób wskazany na Fig. 301. Rama tworzy tutaj dwa równoleżniki górny i dolny, a następnie rozdwaja się i rozszerza, tworząc dwa łożyska, obejmujące kolano wału. Wykroje w ścianach bocznych ramy dają możność przepuszczenia z jednej (przedniej) strony pasa do regulatora, a z drugiej (tylnej) — drążka mimośrodowego do suwaka.

Jeszcze gustowniejszem jest urządzenie ramy widoczne na Fig. 302, gdzie dla łatwiejszego zrozumienia, część ramy, cylindra i skrzynki parowej są przedstawione w przekroju.

W tymże celu opuszczonem zostało na rysunku łożysko przednie przy wale oraz regulator sprężynowy (ob. Fig. 306), który powinien być umieszczony w kole zamachowem. Maszyna taka przy 150 *mm.* średnicy tłoka i takimże skoku robi po 250 obrotów na minutę.

6. Bardzo mało miejsca zajmują maszyny pionowe z cylindrem umieszczonym nad korbą wału głównego, Fig. 303, gdzie staluga w postaci odwróconej litery **Y**, podtrzymująca cylinder, jest przymocowana do płyty fundamentalnej, tworząc w ten sposób całość niezależną od budynku. Drąg korbowy, rozdwojony widełkowo, obejmuje część łączącą stalug. Na płycie fundamentowej przed korbą wału jest umieszczona pompa zasilająca, otrzymująca ruch za pośrednictwem drążka przyczepionego do krzyżulca. *L* jest stawidło parowe, *I* klapa nastawiana przez regulator *K*, *M*—skrzynka parowa cylindra, *N* rura wylotowa. Oryginał podanego rysunku był o sile 2,5 do 4 **KP.**

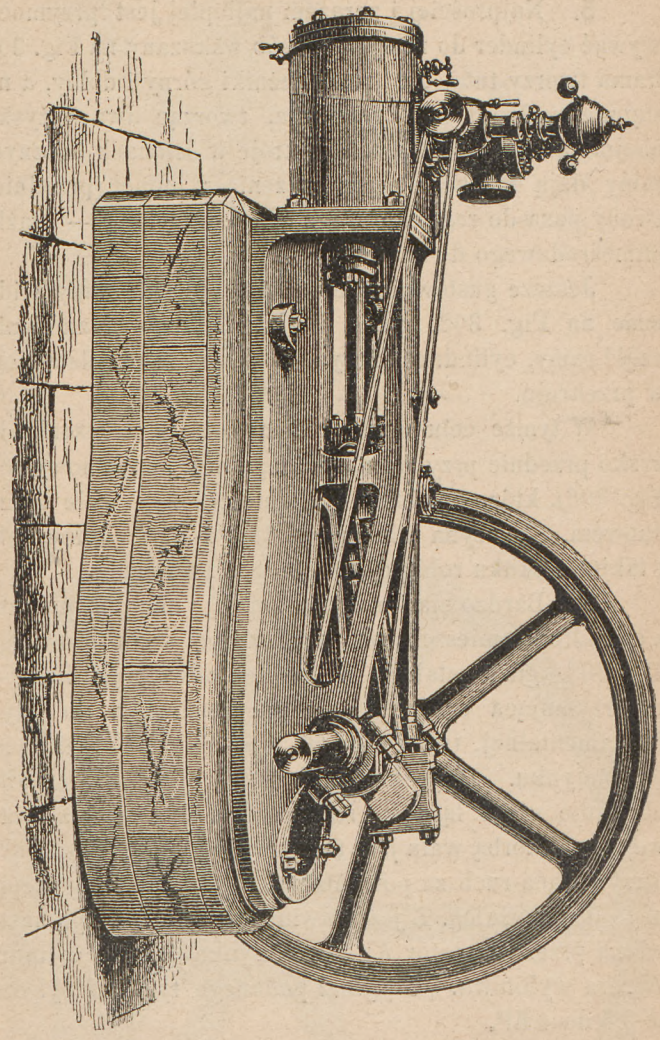


Fig. 301.

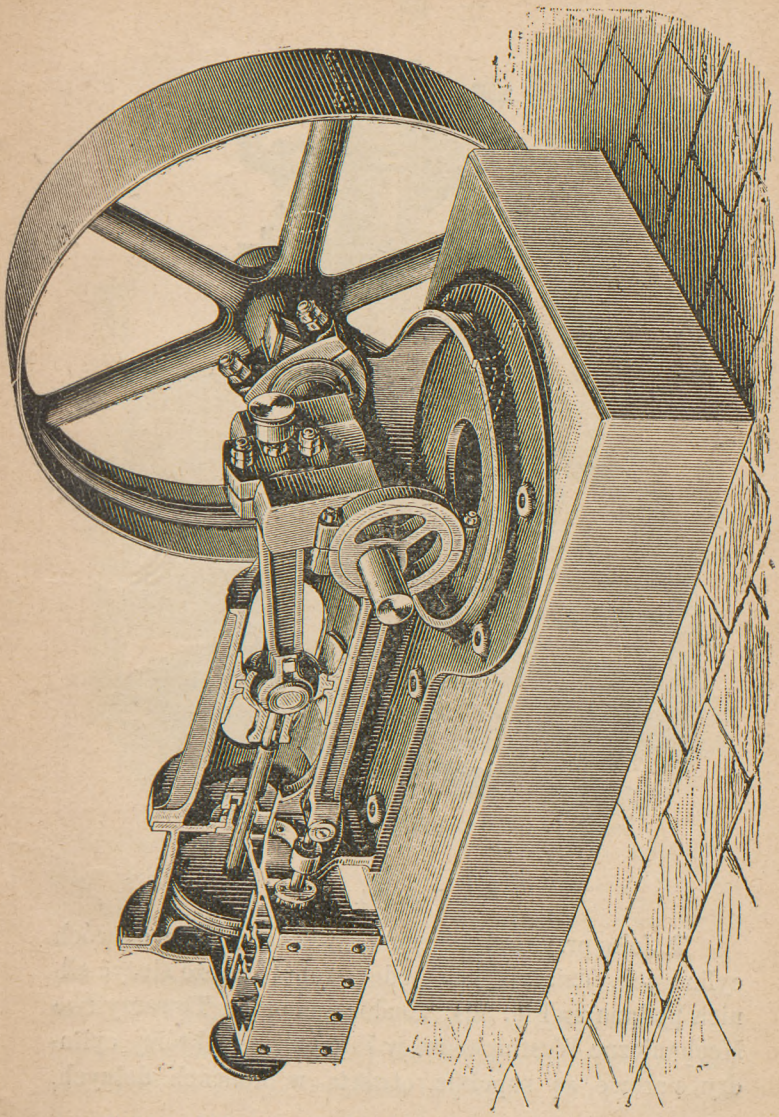


Fig. 302.

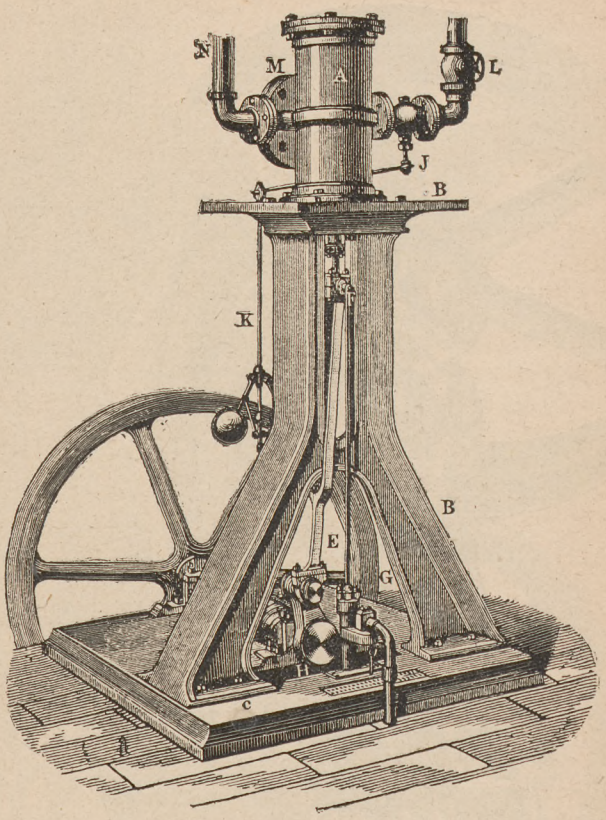


Fig. 303.

7. Jako przykład maszynki szybko chodzącej o dwóch cylindrach, działających jednostronnie, może służyć silnica podana na Fig. 304, zbudowana przez Towarzystwo Mechaniczne Westinghouse w Pittsburgu, w której cylindry parowe są zupełnie otwarte w końcach dolnych,

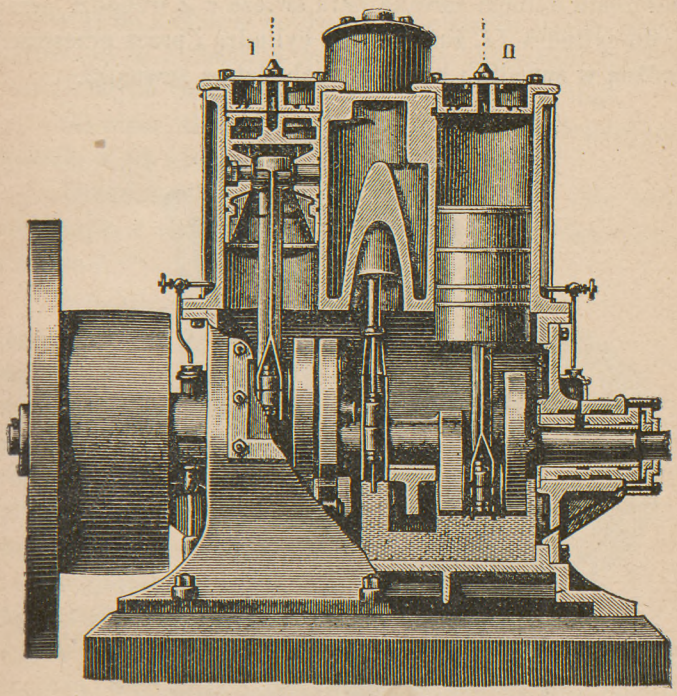


Fig. 304.

a z tłoków, znacznie wydłużonych, wychodzą bezpośrednio drągi korbowe. Pomiędzy cylindrami parowemi znajduje się wspólny dla obu suwak tłokowy dla braku miejsca ustawiony pochyło Fig. 305, i poruszany za pomocą mimośrodu, osadzonego na wale. Gdy suwak znajduje się w górze, wtedy para świeża, przybywająca rurą *z* dopływa kanałem *b* do cylindra *I*, a współcześnie para zużyta z cylindra *II* wypływa kanałem *c* do rury *a*. Przy

położeniu dolnem suwaka para świeża z *Z* wchodzi przez *C* do cylindra *II*, zużyta zaś z cylindra *I* przez przestrzeń próżną w suwaku i kanał *b* wychodzi na zewnątrz.

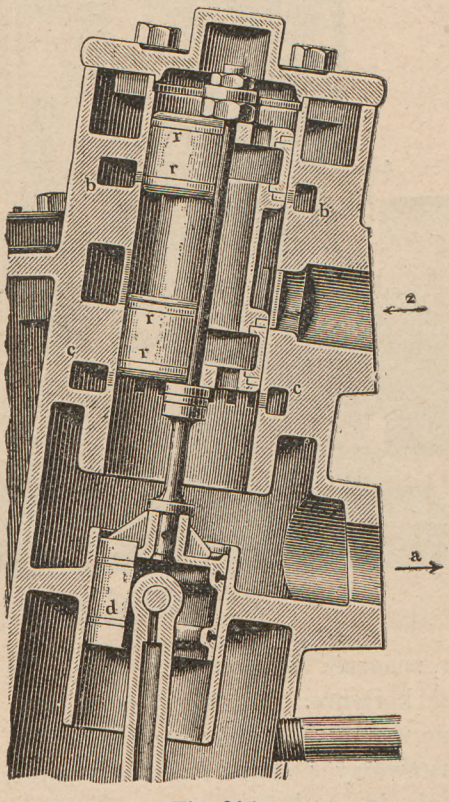


Fig. 305.

Tłok suwakowy jest uszczelniony czterema pierścieniami, aby zapobiedz zaczepianiu się tych pierścien

o krawędzie kanałów kołowych *b* i *c* każdy z nich komunikuje się z cylindrem suwakowym szeregiem okienek rozdzielonych żeberkami, po których ślizga się tłok.

Zamiast dławnicy trzon suwakowy opatrzony jest tłokiem *d*, na który ciśnie z góry para zużyta.

Urządzenie regulatora widać z Fig. 306. Na wale korbowym *e*, wewnątrz pustym jest osadzona stale tarcza okrągła *f*.

Mimośród *i* za pomocą ramienia *h* i czopa *g* jest przytwierdzony do tarczy *f* i może się wahać, o ile pozwala otwór owalny, obejmujący wał *e*, wskutek tych wahań środek mimośrodu może zmieniać położenie od 1 do 2 i w ten sposób zmieniać stopień napełnienia cylindra parą, jak to było objaśnione w §17.

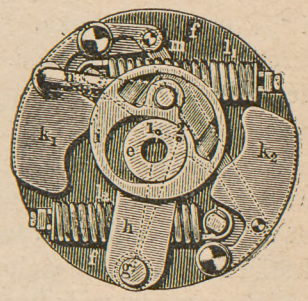


Fig. 306.

Przestawianie mimośrodu dokonywa się samodzielnie pod działaniem dwóch ciężarów k_1 i k_2, osadzonych ruchomo na tarczy *f*, odchylających się od środka pod działaniem siły odśrodkowej i rozciągających sprężyny $l_1 l_2$, które przy zmniejszonej szybkości obrotu przyciągają je znowu ku środkowi. Ciężary oba są złączone ze sobą za pomocą pręta *m*, a ciężar k_1 i z mimośrodem za pomocą drugiego pręta *n*. W ten sposób oba ciężary działają wspólnie na mimośród. Położenie, wskazane na rysunku odpowiada największej szybkości czyli najmniejszemu napełnieniu cylindrów. Gdy skutkiem zwiększonego obciążenia maszy-

ny zmniejszy się szybkość obrotu, ciężary k_1 i k_2 zbliżą się do osi i przesuną mimośród w kierunku od 1 do 2, przez co napełnienie cylindra się powiększy.

Wszystkie składowe części maszyny wykonane są z największą dokładnością, co pozwala na doprowadzenie szybkości biegu maszyny do 300 a nawet do 400 obrotów na minutę.

Wszystkie powierzchnie trące są stosunkowo wielkie jak również i kanały parowe, których przekrój wynosi $^1/_8$ przekroju tłoka. Tłoki mają ścianki podwójne, chroniące od ochłodzenia. Drągi korbowe, wewnątrz puste, odlane są ze stali, aby były lżejsze. Łożyska wału są nieskładane, aby je uchronić od niewłaściwego dokręcania. Panewki z białego metalu odlane są na walcach stalowych, gładko obtoczonych, a następnie w celu nadania im większej ściśliwości, wtłoczone za pomocą prasy hydraulicznej na walec stalowy, dokładnie odpowiadający średnicy czopów wału korbowego. Wszystkie części ruchome, oprócz koła zamachowego i pasowego, ukryte są w skrzyni zewsząd zamkniętej i napełnionej do wysokości wału wodą z olejem, które podczas biegu rozbełtują się na mieszaninę oblewającą obficie wszystkie części podlegające tarciu. Niezależnie od tego smar nalany w wydrążenie między cylindrami spływa rurkami do oliwiarek łożyskowych. Wszystkie części tej maszyny są obrobione podług bardzo dokładnych jednostajnych szablonów, i na każde żądanie mogą być z łatwością wymienione.

8. Aby zmniejszyć długość maszyn korbowych, zwracają niekiedy drąg korbowy w tył za cylinder, ale wtedy należy postać i sposób połączenia drąga korbowe-

go tak zastosować, aby ten omijał cylinder i działał na korbę, umieszczoną na stronie przeciwległej. Jeden ze sposobów takiego urządzenia jest wskazany na Fig. 307 i 307*a*.

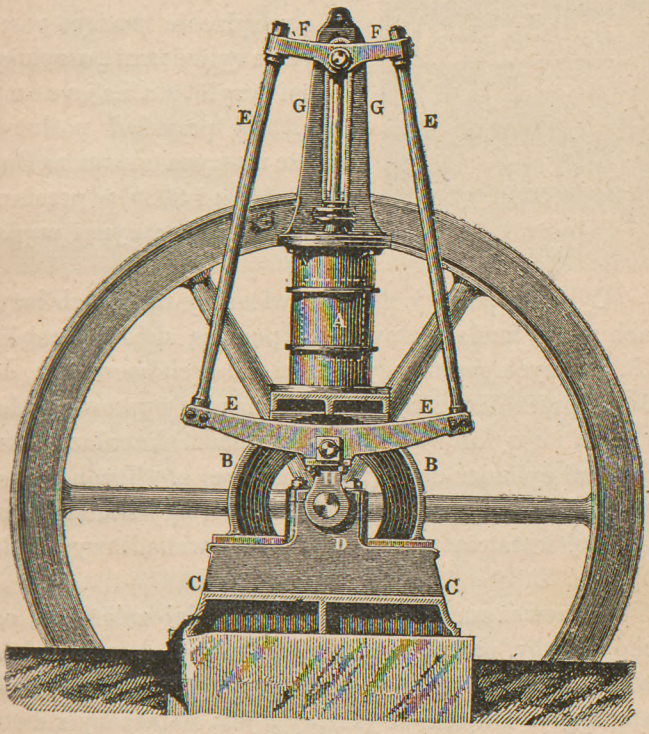


Fig. 307.

Cylinder parowy *A* spoczywa na dwóch stalugach *B*, przymocowanych do płyty fundamentowej *C*, na której stoi również i łożysko *D* wału korbowego. Trzon korbowy *E*, *E* ma postać trapezu, wiszącego na krzyżulcu

F, prowadzonym przez równoleżniki G, G; H jest korba, a I mimośród suwakowy.

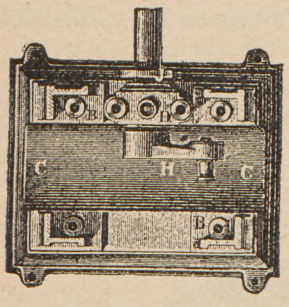


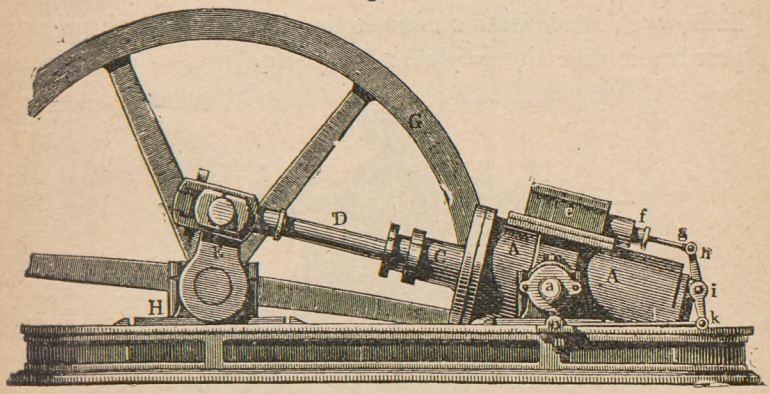
Fig. 307*a*.

9. Do niektórych celów bardzo dogodnem okazało się urządzenie maszyn parowych z cylindrami „oscylującemi" czyli wahającemi się. Za przykład posłużyć może maszyna podana na Fig. 308, 308*a* i 308*b* w przekroju, widoku bocznym i w planie.

Cylinder parowy A jest zawieszony na dwóch łożyskach ramy fundamentowej za pomocą dwóch czopów B B, odlanych razem z cylindrem, pustych wewnątrz, do których przez dławnicę b i d wchodzą rury parowe: a dopływowa i c wylotowa. Para przechodzi kanałami otaczającemi cylinder do skrzynki parowej e. Trzon tłokowy D połączony jest bezpośrednio z korbą, wskutek obrotu której wprawia cylinder w ruch wahadłowy około czopów B B.

Ponieważ ruchy cylindra są w ścisłej zależności od ruchów korby, można je więc zyżytkować do poruszania suwaka, co w danym wypadku dokonywa się w sposób następujący: Drążek suwakowy g jest połączony z dwuramiennym drążkiem h_1 i_1 k mającym stały punkt obrotu i na pokrywie tylnej cylindra; drugi jego koniec k jest połączony prętem l z punktem stałym m na ramie maszyny. Przy wznoszeniu się i opuszczaniu osi i drążek h i k, utrzymywany przez pręt l wykonywa ruchy wahadłowe,

Fig. 308.



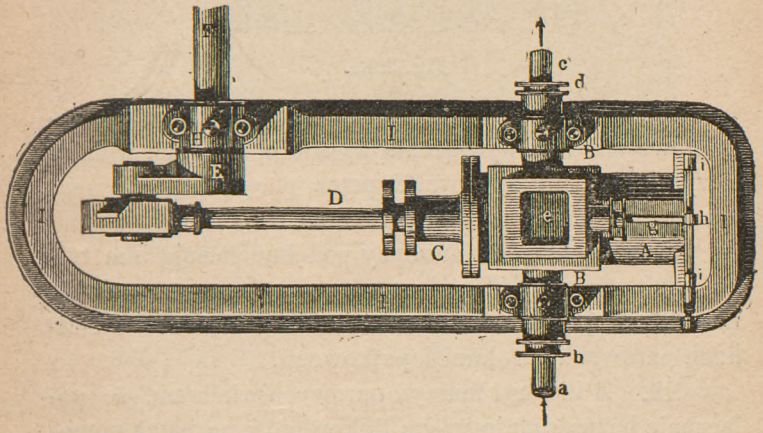


Fig. 308a.

które, przy odpowiedniem ustosunkowaniu wymiarów, nadają odpowiedni ruch suwakowi. Nie można jednak osięgnąć tym przyrządem poprzedzań w przypływie pary, gdyż zajmuje toż samo położenie dla obu punktów

martwych (ob. 18,5). Z tego powodu wiele maszyn wahadłowych zbudowano z mimośrodami, przy których poprzedzanie daje się urządzić z łatwością.

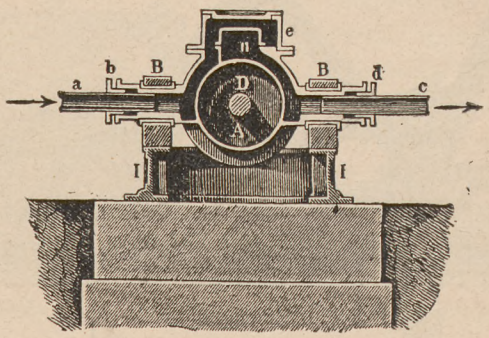


Fig. 308*b*.

Robią zarzut maszynom wahadłowym, że czopy cylindrowe wskutek wydrążenia wypadają wielkich wymiarów, a jako silnie ogrzewane przez parę przepływającą, muszą być smarowane bardzo obficie.

Z tych powodów maszyny podobne stosują tam tylko, gdzie szczupłość miejsca nie pozwala na ustawienie innych. Największe zastosowanie znalazły one na statkach parowych z kołami łopatkowemi.

10. Z historyi maszyn parowych wiadomo, że połączenie bezpośrednie trzona tłokowego z korbą za pomocą drąga korbowego, powstało dopiero w czasach późniejszych, pierwotne zaś urządzenie było z tak zwanym „balansierem" czyli w a h a c z e m i Watt wszystkie swoje maszyny budował w ten sposób. Jedną z takich maszyn widzimy na Fig. 309.

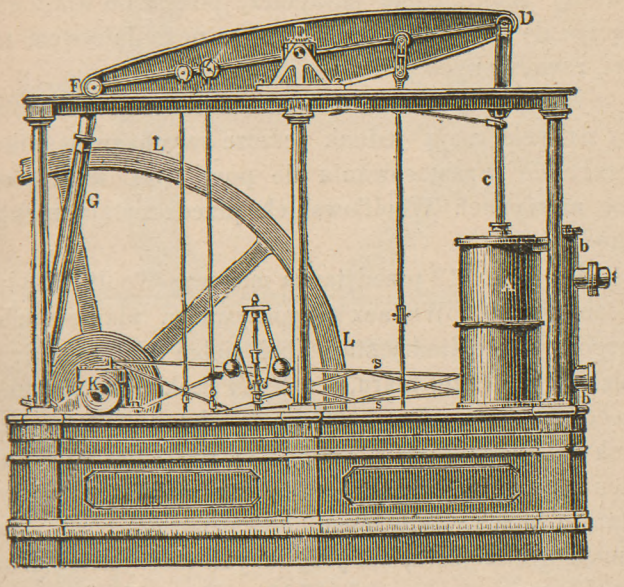


Fig. 309.

Trzon tłokowy *c* jest połączony z wahaczem za pomocą równoległoboku Watta, (**20**,20), który sprawia, że koniec trzona tłokowego ma ruchy prostolinijne, pomimo, że koniec wahacza opisuje łuk koła. Przeciwległy koniec wahacza jest złączony z korbą wału za pomocą drąga korbowego *G*. Za łożyskiem korbowem znajduje się mimośród, poruszający za pośrednictwem drążków stawidło walcowe w rurze *b*.

Słupy, podtrzymujące rusztowanie, na którem umieszczonym został wahacz i równoległobok, a także i inne części maszyny są umocowane na skrzyni fundamentowej,

w której znajduje się skraplacz, pompa do wody chłodzącej i do zasilającej, poruszane za pośrednictwem trzonów, zawieszonych pod wahaczem.

Maszyny parowe z wahaczami prawie całkiem wyszły z użycia, mają jednak jeszcze swych zwolenników, szczególnie w zastosowaniu do pomp (ob. 19,27), oraz przy maszynach Woolf'owskich przedstawiają niektóre dogodności.

11. Fig. 310 przedstawia maszynę Woolfa 120 konną (ob. 17, 20). Wahacz *C* spoczywa na filarze z żelaza lanego. Oba cylindry stoją obok siebie tak, że mniejszy z nich *A* jest bliżej filaru, a zatem i skok tłoka ma mniejszy od drugiego. Trzony tłokowe obu cylindrów parowych oraz pompy powietrznej *K* od skraplacza prowadzi jeden wspólny równoległobok Watta. Drąg korbowy *F* odlany z żelaza. Koło zamachowe przy maszynach Woolfa może być lżejszem niż przy innych maszynach, działających z rozprężaniem (ob. 17,10). Rura *M* odprowadza parę zużytą z cylindra dużego *B* do skraplacza *L*.

Rozdział pary jest tak urządzony, że rozprężanie rozpoczyna się już w cylindrze małym, posiadającym dodatkowy suwak rozprężający. Aby rysunek był zrozumialszym, pokazano obie skrzynki parowe bez pokryw i suwaków tak, iż widać tylko zwierciadła cylindrowe z oknami.

Oba suwaki główne wiszą na belce *N*, otrzymującej ruch od mimośrodu trójkątnego (18,27), obracającego się wewnątrz ramki *S*.

Do utrzymywania ramki w ruchu prostolinijnym służą dwie tulejki *T*, jedna nad belką *N*, a druga pod

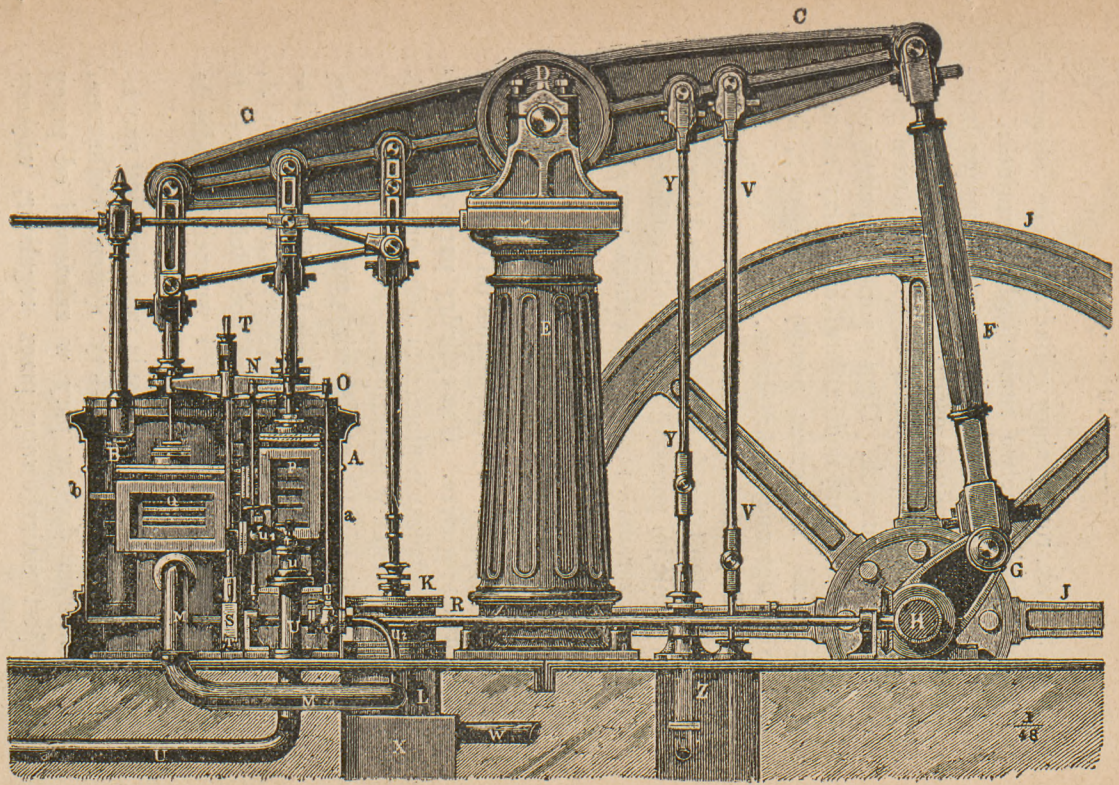


Fig. 310.

ramką. Suwak, rozprężający cylindra małego, otrzymuje ruch przez pośrednictwo ramy O od zwyczajnego mimośrodu na rysunku zakrytego przez rurę doprowadzającą U. Oba mimośrody są osadzone na wale R, otrzymującym ruch od wału korbowego, za pośrednictwem pary kół zębatych stożkowych. Drąg v porusza pompę wody zimnej, wtłaczanej rurą w do zbiornika x przy skraplaczu L, drąg zaś Y porusza pompę zasilającą z, która czerpie wodę ogrzaną ze skraplacza.

W chwili puszczania w ruch takich maszyn, para świeża ma dostęp tylko do cylindra małego, który zwykle nie jest w stanie jej poruszyć bez udziału cylindra dużego; aby temu zaradzić, urządzają na rurze przypływowej wentyl u, którym można świeżą parę wpuścić wprost do cylindra dużego. Wentyl ten należy zamknąć zaraz, jak tylko utworzy się próżnia w skraplaczu. Kurek u_2 służy do wpuszczania pary świeżej wprost do skraplacza, aby zeń wypędzić powietrze. Oba cylindry parowe są zabezpieczone od ochładzania płaszczem ochronnym a, b, widocznym na rysunku w przekroju.

12. Fig. 311 i 312 przedstawiają maszynę sprzężoną (compound) 250 konną. Para świeża pod ciśnieniem skutecznem 5 do 6 *atm.* wchodzi do cylindra mniejszego A, następnie przepływa przez zbiornik pośredni (Receiver) B (**17**,21) do cylindra większego C i wreszcie uchodzi do skraplacza D.

Cylinder wysokiego ciśnienia (mniejszy) jest zaopatrzony w mechanizm rozdzielczy systemu Collmanna, (**18**,48) w którym dopływ pary w zależności od pracy maszyny, jest umiarkowany przez regulator; większy

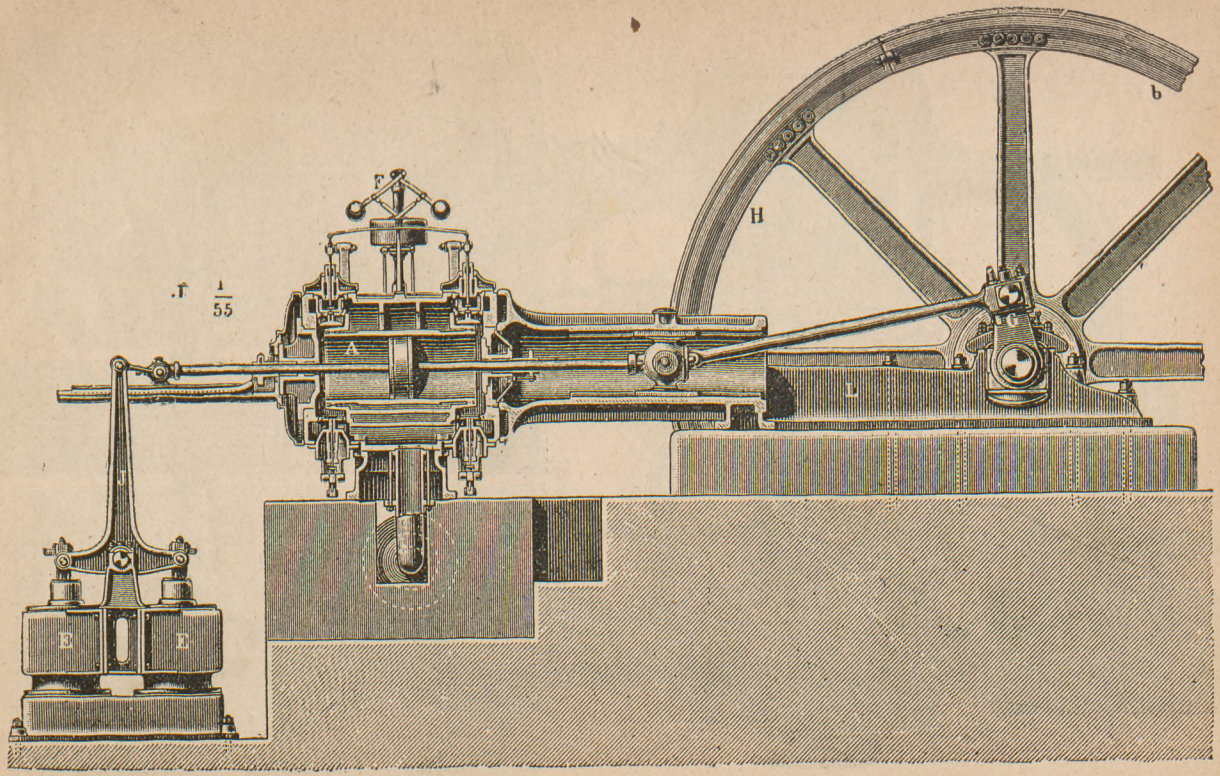


Fig. 311.

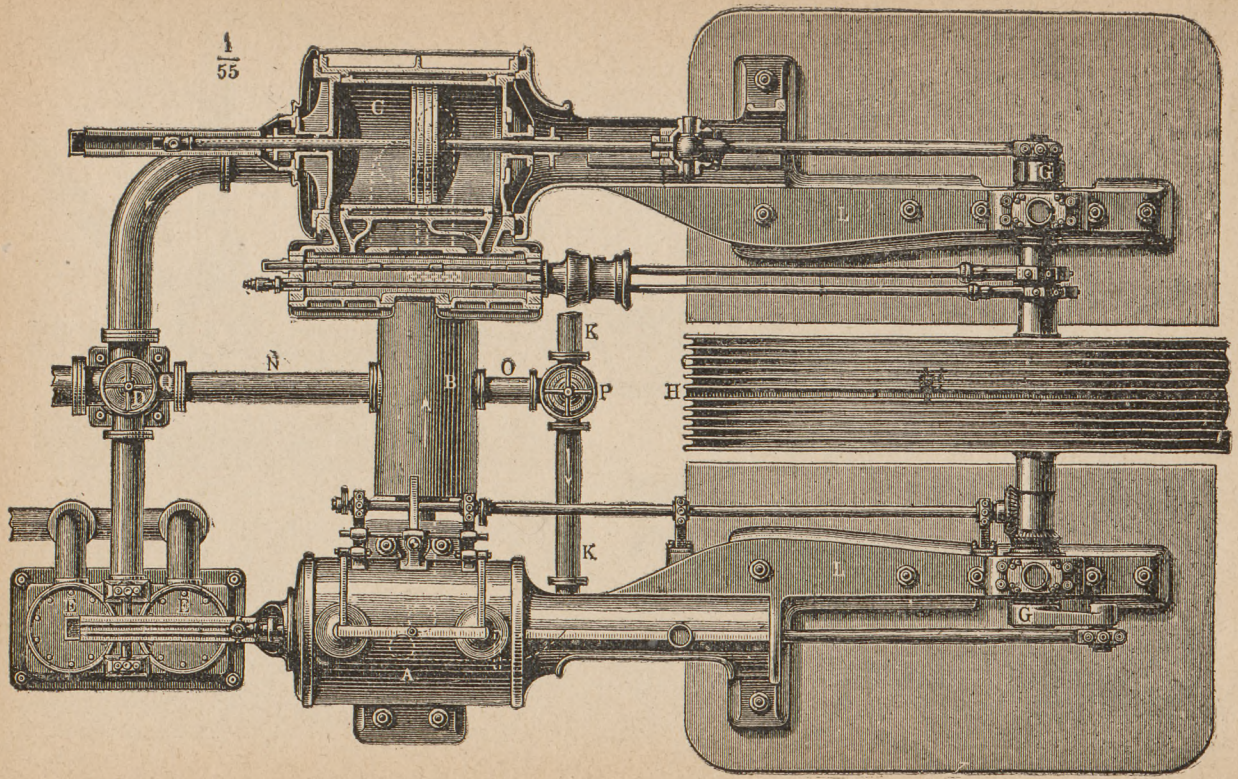


Fig. 312.

cylinder nizkiego ciśnienia, posiada suwaki Meyerowskie, nastawiane ręcznie. Zwierciadło suwakowe wielkiego cylindra (podobnie jak na fig. 272) zostało rozdzielone na dwie części, jak to widzimy z planu Fig. 312. Dla jasności rysunku tak suwaki na Fig. 312, jak i wentyle w przekroju cylindra małego Fig. 311 zostały opuszczone. Właściwe cylindry, w których chodzą tłoki nie są odlane razem z płaszczami parowemi, lecz oddzielnie i po wytoczeniu wstawione i uszczelnione za pomocą pierścieni miedzianych. Od zewnątrz oba cylindry, jak również zbiornik pośredni są obłożone massą i płaszczem ochronnym.

Korby na wale są osadzone pod kątem 90°, a koło zamachowe *H* posiada na obwodzie 10 rowków na liny konopne, służące zamiast pasów do przenoszenia siły na inne wały o szybszych obrotach.

Trzon tłokowy mniejszego cylindra przedłużeniem swem za dno tylne działa na wahacz trójramienny *I*, poruszający dwie pompy zasilające *E E*. Fig. 311, na Fig. 312 wahacz *I* nie jest pokazanym dla uproszczenia rysunku.

Belki bagnetowe większą częścią swej długości są umocowane na fundamencie, co dla tak silnej maszyny jest bardzo ważnem ze względu na uniknięcie przeginań podczas biegu maszyny i wynikających stąd obluzowań.

Maszyna ta może pracować również i pod działaniem jednego tylko z dwóch cylindrów parowych i w tym celu wstawiono rury parowe *N* i *O* zwykle zamknięte ślepemi krążkami.

Kółka *P* od przepustnicy pary i *Q* od wentyla wytryskowego w skraplaczu winny znajdować się na wysokości dogodnej dla maszynisty do otwierania ich ręcznie.

Cylinder mniejszy ma średnicy 470 *m m*, większy 855 *m m*; skok w obu jednakowy 1000 *m m*. Maszyna wykonywa 60 obrotów na minutę, a zatem tłoki poruszają się z szybkością 2000 *m m* na minutę. Zużycie pary wynosi po 7,3 *kg*. na konia indykowanego na godzinę.

13. W przemyśle drobnym rozpowszechniły się maszyny z kotłami pionowemi, jako dające się łatwo przenosić i ustawiać i stąd nazwane przenośnemi.

Za przykład takiej maszyny może służyć pokazana na Fig. 313 (kocioł na Fig. 137 i 138). Poniżej szkła wodoskazowego widać otwór kominowy *a* z zasuwą, który należy albo połączyć z kanałem kominowym budynku, albo zaopatrzyć w komin blaszany, wyprowadzony nad dach.

Para wylotowa nie użyta tutaj na wzbudzanie ciągu w kominie może być zastosowaną do innych celów.

Maszyna parowa przymocowana do boku kotła jest zrozumiałą z rysunku, *b* kiszka ssąca z sitkiem od pomki zasilającej; *e* rękojeść od zapasowej pompki ręcznej; *d* regulator, otrzymujący ruch od wału głównego za pomocą pasa, przez pośrednictwo wrzeciona żłobkowanego i wycinka zębatego, połączonego z klapą w rurze parowej, reguluje przypływ pary do cylindra.

14. Inny rodzaj maszyny przenośnej widzimy na Fig. 314, gdzie kocioł zbudowany podług Fig. 135 stoi na mocnej skrzyni fundamentowej z żelaza lanego obok maszyny parowej leżącej, co bezwarunkowo uważać na-

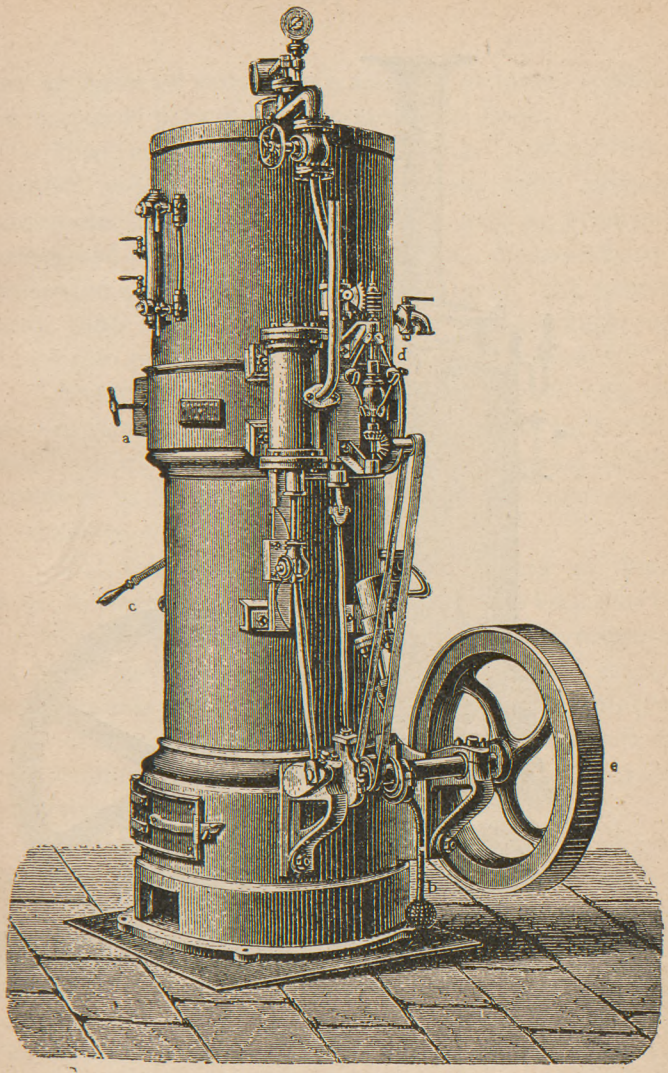


Fig. 313.

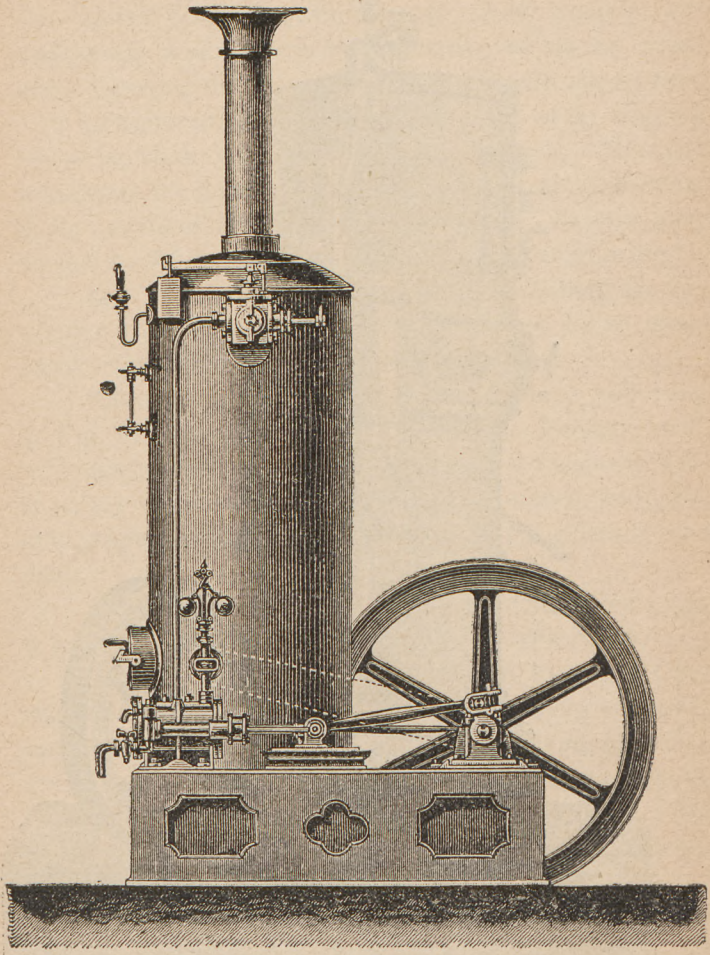


Fig. 314.

leży za lepsze od zawieszania maszyny na kotle. Ciśnienie skuteczne pary w kotle wynosi 5 do 6 *atm.*

Maszynki parowe takiej konstrukcyi zyskują coraz większe rozpowszechnienie, są bowiem tanie, pracują oszczędnie, zajmują nie wiele miejsca, dają się przenosić i mogą być użyte do wielorakich celów. Mogą służyć do czasowego zastąpienia motorów naturalnych, jak spadek wody, wiatr i t. p. w młynach wodnych, wiatrakach nadają się do poruszania przędzalni, tkalni, drukarni i t. p.

Maszyny takie dla prostoty konstrukcyi robią się bez skraplania z nieznacznem rozprężaniem pary. Podług licznych doświadczeń zużywają na godzinę i konia parowego po 25 do 30 *kg.* pary czyli po 4 do 5 *kg.* węgla kamiennego w dobrym gatunku (**22**, 3 i 4).

15. Jeszcze łatwiej od powyższych dają się przenosić, a właściwie przewozić, tak zwane lokomobile t. j. maszyny parowe umocowane na kotle spoczywającym na 4-ch kołach Fig. 315, 315a. Rozpowszechniły się one przeważnie w gospodarstwach rolnych do poruszania pługów, młocarń i t. p. oraz w robotach budowlanych do pompowania wody z dołów fundamentowych, do wciągania materyałów budowlanych i t. p.

Cylinder parowy z przyrządem rozdzielczym Meyera, znajduje się wewnątrz zbieralnika parowego. Regulator działa na klapę w rurze wpustowej. Osadzone na wale kolanowym koło zamachowe, służy zarazem jako pasowe. Cylinder parowy, prowadniki oraz łożyska wału są przyśrubowane do ścian kotła. Para zużyta przechodzi przez podgrzewacz *D* do komina, gdzie swoim wypływem zwiększa ciąg.

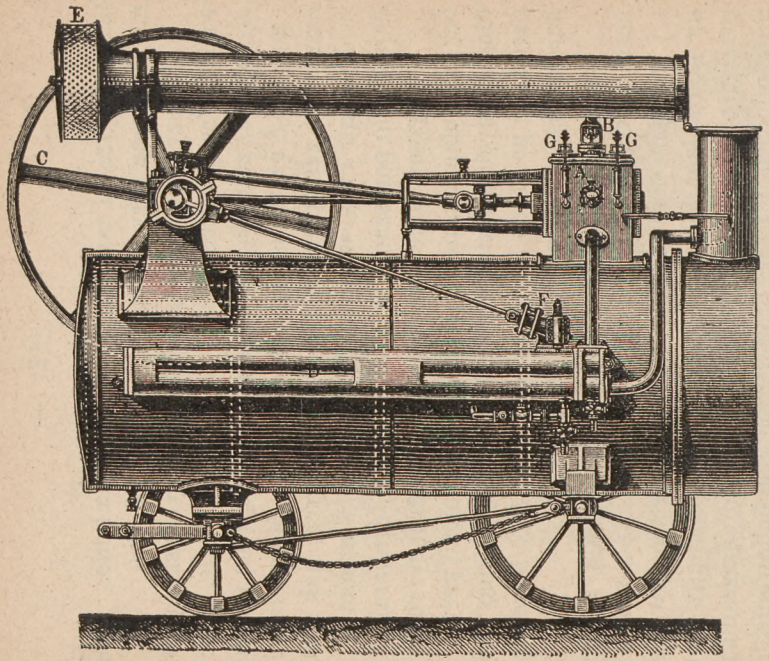


Fig. 315.

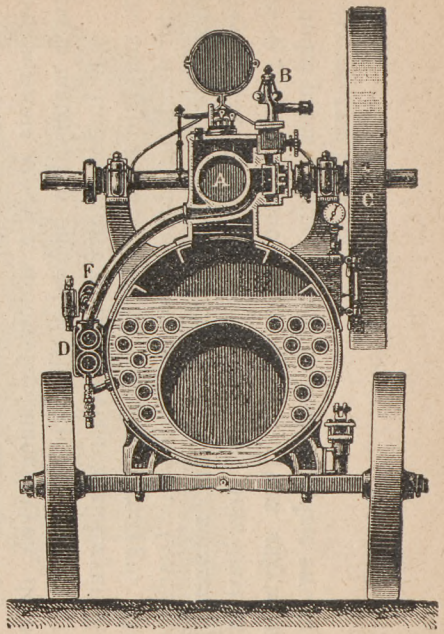


Fig. 315a.

Na rysunku komin jest położony, jak do przewozu, na wierzchu znajduje się siatka *E* chroniąca od wylatywania iskier; *F* pomka zasilająca, poruszana przez mimośród osadzony na wale; czerpie wodę z kubełka podstawianego pod kiszką ssącą, pędzi przez podgrzewacz do kotła, G_1 *G* dwa wentyle bezpieczeństwa, obciążone za pomocą drążków i sprężyn spiralnych.

Często lokomobile posiadają maszyny bliźniacze, szczególnie wówczas, gdy są zaopatrzone w przyrząd zwrotny do zmiany kierunku ruchu. Ostatniemi czasy zaczęto nawet budować lokomobile z maszynami sprzężonemi (compound) t. j. o dwóch cylindrach wysokiego i nizkiego ciśnienia z ustawieniem korb pod kątem 90°.

Ponieważ jednak zbyt trudno do nich zastosować skraplanie, jak łatwo się domyśleć, rozchód pary wypada w nich zawsze większy, niż w podobnych maszynach stałych.

Na Fig. 316 widzimy urządzenie cylindrów sposo-

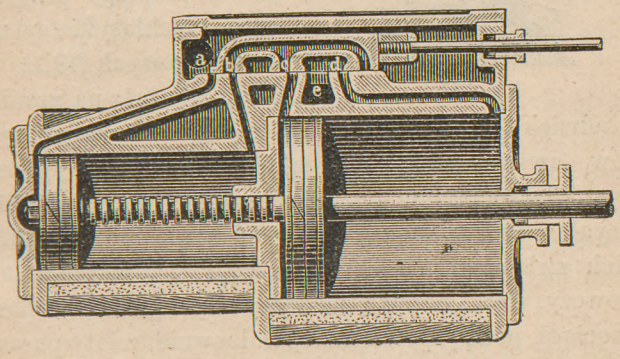


Fig. 316.

bem Woolfa jeden za drugim. Rozdział pary dokonywa się za pomocą jednego tylko suwaka. Przy położeniu, wskazanem na rysunku, para świeża wchodzi oknem *a* do części lewej cylindra małego, a z prawej przestrzeni tegoż cylindra przechodzi współcześnie oknami *b* i *c* do części lewej cylindra dużego; zużyta zaś para z prawej części tegoż cylindra uchodzi oknem *d* do kanału wylotowego *e*. Dla uniknięcia dławnicy w dnie pomiędzy dwoma cylindrami, porobiono na trzonie tłokowym rowki obrączkowe, które mają zapobiegać w dostatecznej mierze przedostawaniu się pary z jednego cylindra do drugiego.

Fig. 317 przedstawia przekrój poprzeczny zbiornika pary lokomobili, z lanego żelaza z oboma cylindrami maszyny sprzężonej i zbiornikiem pośrednim (receiver).

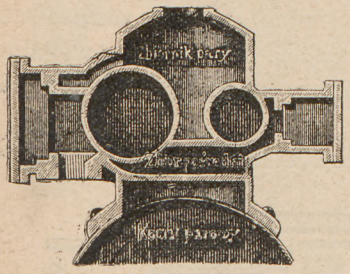


Fig. 317.

Podług przyjętej przez nas klasyfikacyi maszyn parowych (19,1), lokomobile leżą na granicy, jakkolwiek bowiem mogą być zastosowane do różnych celów, zwykle służą do jakiegoś użytku wyłącznego; w dalszym ciągu opiszemy maszyny grupy drugiej, specyalne, których ustrój zależy od bezpośrednio z każdą z nich związanej maszyny roboczej. Do takich należą: parowozy, statki parowe, maszyny wyciągowe, górnicze, wodociągi, pompy powietrzne, walcownie, młoty parowe.

16. Maszyny parowozów są prawie zawsze bliźniaczemi, aby z każdego położenia mogły z łatwością ruszyć, lub zmieniać kierunek biegu. Cylindry parowe są przymocowane do ramy z grubej blachy żelaznej, podtrzymującej kocieł parowy i zawieszonej na maźnicach za pośrednictwem resorów.

Jeżeli cylindry parowe są przymocowane na zewnątrz ram, wówczas korby znajdują się na samych kołach, jeżeli zaś mieszczą się wewnątrz ram, wtedy oś wiodąca musi być kolanową.

Dawniejsze parowozy przeznaczone do lekkich pociągów osobowych miewały po jednej osi tak zwanej pociągowej, na którą działały drągi korbowe od dwóch cylindrów parowych, lecz w parowozach przeznaczonych do prowadzenia ciężkich pociągów, tarcie jednej pary kół o szyny nie wystarczyłoby do ich poruszenia,—koła obracałyby się w miejscu zamiast toczyć się po szynach; aby więc temu zapobiedz łączy się po dwie, lub więcej par kół ze sobą za pomocą wiązarów, i w ten sposób tłoki cylindrów parowych wprawiają w ruch współczesny wszystkie koła związane.

Fig. 318 do 321 przedstawiają w różnych widokach parowóz przeznaczony do prowadzenia pociągów osobowych, wykonany w roku 1874 przez fabrykę Borsiga z Berlina na wystawę powszechną w Wiedniu.

Na Fig. 319 widać przekrój parowozu w połowie przez osie cylindrów i kół wiodących, a w drugiej połowie tuż nad pokładem ramy.

W parowozie tym rama *A* znajduje się na zewnątrz kół, a cylindry parowe *B* nazewnątrz ramy. Z tego po-

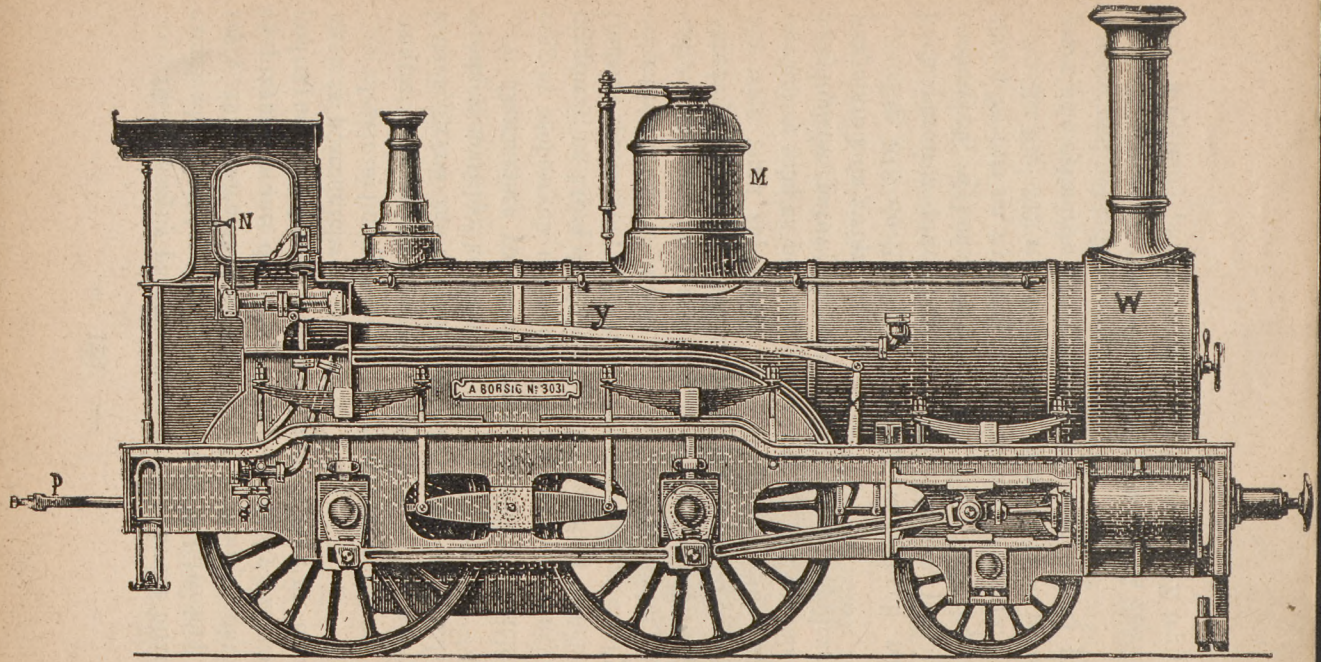


Fig. 318.

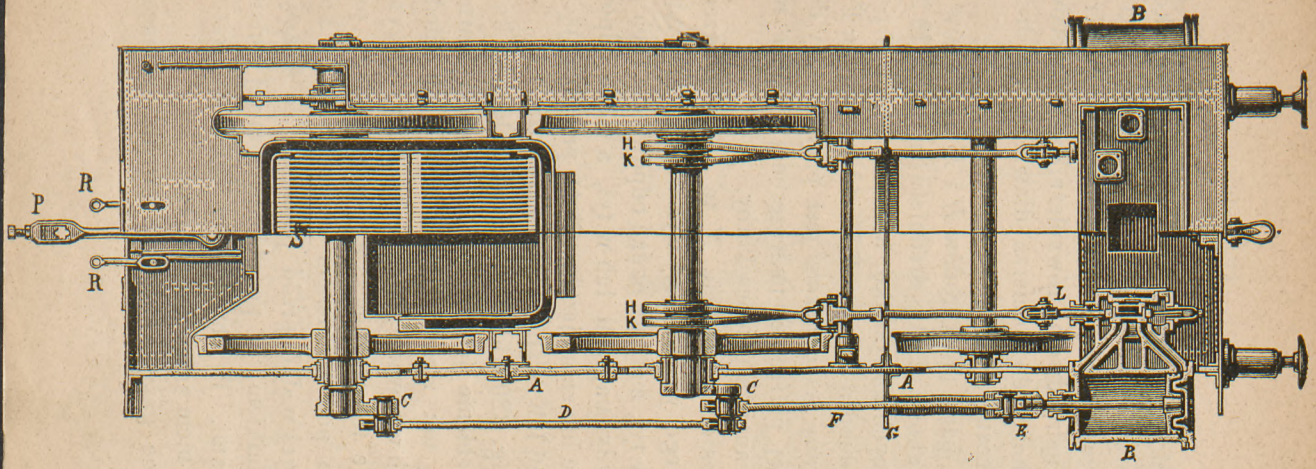


Fig. 319.

wodu na końcach osi wiodących są poosadzane korby *C*, połączone wzajemnie za pomocą wiązarów *D*, a z krzyżulcem *E* za pomocą drąga korbowego *F*. Krzyżulec chodzi pomiędzy dwoma równoleżnikami, umocowanymi w jednym końcu do kołnierza dławnicy, a w drugim do belki poprzecznej *G*.

Dwie pary mimośrodów *H* i *K* wprawiają w ruch drążki suwakowe *L* za pośrednictwem kulis (18,20), nie uwidocznionych na rysunku, a nastawianych w położenie żądane za pomocą drągów *X Y* widocznych na Fig. 318. Drąg *Y* zwany pociągaczem jest przyczepiony do mutry przesuwalnej po śrubie, umieszczonej w budce maszynisty, a obracanej za pomocą korby.

Obracając rękojeścią *N* tę śrubę i przesuwając skutkiem tego wzdłuż niej wyż wspomnianą mutrę naprzód lub w tył, możemy nadać odpowiedni ruch parowozowi do jazdy naprzód lub w tył, a także odpowiednio zwiększając lub zmniejszając ilość przypływającej pary, przyśpieszać lub zwalniać bieg parowozu.

Na Fig. 320 widać urządzenie paleniska kotła, którego podniebienie jest związane z kotłem zewnętrznym za pomocą tak zwanych tybli czyli śrub miedzianych wkręconych w równoległe od siebie ściany skrzyni ogniowej. Tyble te zabezpieczają płaskie ściany paleniska od wydęcia pod ciśnieniem wewnętrznem w kotle. Po stronie lewej widać przód paleniska ze ścianą rurową i z popielnikiem, a po stronie prawej ścianę tylną z drzwiczkami. W tem miejscu palenisko jest płytsze, by się pod niem zmieściła oś tylna.

Gorące gazy wywiązane z węgla spalonego na ru-

szcie *S*, rurkami płomiennemi, oblanemi dokoła wodą przechodzą przez całą długość części walcowej kotła, do tak zwanej dymnicy *W*, z której ciągiem pary wylotowej zostają wyrzucane kominem na zewnątrz.

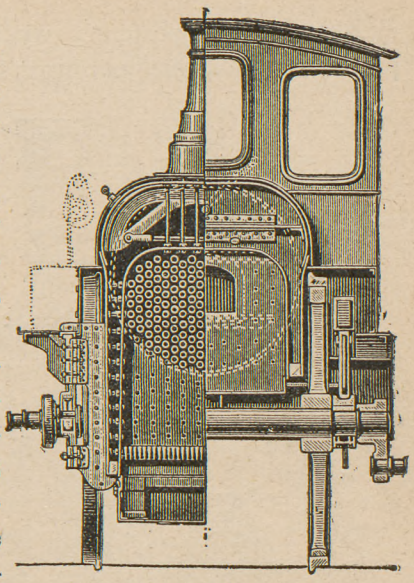


Fig. 320.

Fig. 321 przedstawia przekrój poprzeczny parowozu przez cylindry i dymnicę, oraz widok z przodu (połowy prawej). Po stronie lewej widać rurę parową wylotową w przekroju, a za nią w widoku rurę dopływową. Rura ta idzie wewnątrz kotła aż do zbieralnika *M*, w którym wznosi się do góry i tam ma przepustnicę suwakową przez którą para dąży do cylindrów.

Suwak przepustnicy można nastawiać z budki maszynisty za pomocą korby *N* osadzonej na wale, którego koniec, znajdujący się pod zbieralnikiem, ma drugą korbę złączoną z nim za pomocą pociągacza.

W dymnicy tuż pod rurami parowemi znajduje się pozioma siatka druciana, powstrzymująca kawałeczki węgla, unoszone z paleniska przez silny ciąg powietrza. Węgielki te, odbiwszy się o siatkę opadają na dno dymni-

cy, zkąd się je na postojach wygarnia przez rurę lejową, prowadzącą pod ramę parowozu i zamykaną od spodu.

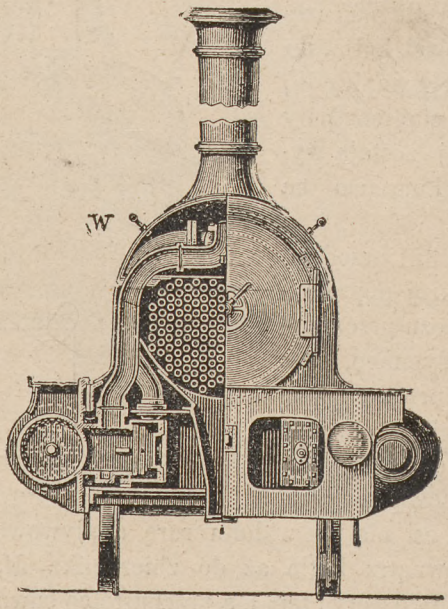


Fig. 321.

Łączniki *P* i *R* służą do przyczepienia oddzielnego wagonu, zwanego t e n d r e m, służącego do pomieszczenia zapasu wody i węgla. Niekiedy jednak skrzynie wodne i węglowe umieszają się wprost na parowozie obok kotła. Parowozy takie zowią się t e n d r o w y m i.

17. Fig. 322 przedstawia najnowszy typ parowozów Drogi Żelaznej Austryackiej Cesarza Ferdynanda, przeznaczonych do prowadzenia pociągów pospiesznych

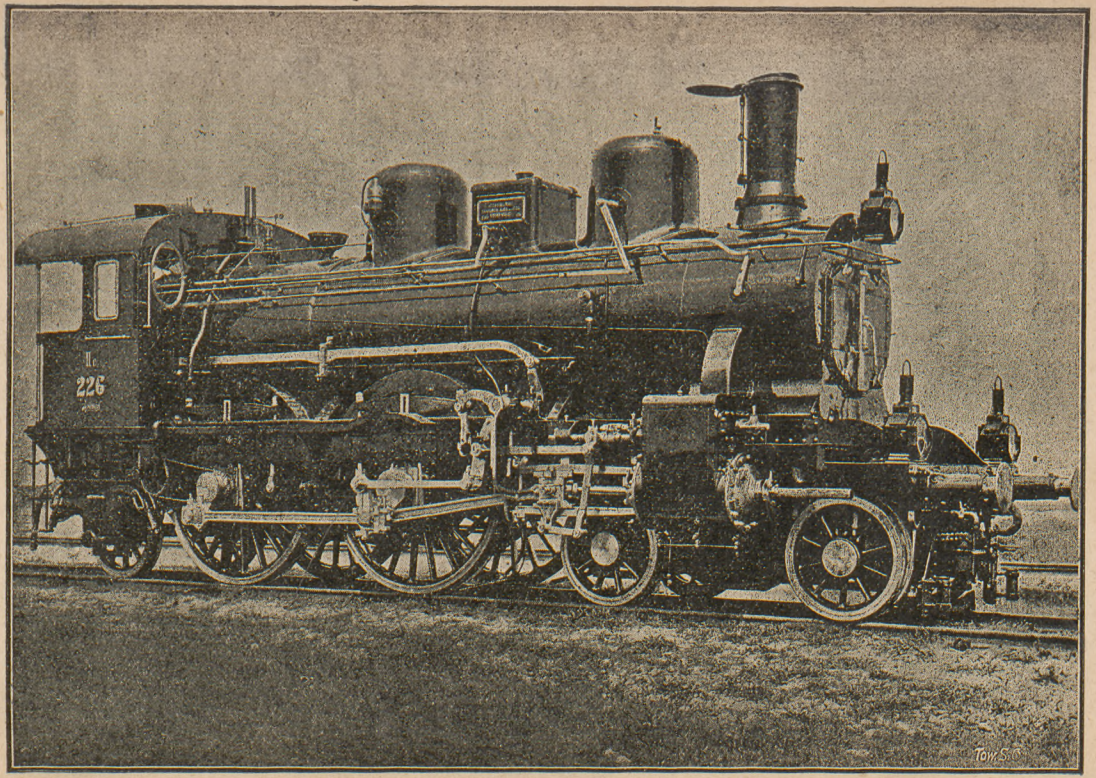


Fig. 322.

z prędkością 80 wiorst na godzinę. Jest to jeden z najsilniejszych i największych parowozów tego rodzaju, biegających po drogach europejskich. Konstrukcya jego opiera się na zasadach przyjętych w Stanach Zjednoczonych Ameryki, a mianowicie przód parowozu wspiera się na czterokołowym wózku, mogącym się zwracać na jedną lub drugą stronę odpowiednio do kierunku łuku na drodze, dokoła sworznia łączącego go w środku z podstawą parowozu. Zwrotność wózka z małemi kołami ułatwia przesuwanie się przez krzywizny drogi żelaznej. Od dwóch cylindrów parowych, umieszczonych po obu stronach wózka, otrzymują swój obrót dwie pary kół ciągnących czyli roboczych znacznej średnicy (około dwóch metrów), złączonych między sobą wiązarami, przechodzącemi po każdej stronie od jednej do drugiej korby kół, aby te miały wspólny obrót.

Od przylegania tych kół do szyn drogi, a także od szybkości ich obrotu i wielkości średnicy zależy siła pociągowa, a co zatem idzie ciężar i liczba wagonów stanowiących pociąg, jak również szybkość jego biegu.

Zwykły typ parowozu amerykańskiego pospiesznego ogranicza się do czterech par kół, t. j. wózka na przodzie z dwiema parami małych kół i dwóch par kół wielkich, pociągowych. Na rysunku widzimy jeszcze piątą parę kół z tyłu parowozu, mającą na celu podtrzymanie części ciężaru ogromnego paleniska, przeznaczonego do zużytkowania niskiego gatunku węgla. Tym sposobem oś ta przynosi ulgę kołom pośrednim, w przeciwnym bowiem razie koła te wywierałyby zbyt wielkie ciśnienie na szyny dróg żelaznych, które w Europie z wyjątkiem Anglii

i Belgii nie zostały doprowadzonemi do tego stopnia wytrzymałości jak na głównych liniach amerykańskich. Zresztą w tym względzie Amerykanie wyprzedzają nas śmiałością, szczególniej zaś co do szybkości jazdy, która bardzo często dochodzi a nawet przekracza 100 wiorst na godzinę.

W przedstawionym na Fig. 322 parowozie widzimy dwa zbieralniki pary, zamiast zwykle stosowanego jednego, a to celem posiadania możliwie wielkiego jej zapasu; pomieszczona między temi zbiornikami skrzynka, napełniona piaskiem dostarcza w razie ślizgawicy piasku do posypywania szyn, za pośrednictwem odpowiednio urządzonej dmuchawki parowej. Szczególnie jest to pożytecznem przy ruszaniu ciężkiego pociągu z miejsca.

18. Maszyny parostatkowe bywają dwóch rodzajów, zależnie od tego, czy mają poruszać koła łopatkowe, czy śruby.

Jako przykład maszyny pierwszego rodzaju może posłużyć maszyna 12 konna podana na Fig. 323 do 325. Jest to maszyna Watta niskiego ciśnienia ze skraplaczem. Dwie takie maszyny działają na dwa kolana jednego wału, pochylone wzajemnie na 90^0, pracują zatem jako maszyny bliźniacze.

A jest cylinder parowy, BB dwa wahacze osadzone u dołu na wale wspólnym, aby uniknąć ciężkiego rusztowania i aby środek ciężkości całej konstrukcyi wypadł możliwie najniżej. Drągi g i h tworzą równoległobok Watta (**20**,20). Na Fig. 325 R jest wylot rury wpustowej, D i E kanały parowe. Strzałki wskazują ruch pary

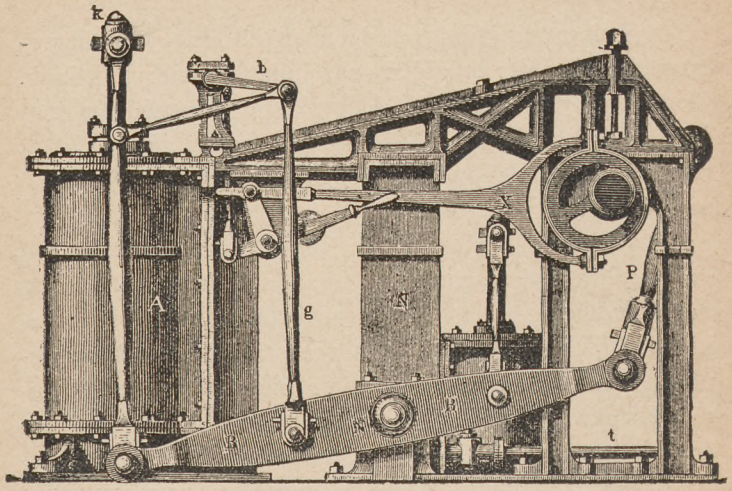


Fig. 323.

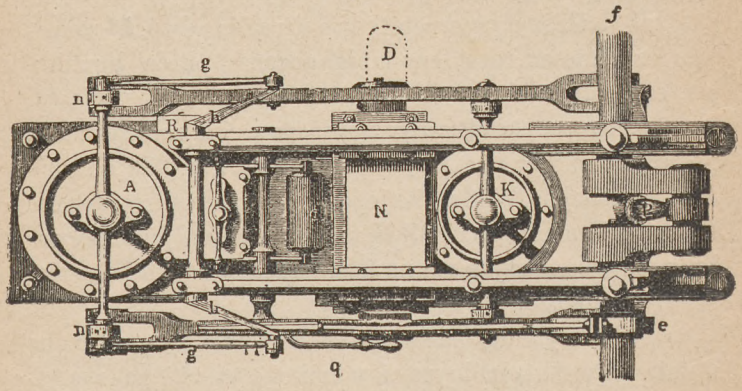


Fig. 324.

i oddzielnych części mechanizmu; *J* skraplacz, *K* pompa powietrzna; *N* zbiornik wody odpływającej, *O* wylot rury odpływowej.

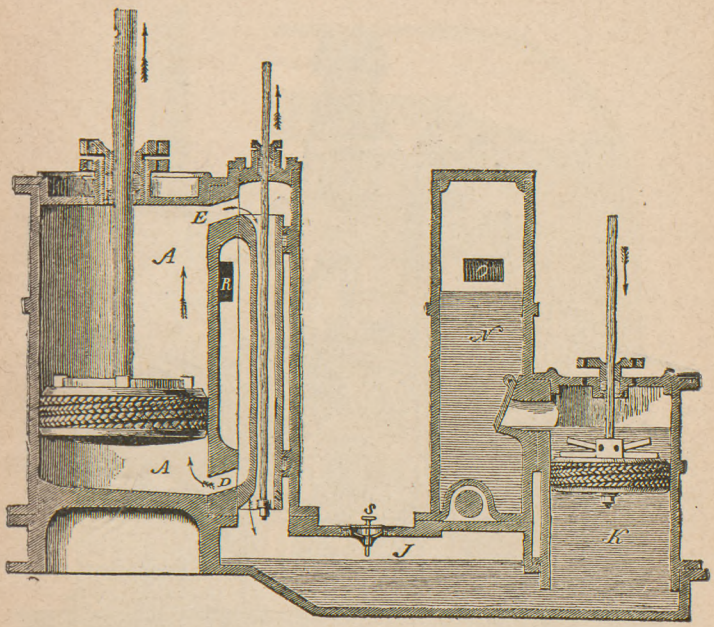


Fig. 325.

Drąg korbowy *P* łączy końce obu wahaczów z kolanem wału *f*; *e* mimośród poruszający suwak zrównoważony za pomocą przeciwwagi *d*; *q* drążek służący do zmiany kierunku ruchu. Urządzenie mimośrodu podane było na Fig. 264.

19. Fig. 326 i 327 przedstawiają maszynę parową o dwóch wahających się cylindrach parowych, przeznaczoną również do poruszania kół łopatkowych. Jest to znów maszyna bliźniacza ze wspólnym skraplaczem i pompą powietrzną. Para dopływa do cylindrów przez ich czopy wewnątrz puste, w które wstawione są rury parowe *a*, *a*, uszczelnione za pomocą dławnic.

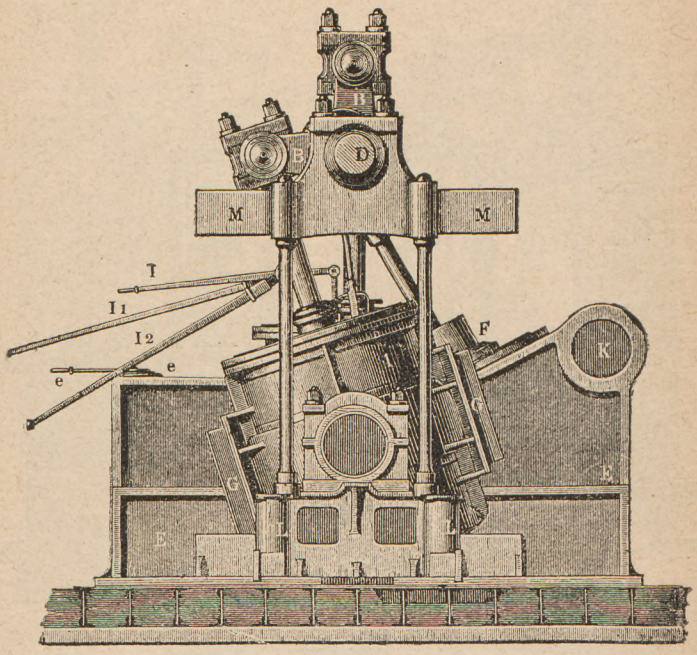


Fig. 326.

Wał składa się z trzech części; dwie boczne mają po jednem kolanie i są złączone za pomocą kolana środkowego, nasadzonego na czopy obu części bocznych z pewną grą, niezbędną do poddawania się wału w razie przegięć samego statku, powstających wskutek pewnej sprężystości jego szkieletu. Każdy cylinder posiada po dwa suwaki umieszczone na nim przeciwlegle w oddzielnych skrzynkach parowych, w celu zrównoważenia obu połów cylindra.

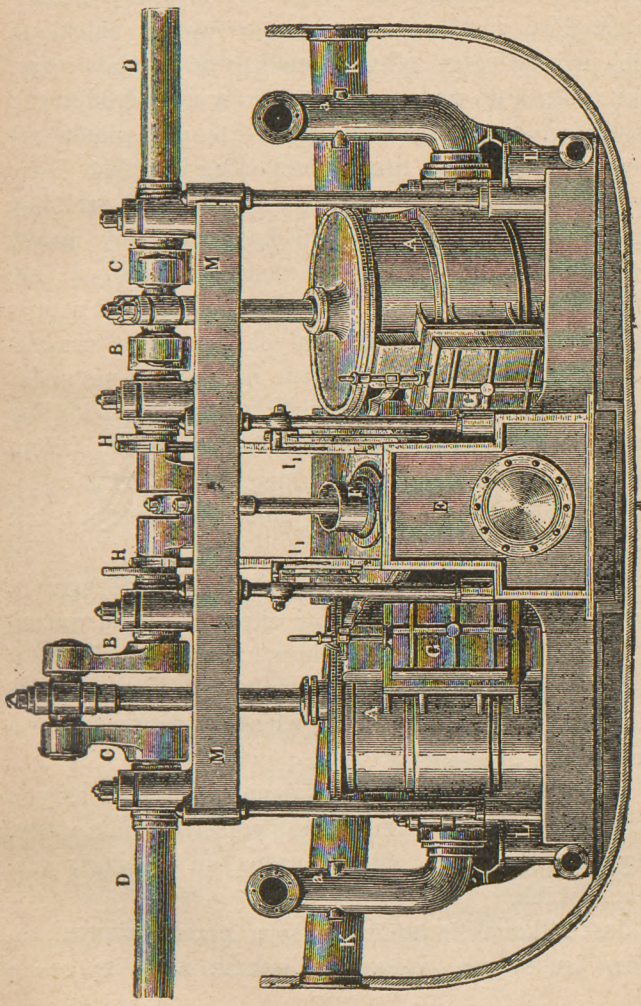


Fig. 327.

Każdy suwak otrzymuje ruch od oddzielnego mimośrodu *H*. Przy zastosowaniu jednego suwaka należy na stronie przeciwległej cylindra umocować przeciwciężar. Drążki *I*, służą do rozłączania drążków mimośrodowych od suwaków, drążki zaś I_2 do ręcznego nastawiania suwaków. Mimośrody są urządzone podług Fig. 264. Rury odpływowe od pompy powietrznej są znacznej średnicy i wznoszą się w kierunku wylotu ku górze, aby mogły łatwo odprowadzać nie tylko wodę skraplającą, ale i wciągane z nią powietrze. *L*, *L*, *L*, *L* są cztery pompy wodne poruszane za pomocą małych wahaczów osadzonych na czopach cylindrów (czego na rysunku nie podano), dwie z nich służą jako pompy zasilające do kotłów parowych, a dwie drugie do osuszania dna statku. Osiem słupków z żelaza kutego łączą ramę, podtrzymującą łożyska wału z podstawą maszyny złożoną z szeregu belek dwuteowych.

20. Maszyny parowe, przeznaczone do poruszania śruby wodnej, muszą odpowiadać zupełnie innym warunkom, albowiem wał śruby idzie w kierunku podłużnym statku, leży znacznie niżej od wału kół łopatkowych, a nadto musi robić 5 do 10 razy więcej obrotów (120 do 400 na minutę).

Prócz tego w statkach wojennych cała maszyna wraz z kotłem musi się znajdować poniżej poziomu wody, aby była, o ile można zabezpieczoną od pocisków nieprzyjacielskich.

Jest kilkanaście typów maszyn przeznaczonych do statków śrubowych, wszystkie jednak mają tę cechę

wspólną, że są bliźniaczemi lub sprzężonemi, z rozdziałem pary, dokonywanym prawie zawsze za pomocą kulis.

Maszyny te bywają z wahaczami lub o działaniu bezpośredniem, a w takim razie zazwyczaj z drągami korbowymi odwróconymi, w celu oszczędzenia miejsca.

Na Fig. 328 i 329 widzimy maszynę z trzonem tłokowym wewnątrz pustym. W cylindrze parowym *A* porusza się tłok z trzonem pustym *B*, z którego środka wychodzący drąg korbowy *C* obraca kolano *D* wału śrubowego *E*. Rura *H* odprowadza parę zużytą z cylindra do

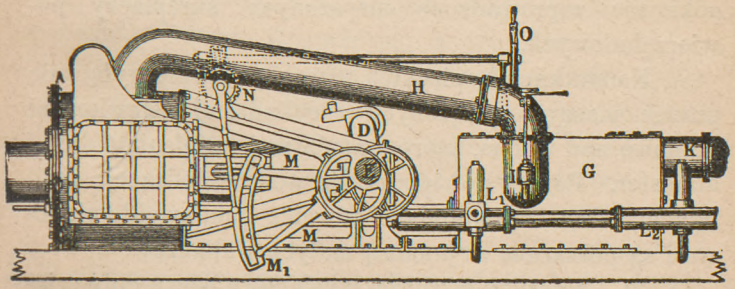


Fig. 328.

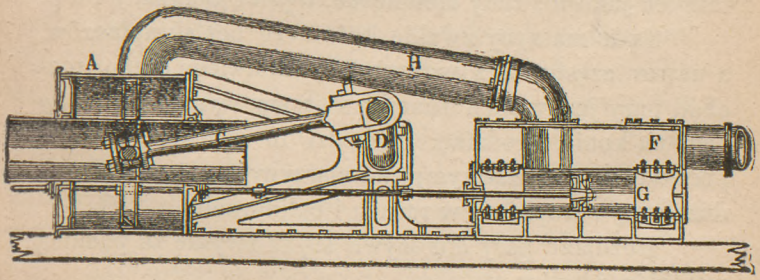


Fig. 329.

skraplacza F, zkąd pompa powietrzna G wyprowadza ją wraz z wodą skraplającą przez K na zewnątrz, I kurek wodny; L_1 pompa zasilająca, L_2 pompa osuszająca statek od wody przeciekającej.

Wszystkie trzy pompy mają trzony tłokowe złączone wprost z tłokiem cylindra parowego. Kulisę M, można nastawiać za pomocą kół zębatych N i kółka ręcznego O.

Maszyny Woolfa, szczególnie sprzężone o dwóch, lub trzech cylindrach zajmowały zbyt wiele miejsca, dopóki nie zaprowadzono ulepszonych skraplaczy powierzchniowych.

Na statkach kupieckich używają obecnie wyłącznie prawie maszyn sprzężonych z cylindrami ustawionemi pionowo nad wałem, które pracują przy ciśnieniu 6 do 10 atmosfer. Pompy powietrzne, do wody chłodzącej, zasilającej, oraz odwadniające również stoją zwykle pionowo i są poruszane za pomocą małych wahaczów.

21. Maszyny górnicze wyciągowe służą do wyciągania z kopalni na powierzchnię ziemi produktów mineralnych jako to: rudy metaliczne, węgiel kamienny i t. p.

Są to maszyny zwykle bliźniacze bez skraplaczów, a nawet często i bez rozprężania, skutkiem czego rozchód pary jest w nich znaczny i często wynosi po 30 *kg* pary na konia i godzinę; pochodzi to w znacznym stopniu od częstych zatrzymywań maszyny, podczas których dużo pary skrapla się w rurach i cylindrach.

Rozdział pary dokonywa się tu zwykle za pomocą wentylów i kulisy.

Maszyny górnicze tem się różnią od zwykłych, że

zamiast koła zamachowego, mają po dwa bębny do nawijania lin, na których wiszą klatki żelazne, służące do ustawienia wózków z rudą lub ludzi.

Liny są nawinięte na bębny w kierunkach odwrotnych, wskutek czego, gdy jedna lina się odwija i opuszcza na dół klatkę z wózkami próżnemi, wówczas druga nawija się i podnosi takąż klatkę z wózkami ładownemi. W ten sposób ciężar klatek i wózków równoważy się, a praca maszyny zużywa się tylko na pracę użyteczną i na przezwyciężenie tarcia. Po odbyciu każdej drogi potrzeba maszynę zatrzymać, dopóki na górze nie zamienią wózków ładownych próżnemi, a na dole odwrotnie. Z tego powodu maszyny górnicze muszą posiadać przyrząd zwrotny również doskonały, jak parowozy lub statki parowe. Obsługa maszyn górniczych jest bardzo trudną i może być powierzaną jedynie ludziom pewnym i doświadczonym.

Niekiedy bębny linowe nie są osadzone wprost na wale maszyny, lecz otrzymują od niego ruch przez pośrednictwo kół zębatych, co zdarza się w tych razach, gdy klatki muszą się wolniej poruszać od samej maszyny, szczególnie przy nieznacznej wysokości podnoszenia. Liny bywają z drutu żelaznego, stalowego, konopne, lub nareszcie z włókien aloesowych. Zwykle skręcane okrągło, niekiedy jednak bywają splatane płasko: pierwsze nawijają się na bęben, raz koło razu po linii śrubowej, drugie zaś — jeden zwój na drugi, i dla tego nadają się tylko do niewielkich wysokości.

Małe maszyny wyciągowe, używane do podnoszenia ciężarów na niewielkie wysokości, mają zwykle tylko je-

den bęben, opuszczanie odbywa się z hamowaniem. W podobny sposób są urządzone krany (dźwignie) parowe.

Bywają jednak i takie maszyny parowe wyciągowe, w których jeden skok tłoka nie wielki, lecz silny, przez pośrednictwo odwrotnie działającego wielokrążka podnosi mniejsze ciężary na znaczną wysokość.

22. Maszyny górnicze odwadniające bywają pojedynczego działania, gdyż w nich praca pary lepiej równoważy się z oporami, jakie musi przezwyciężać ze względu na długi i ciężki trzon, niż w maszynach działających obustronnie.

Jedną z tego rodzaju maszyn, zwanych Kornwalijskiemi, widzimy na Fig. 330 do 332.

Maszyny te pracują pod ciśnieniem pary od 2 do 5 *atm.* przy zastosowaniu znacznego rozprężenia, a zwykle i skraplania pary. Rozprężanie pary przedstawia w tym razie korzyść podwójną, nie tylko bowiem rozchód jej jest mniejszym, wskutek lepszego wyzyskiwania pracy; ale nadto przy końcu skoku tłoka szybkość maleje znacznie i przez to unika się straty pracy, oraz szkodliwych wstrząśnień.

Cylinder parowy *A* jest przymocowany do silnego i ciężkiego fundamentu. (Wymiary cylindrów bywają: średnica od 0,5 do 3 *m.*, a skok tłoka od 1 do 4 *m.*). Trzon tłokowy *B* działa tu za pośrednictwem równoległoboku na koniec wahacza *C*. Oś obrotu wahacza *D* spoczywa na grubym murze, związanym z resztą budynku za pomocą belek, do których są przymocowane drążki kierownicze równoległoboku. *F* jest końcem górnym trzona pompy, sięgającego aż do dna kopalni, trzon ten składa się

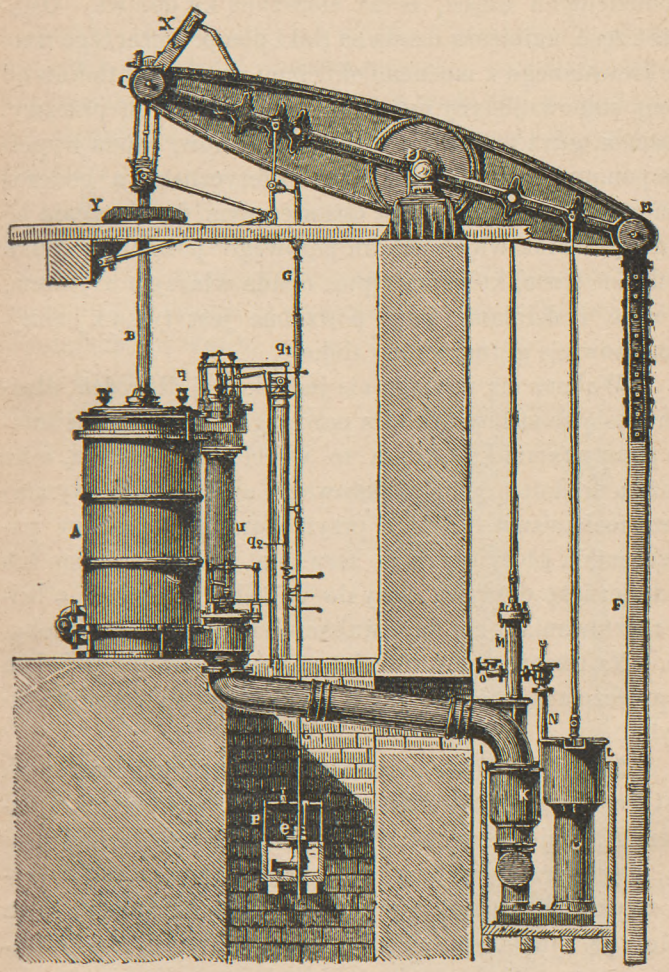


Fig. 330.

z oddzielnych części, coraz cieńszych ku dołowi. Ostatnia część, najniższa działa na tłoki pomp. Ciężar tego trzona drewnianego z mocnemi okuciami oraz ciężar tłoków od pomp stanowi jedyny opór, jaki maszyna ma do przezwyciężenia, gdyż podczas podnoszenia tłoków, woda wypełnia pompy, pod ciśnieniem atmosferycznem, a podczas opadania ciężar trzona jest dostatecznym do tłoczenia jej w górę. Tłok więc cylindra parowego potrzebuje tylko podnosić trzon, który następnie opada własnym ciężarem, a więc i działanie pary potrzebne jest tylko z jednej, a mianowicie górnej strony tłoka.

Wahacz ma ramiona nie jednakowej długości: dłuższe ramię ze strony cylindra parowego, ze strony zaś trzona pompy ramię krótsze, a to w celu zmniejszenia, o ile można, średnicy cylindra parowego oraz innych wymiarów mechanizmu. Nad *C* przymocowuje się mocny poprzeczniak, który w razie zerwania się trzona pomp lub nadmiernego dopływu pary do cylindra, opiera się o belki rusztowania, i nie daje wahaczowi zbytnio się przechylić. Na trzonie pomp również są przymocowane podobne poprzeczniaki, któremi trzon zawisł by na rusztowaniu szybu.

23. Do krótszego ramienia wahacza przyczepionym jest trzon pompy powietrznej *L*, która wraz ze skraplaczem *K*, znajduje się we wspólnej kadzi napełnionej wodą, ciągle przepływającą. Wody wypompowywanej z szybu zwykle nie można używać odrazu do skraplania, lecz należy ją wprzód spuścić do sadzawki, aby się tam odstała z mętów. Wodę ciepłą ze skraplacza, o ile nie została zużytą na zasilenie kotła, można znów odprowadzać do

sadzawki, aby ostygła i tak ciągle. Niekiedy do studzenia wody skroplonej (kondensacyjnej) urządzają tężnie, czyli ściany z chrustu, po których woda, ściekając powolnie, stygnie od zetknięcia z powietrzem, oraz wskutek parowania.

M jest pompa zasilająca, *N* rura ssąca, *O* wentyl tłoczący. U wielu maszyn kornwalijskich, tak główny trzon *F*, jak i trzony pomp pomocniczych, zamiast bezpośrednio na wahaczu, są zawieszone za pośrednictwem równoległoboku Watta.

Rozdział pary Fig. 331 i 332) odbywa się za pomocą czterech wentylów, o siedliskach podwójnych w sposób następujący: Para świeża wchodzi otworem *z* do wentyla regulacyjnego *Q*, który za pomocą drążka *b c* i pręta *b d* ze śrubą na końcu dolnym *d* może być dowolnie otwierany, lub przymykany, zależnie od pracy maszyny i ciśnienia pary w kotle.

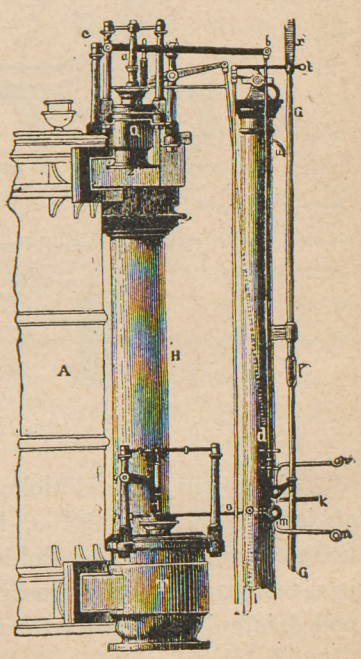


Fig. 331.

Ztąd para przechodzi do sąsiedniego wentyla *R*, który za pomocą przyrządu drążkowego otwiera się w początku sko-

ku na dół i zamyka w chwili, gdy ma się zacząć rozprężanie pary. W tem położeniu pozostaje on przez cały czas części skoku, odpowiadającej rozprężenia pary, oraz całego skoku powrotnego ku górze.

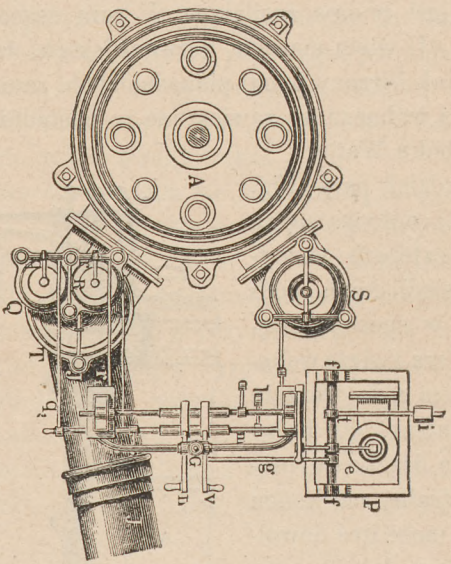


Fig. 332.

W chwili dojścia tłoka do położenia najniższego otwiera się trzeci wentyl *s*, łączący przestrzeń nad tłokiem z przestrzenią pod tłokiem, wskutek czego następuje równowaga ciśnień i maszyna odbywa ruch powrotny pod działaniem ciężaru trzona pompy szybowej.

Z dolnej części cylindra para przechodzi do skraplacza czwartym wentylem *T*, który pozostaje otwartym

przez czas ruchu tłoka z góry na dół, oraz pauzy, przez którą tłok zatrzymuje się w swem położeniu najwyższem.

Przyrząd drążkowy, służący do otwierania i zamykania wentylów, ma tak wiele części składowych, że opis ich zajął by zbyt wiele miejsca, i dla tego musimy go opuścić, nadmieniając tylko ogólnie, że do wprawiania go w ruch służy pręt *G G* przyczepiony do równoległoboku.

Ponieważ ilość wody, jaką należy wypompowywać z kopalni ulega znacznym zmianom, praca maszyny zostaje w zależności od długości przerw czyli pauz, między dwoma następującemi po sobie skokami odpowiednio do wahań. Do miarkowania tych pauz służy przyrząd w rodzaju pompki, zwany kataraktą.

W pompce tej wypływ wody dokonywa się tylko pod ciśnieniem opadającego własnym ciężarem tłoka, przez pośrednictwo odpowiednio nastawianego kurka. Im kurek jest szerzej otwarty, tem woda szybciej wypływa z katarakty i prędzej zaczyna się przypływ pary do cylindra maszyny parowej, która w skutek tego wykonywa więcej skoków na godzinę, w rezultacie więcej wypompowywa wody.

24. W nowszych czasach zaczęto z dobrym skutkiem budować do pomp górniczych maszyny parowe, działające bezpośrednio na tłok pompy bez skraplania pary pod ciśnieniem od $2^3/_4$ do 4 *atm.* (Fig. 333 i 334).

Cylinder parowy *A* dnem swojem *D* spoczywa na dwóch mocnych belkach żelaznych *E E*, wpuszczonych w obmurowanie szybu. Na trzonie *C* tłoka parowego zawieszony jest bezpośrednio trzon *F* pompy. U spodu cylindra znajdują się trzy wentyle: regulacyjny *G*, wpustowy *H* i wylotowy *I*, przez który para zużyta wychodzi

rurą K przez podgrzewacz w powietrze. Na czopach c za pomocą wieszadeł l zawieszony jest wahacz M, mający stały punkt obrotu w n, służący do poruszania pompy zasilającej O, oraz pręta N, poruszającego przyrząd rozdzielczy. Na tym pręcie są przymocowane palce p i q, które zaczepiają za drążki P i Q, połączone z wentylami parowemi. Maszyny takie robią się często z rozprężaniem, odcinając dopływ pary na $^1/_2$ do $^3/_4$ skoku tłoka. W rurze wylotowej K bywa pomieszczona klapa do tamowania odpływu pary, aby w ten sposób zapobiedz w razie potrzeby zbyt szybkiemu opadaniu trzona. Skraplanie pary może być także zastosowanem do tych maszyn.

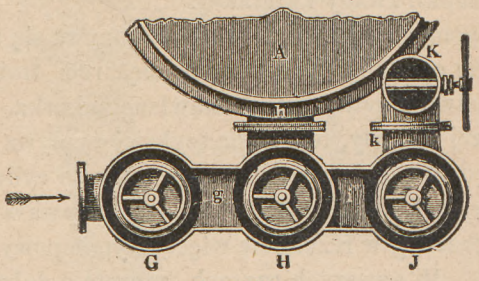


Fig. 333.

Podobne maszyny mniejszych wymiarów, ustawione wprost nad studnią, są najodpowiedniejszemi do zaopatrywania w wodę większych fabryk parowych jak np. wielkich pieców lub walcowni.

25. Do celu powyższego mogą być stosowane również i maszyny Woolfa z wałem obrotowym, które są tak udoskonalone, że można zmieniać szybkość ich biegu w bardzo rozległych granicach i w ten sposób przystoso-

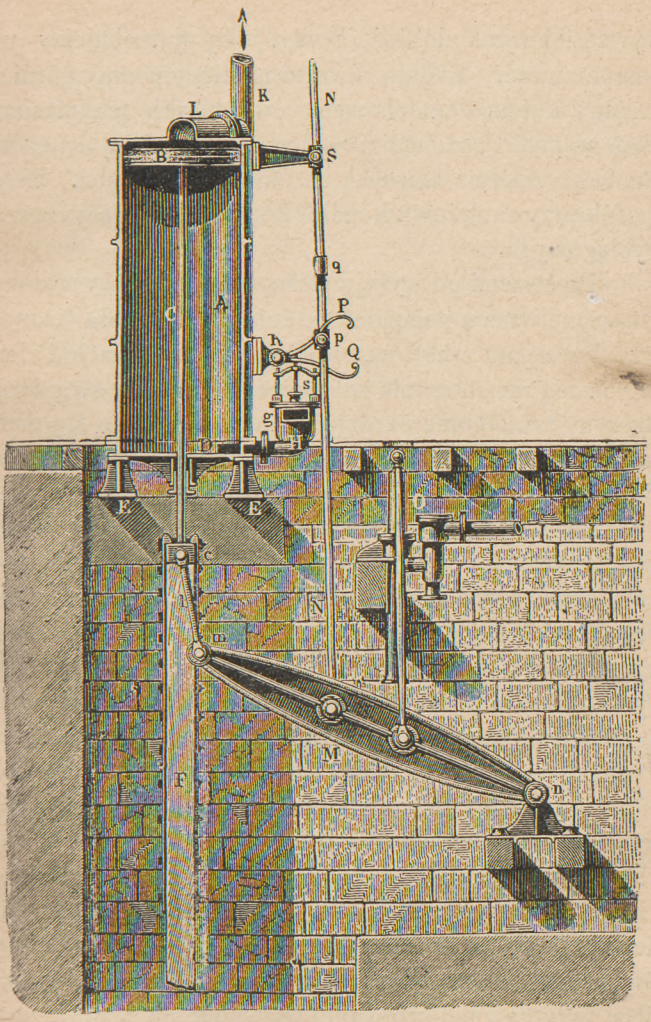


Fig. 334.

wywać ich pracę do ilości wody, jaką potrzebujemy wypompowywać. Budują również niekiedy pompy górnicze leżące z kołem zamachowem, od których przeniesienie idzie najprzód poziomo, a następnie za pomocą drąga kolanowego zmienia kierunek na pionowy do szybu. W ten sposób przy zatopieniu kopalni korzystają z pracy maszyn wyciągowych.

Prostszemi od wyżej opisanych są maszyny poziome, ustawione wraz z pompami na dnie kopalni, do których przypływa para z kotłów, stojących na powierzchni ziemi za pomocą rur starannie zabezpieczonych od stygnięcia. Maszyny takie coraz bardziej rozpowszechniają się pomimo tego, że rozchód pary zwykle bywa w nich większy niż w poprzednich.

26. Wielkie maszyny miechowe, używane w hutach żelaznych do wielkich pieców i bessemerowni, miewają przeważnie bezpośrednie połączenie tłoka parowego z tłokiem pompy powietrznej, stanowiącej zazwyczaj cylinder, ustawiony w jednej osi z cylindrem parowym. Do wielkich pieców zastosowują jeszcze maszyny z cylindrami parowymi i powietrznymi, ustawionymi obok i zczepionymi za pomocą wahacza. Jak pierwsze tak i drugie maszyny potrzebują kół zamachowych, w cylindrach bowiem parowych największe ciśnienie na tłok bywa na początku skoku, gdy przeciwnie w cylindrach powietrznych największe ściskanie, a więc i opór bywa dopiero przy końcu skoku. Nierówności te więc musi wyrównać koło zamachowe. Gazy wychodzące z wielkiego pieca były dawniej używane wyłącznie do wytwarzania pary do pomp powietrznych, nie było więc potrzeby ra-

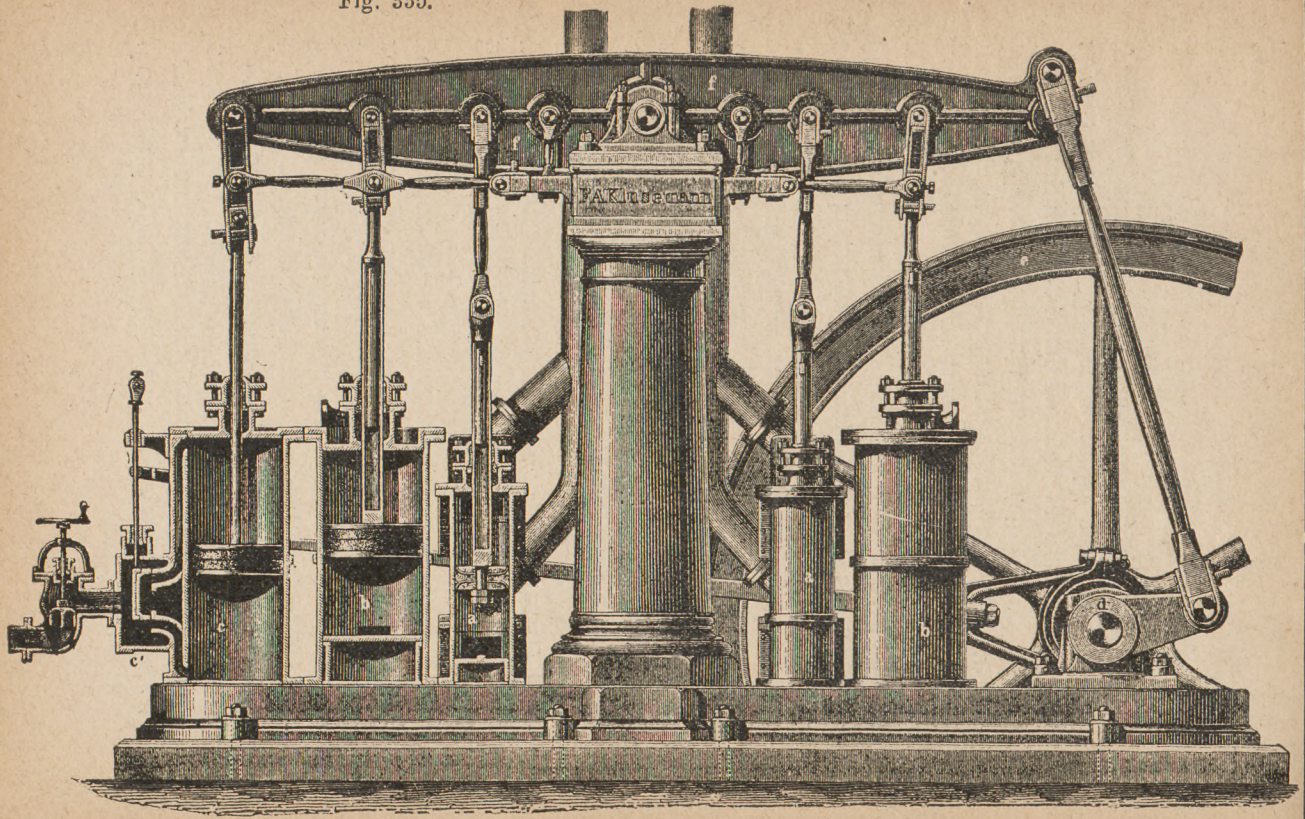
chowania się z rozchodem pary. Obecnie jednak, gazy te muszą poprzednio podgrzewać do 500° powietrze, doprowadzane do wielkich pieców, nie wystarcza ich już przeto do wytwarzania potrzebnej ilości pary i zachodzi potrzeba używania opału dodatkowego. Zwykle znajdują tu zastosowanie maszyny Woolfa lub sprzężone ze znacznem rozprężaniem i skraplaniem pary. Powinny być urządzone do szybkiego zatrzymywania, aby w razie zepsucia się pompy nie spowodowały większych uszkodzeń.

27. Fig. 335 przedstawia maszynę powietrzną z wahaczem, zastosowaną do rafineryi cukru. Cylinder parowy *c*, pracujący bez skraplania, porusza cztery pompy powietrzne *a a b b* oraz wał *d* z kołem rozpędowem *e* i mimośrodem, wprawiającym w ruch suwak *c'*. Połączenie trzonów z wahaczem dokonane tu jest za pomocą równoległoboku, różniącego się od Wattowskiego tem, że pręt kierowniczy ma punkt przyczepienia w bliskości osi obrotu wahacza, można więc go było umieścić na słupie, podtrzymującym łożyska wahacza.

Czop drąga korbowego umieszczono w zakrzywionym do góry końcu wahacza w tym celu, aby nie przedłużając zbytnio wahacza, otrzymać linię łączącą środek tego czopa ze środkiem wału korbowego prostopadłą do linii łączącej środek tego samego czopa ze środkiem osi wahacza, przy jego średniem położeniu, a to celem możliwego zmniejszenia ciśnienia na czopy.

Trzony tłokowe pomp pokryte są warstwą bronzu, aby nie rdzewiały. Wszystkie części maszyny, oprócz tylnego łożyska, za kołem zamachowem, są przymocowa-

Fig. 335.



ne do jednej wspólnej płyty fundamentowej, spoczywającej na mocnym fundamencie i utrzymywanej kotwami.

28. Maszyny parowe, służące do walcowania kruszców, mają pracę zmienną, podobnie jak maszyny wyciągowe. Niekiedy maszyny te muszą zmieniać kierunek ruchu, jak np. przy walcowniach blachy o dwóch walcach. W tym wypadku buduje się maszynę parową bliźniaczą z małem tylko kołem zamachowem, albo zupełnie bez niego, ale wówczas daje się zastosować tylko bardzo małe rozprężanie pary, albo całkiem trzeba go się wyrzec.

Chcąc ograniczyć koszty walcowania, należy między innemi starać się o oszczędne zużywanie pary; a ponieważ osięgnąć to można tylko przez zastosowanie rozprężania pary z niezbędnem dla maszyny kołem zamachowem, uniemożliwiającem szybką zmianę kierunku ruchu, przeto coraz więcej rozpowszechniają się walcownie o trzech walcach, obracających się stale w jednym kierunku. Pomiędzy trzema walcami można walcować metale w obu kierunkach, przepuszczając raz pomiędzy walcem dolnym i średnim, a drugi raz (w kierunku odwrotnym), pomiędzy walcem średnim i górnym.

Wobec wielkich i szybkich zmian oporów pokonywanych przez te maszyny, obsługa ich staje się zbyt uciążliwą, gdy maszynista jest zmuszonym sam starać się o utrzymanie jednostajności biegu. W ostatnich zatem czasach zaczęto z dobrym skutkiem coraz więcej budować maszyny z subtelnym mechanizem rozdzielczym, miarkowanym przez regulator, maszyny takie niezależnie od

bardzo starannej obsługi, winny być zabezpieczone od kurzu i w tym celu bywają osłonięte budkami ze wszech stron oszklonemi.

29. Wybitny przykład maszyny roboczej, stanowiącej jedną całość z silnicą przedstawia młot parowy. Do tej samej kategoryi należy zaliczyć tartak parowy, nożyce parowe, gniotowniki parowe i maszynę parową do nitowania, których jednak szczegółowo nie możemy opisywać.

Mały młot parowy Nasmyth'a widzimy na Fig. 336, gdzie *A* jest baba z żelaza lanego, ze wstawionym młotem stalowym *B*, *C* kowadło, osadzone w ciężkiej podstawie *D* z żelaza lanego, spoczywającej na kilku krzyżujących się warstwach belek drewniannych, w młotach zaś mniejszych na fundamencie ubitym z popiołu, w mocnem obmurowaniu. Na stalugach *E E*, mających prowadniki pionowe *F F*, po których suwa się baba *A*; umocowany jest cylinder parowy *G*, z którego wychodzi trzon tłokowy *H*, z zawieszoną na końcu babą *A*.

Działanie młota dokonywa się w następujący sposób: najprzód otwiera się dopływ pary świeżej pod tłok, który para ciśnieniem swem podnosi do góry wraz z babą i młotem; gdy następnie wypuścimy parę z cylindra, baba ciężarem własnym opada i z siłą uderza młotem w przedmiot obrabiany, położony na kowadle.

Ponieważ para działa tylko na jedną stronę tłoka, przeto młoty takie nazywają się o d z i a ł a n i u p o j e d y ń c z e m.

30. Rozdział pary odbywa się w sposób następujący: W skrzynce parowej *I* znajduje się suwak I^1 (Fig.

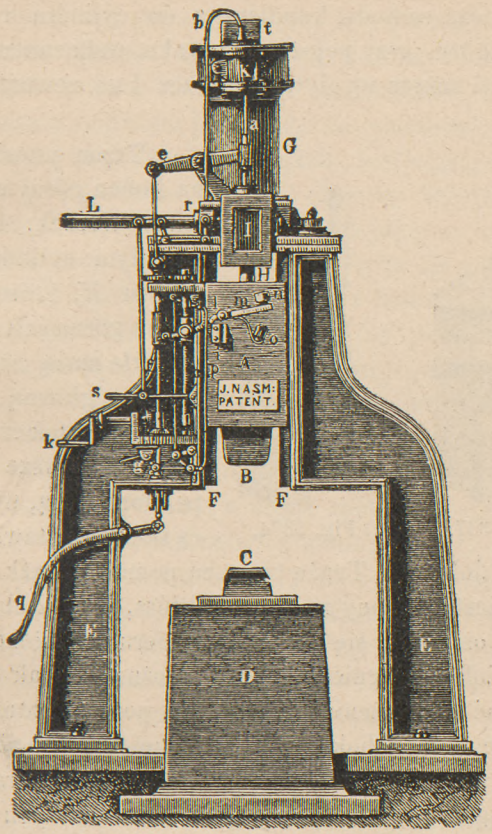


Fig. 336.

337 i 337*a*), pod którym znajdują się dwa okna od kanału *c*, prowadzącego do cylindra parowego pod tłok, i od kanału *d*, odprowadzającego parę na zewnątrz. Gdy suwak zajmuje położenie, wskazane na Fig. 337*a*, wówczas

para świeża wchodzi kanałem *c* do cylindra i podnosi tłok do góry; przy położeniu suwaka, wskazanem na Fig. 337, para zużyta wypływa z *c* przez *d* na zewnątrz i tłok opada.

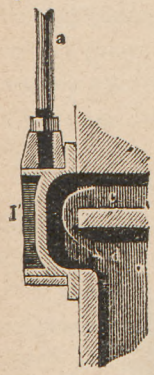


Fig. 337.

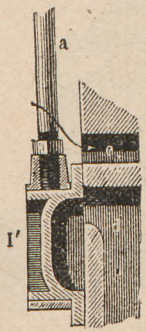


Fig. 337*a*.

Trzon suwakowy ma na końcu górnym umocowany tłoczek, chodzący w małym cylinderku parowym *K*, którego przestrzeń górna jest połączona stale małą rurką miedzianą z główną rurą parową, wskutek czego przestrzeń ta zawsze jest napełniona parą, utrzymującą tłoczek i stawidło w położeniu dolnem. Tenże trzon za pomocą drążka *e* i wieszadła jest złączony ze śrubą *f*, która, oprócz obrotu około swej osi, może się podnosić w kierunku pionowym ku górze, dokąd ciągnie ją tłoczek, można jednak tę śrubę utrzymać w położeniu dolnem za pomoca zatrzasku kolankowego *g*. Obok śruby *f* jest umieszczoną równolegle do niej druga śruba *h*, mogąca się również obracać, ale nie mająca ruchów pionowych. Na obu tych śrubach znajdują się mutry z czopami, na których jest osadzony drążek z ramieniem wystającem w stronę baby, z przymocowanym na jej boku palcem *i*. Gdy podczas wznoszenia się młota ku górze, palec ten dojdzie do wspomnianego drążka, wówczas, napierając na niego, przesunie śrubę *f* ku dołowi i zamknie na zatrzask *g*. Wskutek tego

drążek *e* podniesie suwak i otworzy wypływ pary, a zatem młot zacznie opadać. Za pomocą korbki *k* i kół zębatych można obracać obie śruby współcześnie, i przez to mutry wraz z drążkiem podnosić, lub opuszczać. Im wyżej będzie się znajdować ów drążek, tem wyżej musi się podnieść baba, zanim palec *i* otworzy wypływ pary, a więc tem silniejszemi będą uderzenia jej przy opadaniu.

Otwieranie dopływu pary dokonywa się również samodzielnie w sposób następujący: Na babie *A* jest przymocowany drążek nierównoramienny *l m*, podparty sprężynką, utrzymującą dłuższe jego ramię w położeniu najwyższem. Guziki *n*, *o* służą do ograniczenia ruchów drążka. Przy opadaniu baby spada razem z nią drążek *l m*, w chwili jednak gdy młot, dosięgnąwszy przedmiotu odkuwanego, zatrzyma się w biegu, ramię dłuższe drążka, pod wpływem prędkości nabytej opadnie niżej, a wskutek tego ramię krótsze wysunie się w bok i naciśnie na pręt pionowy *p*, złączony z zatrzaskiem *g*, który puści śrubę *f* do góry i w ten sposób otworzy dopływ pary pod tłok. Zauważyć należy, że nastąpi to zawsze w chwili, gdy młot dosięgnie przedmiotu odkuwanego, niezależnie od grubości tego przedmiotu.

Drążek *q* służy do ręcznego wprawiania w ruch młota. Do nastawienia młota w stan spoczynku należy drążkiem ręcznym *g* podnieść tłoczek suwakowy ku górze, skutkiem czego młot musi opaść i zahaczyć śrubę *f* zatrzaskiem *g*.

Drążek *s* służy do nastawiania klapy *r*, umieszczonej w rurze dopływowej *L* i służącej do miarkowania dopływu pary.

31. Siła uderzenia młota może być znacznie większą w tym razie, gdy przy spadku oprócz ciężaru baby, działać będzie jeszcze i ciśnienie pary z góry na tłok.

Urządzenie podobne objaśniają Fig. 338 do 340. Obok zwykłej skrzynki parowej *s* znajduje się druga *M*

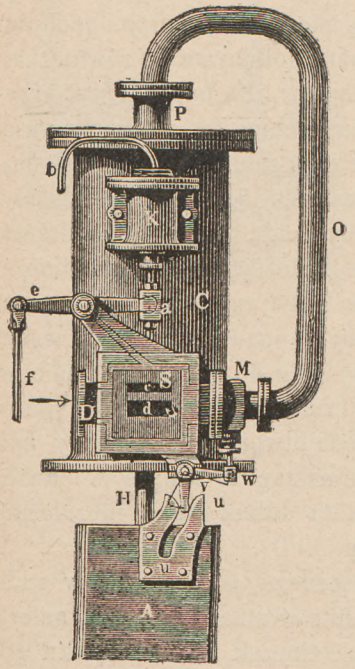


Fig. 338.

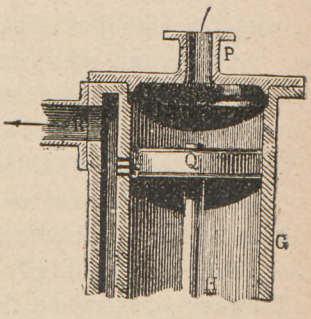


Fig. 339.

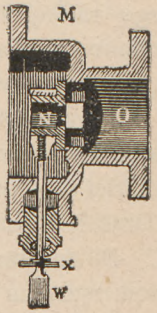


Fig. 340.

z suwakiem *N*, wpuszczającym parę do rury miedzianej *O*, złączonej z dnem górnym *P* cylindra. Gdy baba *A* podchodzi do swego położenia najwyższego, wówczas

przymocowane do niej widełki *u* odchylają drążek kolankowy *v*, złączony z trzonem *W* suwaka *N*, i w ten sposób otwierają dopływ pary świeżej nad tłok, nadając mu odrazu znaczne przyśpieszenie. Przy opadaniu widełki *v* zamykają znów suwak *N*, który utrzymuje się w tem położeniu pod naciskiem sprężynki podpierającej ramię drążka *v W*. Po opadnięciu tłoka *Q* do położenia wskazanego na Fig. 339, odsłaniają się małe otworki *y*, prowadzące do kanału wylotowego *R*, któremi uchodzi para z przestrzeni nad tłokiem,

Ten krótki impuls udzielony tłokowi przez parę jest dostatecznym do nadania mu znacznej szybkości i dalszy jej przypływ jest już zbytecznym. Temiż samemi otworkami *y* podczas ruchu tłoka ku górze wypływa z cylindra powietrze, jakie do niego wcisnąć się mogło.

Podobne otworki znajdują i w górnej części cylindra parowego, poprzednio opisanego młota (Fig. 336) w miejscu połączenia jego z rurą wylotową.

Zastosowanie młotów parowych z górnym dopływem pary jest bardzo korzystnem, gdyż nawet młoty stosunkowo małe i lekkie mogą pracować szybko i z wielką siłą. Potrzeba odkuwania coraz większych i cięższych bloków żelaza i stali wywołała budowę bardzo ciężkich młotów, które obecnie dochodzą do wymiarów prawdziwie olbrzymich. Największy młot, ważący wraz z babą, trzonem i tłokiem parowym 50 tonn posiada stalownia Kruppa w Essen.

ROZDZIAŁ XX.
Części składowe maszyn parowych.

1. W tym rozdziale rozpatrzymy ważniejsze okoliczności, jakie należy mieć na uwadze, chcąc ocenić czy części składowe maszyn parowych zostały zbudowane odpowiednio do swego przeznaczenia.

Przy rozpatrywaniu tem przyjmiemy podział następujący:

a) przewody parowe,
b) cylindry parowe,
c) tłoki,
d) trzony korbowe,
e) wały korbowe i łożyska,
f) wahacze,
g) równoleżniki,
h) koła zamachowe,
i) skraplacze z pompami,
k) regulatory,
l) przyrządy smarne do cylindrów,
m) fundamenty.

a) Przewody parowe.

2. Przewody parowe układają się zwykle z rur żelaznych lanych z obrzeżami toczonemi. Nietoczone bowiem tak trudno jest uszczelnić, że koszt obtoczenia nie ma znaczenia wobec straty pary i niedogodności stąd wynikających.

Szczegółowe wymiary rur stosują się zwykle do podanych w tablicy poniższej, i przyjętych przez stowarzyszenia inżynierów niemieckich, oraz zakładów gazowych i wodociągowych.

Tablica normalnych wymiarów rur z żelaza lanego z obrzeżami.

Rury		OBRZEŻA							Waga		
					śruby		występ uszczelniający				
średnica w świetle	długość	średnica	grubość	średnica rozstawienia śrub	liczba	grubość	szerokość	wysokość	obrzeża	rury obtoczonej	długość szyjek w kołnikach i krzyżulcach
m m	m	m m	m m	m m		cali ang.	m m	m m	kg	m m	m m
40	2	140	18	110	4	1/2	25	3	2,0	21,5	140
50	—	160	—	125	—	5/8	—	—	2,2	25,5	150
60	—	175	19	135	—	—	—	—	2,7	32,0	160
70	3	185	—	145	—	—	—	—	2,9	51,4	170
80	—	200	20	160	—	—	—	—	3,5	61,7	180
90	—	215	—	170	—	—	—	—	4,0	68,8	190
100	—	230	—	180	—	3/4	28	—	4,4	76,0	200
125	—	260	21	210	—	—	—	—	5,6	98,0	225
150	—	290	22	240	6	—	—	—	6,9	122	250
175	—	320	—	270	—	—	30	—	8,0	149	275
200	—	350	23	300	—	—	—	—	9,6	178	300
225	—	370	—	320	—	—	—	—	9,9	206	325
250	—	400	24	350	8	—	—	—	11,6	238	350
275	—	425	25	375	—	—	—	—	12,9	273	375
300	—	450	—	400	—	—	—	—	13,7	306	400
325	—	490	26	435	10	7/8	35	4	17,2	343	425
350	—	520	—	465	—	—	—	—	18,9	376	450
375	—	550	27	495	—	—	—	—	21,5	415	475
400	—	575	—	520	—	—	—	—	22,6	456	500
425	—	600	28	545	12	—	—	—	24,5	484	525
450	—	630	—	570	—	—	—	—	26,5	539	550
475	—	655	29	600	—	—	40	—	28,6	582	575
500	—	680	30	625	—	—	—	—	30,7	624	600
550	—	740	33	675	14	1	—	5	39,0	723	
600	—	790	—	725	16	—	—	—	42,0	813	
650	—	840	—	775	18	—	—	—	43,0	916	
700	—	900	—	830	—	—	—	—	50,0	1034	
750	—	950	—	880	20	—	—	—	53,0	1148	

Grubość ścianek w rurach zależy od ich średnicy, od ciśnienia pary, oraz od gatunku żelaza. Przy ciśnieniu pary, nie przekraczającem 7 *atm.* można przyjąć grubość ścian równą 9 *mm*, dodając po 1 *mm* na każde 50 *mm* średnicy, co można wyrazić wzorem.

$$S = \frac{D}{50} + 9mm$$

Rury z żelaza kutego są wprawdzie droższe od lanych, ale nie tak łatwo się łamią i z tego powodu w wielu razach otrzymują przed niemi pierwszeństwo. Przy małych średnicach można je łączyć na mufki gwintowane, podobnie jak rury gazowe; przy większych zaś średnicach nakręca się kołnierze gwintowane, lub przyszwejsowuje.

3. Do uszczelniania obrzeży toczonych używa się:

oleju lnianego zgęszczonego przez wygotowanie bez żadnych dodatków;

gęstego kitu minjowego, nałożonego cienką warstwą na powierzchnię pomiędzy śrubami a brzegiem otworu; na to układa się dwa do trzech zwojów szpagatu równego i następnie dociąga śrubami, przez co warstwa kitu wyrównywa się i zapełnia szczeliny.

Uszczelnienie to założone starannie jest bardzo trwałem. Zamiast szpagatu można używać krążków z siatki mosiężnej (po 10 drutów na centymetr), która daje uszczelnienie jeszcze trwalsze od poprzedniego, albo krążków, wyciętych z blachy ołowianej i posmarowanych z obu stron olejem lnianym, lub rzadkim kitem minjowym.

Pierścienie z drutu miedzianego 3 do 4 *mm* grubości, ułożone w odpowiednie żłobki na powierzchniach uszczelnianych, nadają się szczególnie przy ogrzewaniu parowem mieszkań, gdzie przykra woń kitu przypalonego nie pozwala na jego zastosowanie. Bardzo dogodnemi są pierścienie miedziane o przekrojach wskazanych na Fig. 341.

Krążki, lub pierścienie z kauczuku wulkanizowanego zalecają się trwałością, czystością i łatwością wymiany.

Kit znany pod nazwiskiem Mastyk Serbat (braunsztejnowy), twardnieje bardzo szybko pod działaniem gorąca, używa się podobnie jak kit minjowy albo na gęsto, albo rozcieńczony olejem lnianym.

Do rur wystawionych na działanie płomienia, doskonałym środkiem uszczelniającym, są soczewkowate pierścienie z miedzi, żelaza lub stali, wstawione pomiędzy końce rur, których otwory są również stożkowato wytoczone.

Po dokładnem dotarciu i skręceniu trzymają doskonale.

Trzeba o ile możności unikać nacinania gwintów w żelazie lanem, gdyż się łatwo wyłamują, jeżeli zaś konieczność zmusi do użycia tego sposobu przymocowania, wówczas należy postąpić, jak wskazuje Fig. 342, t. j. w otwór wygwintowany w żelazie lanem wkręcić śrubę nagwintowaną z obydwóch końców i do przymocowywania używać mutry nakręcanej z góry, aby w ten sposób

uniknąć częstego wykręcania samej śruby. Promień krzywizny rur i kolanek nie powinien być zbyt małym.

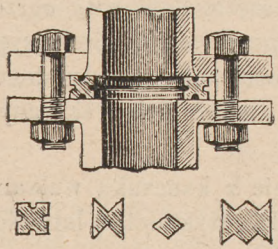


Fig. 341.

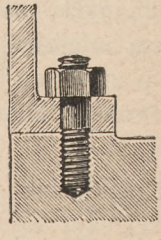


Fig. 342.

4. Przy długich przewodach rurowych należy uwzględnić wydłużanie się rur od ciepła, i zapobiedz złym następstwom, jakieby ztąd mogły wyniknąć. W tym celu urządza się tak zwane kompensatory, z których jeden jest podany na Fig. 343. Jest to dławnica utworzona w rozszerzeniu rury *a*, w którą wstawia się rurę drugą *b* i uszczelnia za pomocą pakunku, dociąganego dławnikiem *c*. Przy ogrzewaniu, gdy rury się wydłużają, rura *b* wsuwa się głębiej w rurę *a*; przy stygnięciu zaś wysuwa się z niej z powrotem. Rura *b* powinna być mosiężna lub miedziana, aby nie rdzewiała w miejscach zetknięcia z pakunkiem.

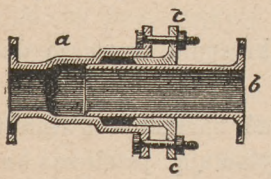


Fig. 343.

Często w przewodach rurowych można napotkać kołnierze poobrywane, czego zwykłym powodem bywa brak kompensatora.

Rury miedziane i ołowiane wydłużają się więcej, niż żelazne, można im jednak dawać takie wygięcia, które pozwalają na wydłużenie np. wstawiając w linię rur prostych jedną, wygiętą w pałąk (Fig. 345), albo dwie tarcze wypukłe w kształcie talerzy i znitowane jak widać na Fig. 345.

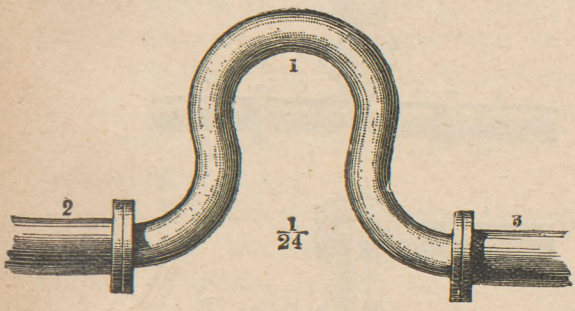


Fig. 344.

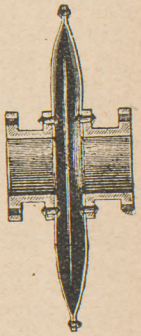


Fig. 345.

Dwa ostatnie kompensatory, oraz wszystkie zbudowane na tej zasadzie mają tę wadę, że wskutek swej giętkości poddają się rozpychającej sile pary, wskutek czego może nastąpić odłamanie kołnierzy; czemu właśnie przyrządy te miały zapobiegać. Niekiedy maszyniści ściągają je śrubami, aby uchronić od oberwania, ale wówczas nie mogą one już spełniać swego przeznaczenia.

Najpewniejszy sposób zabezpieczenia rur od złamania, polega na takiem umocowaniu każdej części rurociągu pomiędzy dwoma kompensatorami, aby nie mogły przesunąć się w jednym kierunku, jednak na tego rodzaju podporach lub wieszadłach, żeby mogły swobodnie się rozszerzać.

Fig. 346 i 346 *a* przedstawiają kompensator kolanowy. Dwie linie rur *A* i *C*, idące równolegle, zakończone są dławnicami *D*, *D* zwróconemi prostopadle do góry. W tych dławnicach jest osadzoną rura *B*, *B*

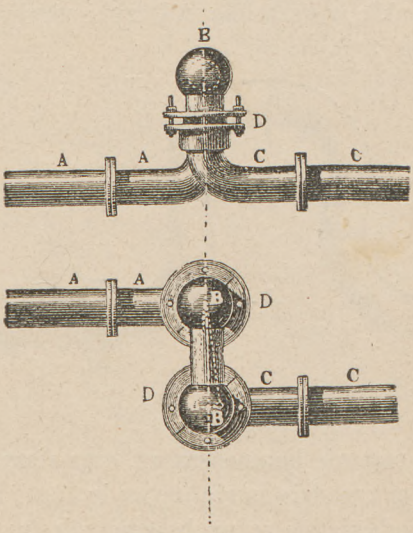


Fig. 346, 346 *a*.

o dwóch kolanach zagiętych równolegle na dół. Wskutek takiego urządzenia rura *C* może zmieniać swą długość względem rury *A*, przyczem kolanko *BB*, będzie przyjmować położenie wskazane liniami punktowanemi.

Krawędzie kolanek *BB* mają odgięte obrzeża, dławniki zaś składają się z dwóch połówek, aby je można było założyć na te obrzeża, które zapobiegają wypchnięciu kolanek ciśnieniem pary z dławnic.

Przy zastosowaniu kompensatorów należy szczególną uwagę zwrócić na dobre odprowadzenie wody skroplonej.

Pręt z żelaza lanego przez ogrzanie od 0^0 do 100^0 wydłuża się o $^1/_{901}$ swej długości pierwotnej (jaką miał przy 0^0), czyli że rurociąg mający przy temperaturze 0^0 długości 9,01 *m*. po napełnieniu go parą o temperaturze 100^0, wydłuży się o 1 *cm* i będzie długi na 9,02 *m*. Powyżej 100^0 żelazo lane wydłuża się więcej i tak np. przez ogrzanie do $145{,}4^0$ wydłuży się o $^1/_{450}$. Ołów przy ogrzaniu do 100^0 wydłuża się o $^1/_{351}$; miedź o $^1/_{550}$, a przy ogrzaniu od 0^0 do 300^0 o $^1/_{177}$.

5. W rurach z żelaza lanego skrapla się na każdym metrze kwadratowym powierzchni od 2,5 do 5 *kg* pary na godzinę, zależnie od temperatury pary i powietrza. Przyjąwszy przeciętnie 3 *kg* pary na godzinę na $1\,m^2$, i szacując (**3**,20) każdy *kg* pary na 0,12 kopiejek, otrzymamy $3 \times 0{,}12 = 0{,}36$ kop. na godzinę, czyli za 300 dni po 10 godzin $300 \times 10 \times 0{,}36 = 10{,}80$ rubli rocznej straty na każdy metr kwadratowy powierzchni rur.

Zabezpieczywszy dobrze powierzchnię rury od stygnięcia jakąś warstwą ochronną, np. masą korkową (**7**,74), można zaoszczędzić $^2/_3$ całkowitej straty t. j. około $^2/_3 10{,}80 = 7{,}20$ rub. rocznie na każdym m^2 powierzchni rur. Ponieważ zaś nałożenie takiej masy może kosztować około 2,20 rub. przeto zaraz w pierwszym roku pozostanie oszczędności około 5 rub.

Porównywając ze sobą różne materjały ochronne,

nie można poprzestawać jedynie na ich skuteczności, lecz należy również przyjmować pod uwagę ich koszt założenia i trwałość. Nie można więc polegać na wynikach doświadczeń próbnych, które nie są w stanie określić trwałości różnych materyałów.

Rury miedziane z powierzchnią błyszczącą mniej wydzielają ciepła przez promieniowanie i dla tego mniej wymagają takiej ochrony.

6. Pomimo ochrony część pary skrapla się w rurach i wodę skraplaną należy od czasu do czasu spuszczać kurkami, umieszczonemi w odpowiednich miejscach. Przy długich linjach rur dogodnemi są samodziałające przyrządy do odwadniania, które należy zakładać w najniższych punktach rur.

Przyrządy powyższe szczególnie ważną rolę odgrywają przy ogrzewaniu parowem, które bardzo często jest połączone z maszyną parową, zkąd para zużyta zamiast w powietrze wchodzi do sieci rur, rozprowadzonej po zabudowaniu fabrycznem. W ten sposób można zużytkować ciepło utajone, ale rury muszą być tak urządzone, aby para mogła swobodnie rozchodzić się po nich i aby wydzielały jak najwięcej ciepła. Rury zatem miedziane nie byłyby odpowiedniemi. Długość rur powinna być znaczną, aby ciśnienie szkodliwe na tłok nie wzrosło zbytecznie. Pod tym względem jest korzystnie nie prowadzić jednej rury przez różne oddziały fabryki, ale ją rozgałęzić na kilka odnóg, a końce ich znów złączyć w jedną rurę; w ten sposób bowiem otrzymuje się przekrój ogólny bardzo znaczny i można miarkować tempe-

raturę oddzielnych pomieszczeń, odpowiedniem przymykaniem wentylów.

Rury parowe, przeznaczone do doprowadzenia pary, bez wydzielania ciepła na zewnątrz, nie potrzebują mieć dużych przekrojów; przy zbyt małych jednak traci się wiele na ciśnieniu pary. Najodpowiedniejszym będzie taki przekrój, przy którym szybkość przepływu pary wynosi około 30 *m* na sekundę.

Rury należy układać ze spadkiem $^1/_{150}$ do $^1/_{100}$ ku przyrządowi odwadniającemu, najwłaściwiej gdy to wypada w kierunku prądu pary.

Fig. 347 przedstawia jeden z najdawniejszych od-

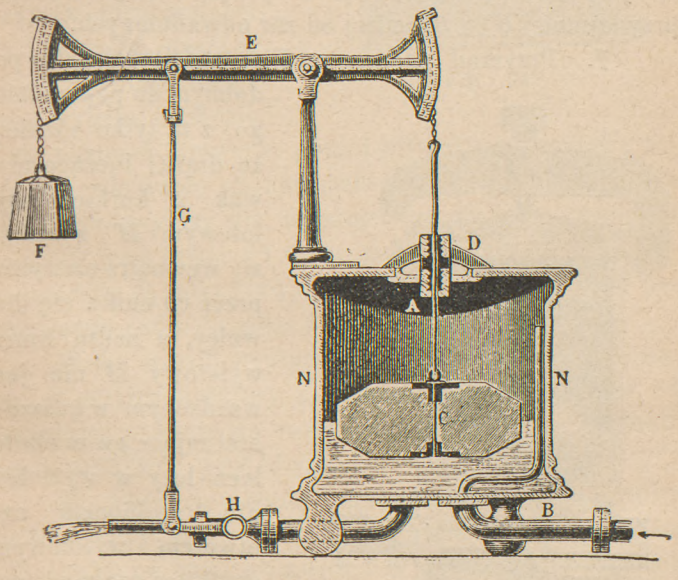


Fig.347.

wadniaczy. W naczyniu *A* z żelaza lanego znajduje się pływak *C*, zawieszony na drucie mosiężnym, przechodzącym przez dławnicę *D* na zewnątrz naczynia i przymocowanym do wahacza *E*, na przeciwległym końcu którego wisi przeciwciężar *F*. Pręt *G* łączy ten drążek z korbką kurka *H*. Woda skroplona dopływa rurą *B* i kanałem pionowym *N* do wnętrza naczynia i zbiera się w niem dopóki pływak *C* nie podniesie się tak wysoko, że kurek *H* zostanie otwarty, a woda zacznie wypływać na zewnątrz. Przy jednostajnym dopływie wody skroplonej kurek *H* pozostaje stale otwartym na tyle, że odpływ wody równa się dopływowi. Przyrząd należy ustawiać przynajmniej o 30 *cm.* niżej od rur odwadnianych.

7. Przyrząd podany na Fig. 348 jest bardzo podobnym do poprzedniego, z tą tylko różnicą, że drążki łączące pływak z kurkiem wylotowym *H* znajdują się wewnątrz naczynia, przez co unika się dławnicy, a nadto kurek wylotowy *H* nie jest wsadzonym w gniazdo, otaczające go w około, lecz leży w wyżłobieniu, zrobionem nad otworem wylotowym, skutkiem czego nie może się zacinać.

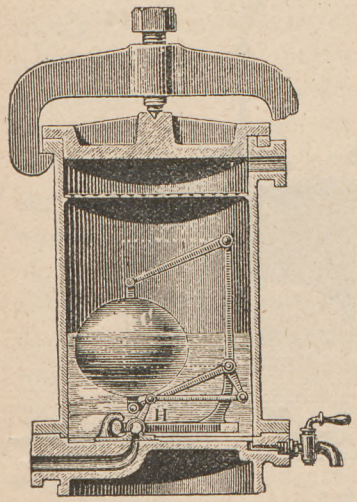


Fig. 348.

8. Odwadniacz Fig. 349, mogący wypuszczać znaczne ilości wody, posiada pływak w postaci naczynia *C* otwartego od góry, na dnie którego znajduje się płaski wentyl brązowy *c*, a tuż nad nim koniec *d* rury wylotowej *D*. Woda skroplona, dopływając rurą *A*, wypełnia najprzód przestrzeń wokoło pływaka *C*, który wskutek tego podnosi się i zamyka otwór *d*, lecz gdy dopływając dalej wypełni naczynie *B* do poziomu krawędzi górnej pływaka *c*, przelewa się do jego wnętrzna, aż nareszcie kiedy ciężar naczynia z wodą przewyższy siłę, wnoszącą go do góry, opada na dno, odkrywa otwór *d* i woda pod ciśnieniem pary wypływa rurą *D*, póki pływak wskutek opróżnienia nie podniesie się znów do góry, i nie zamknie otworu *d*.

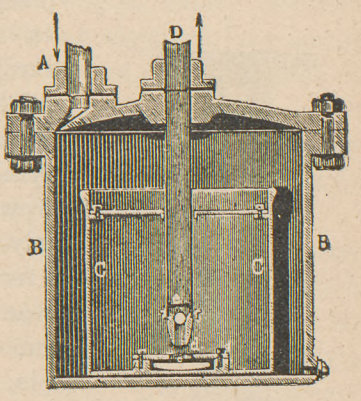


Fig. 349.

W ten sposób wypływ wody odbywa się z przerwami. Wentylik kulkowy *c* wewnątrz rury *D* chroni od przypływu powrotnego wody i powietrza, podczas przerwy w działaniu, gdy odwadniacz ostygnie.

9. Przyrządy wyżej opisane działały pod wpływem różnicy wagi wody i pary; odwadniacz zaś Fig. 350 działa na innej zasadzie. W rurze *C* znajduje się

rurka *F* o bardzo cienkich ściankach z dnem u góry. Rurka ta wypełniona jest wodą i zamknięta od dołu przeponą kauczukową *G*, leżącą na podstawce *H*. Woda skroplona dopływając z góry zcieka po wierzchu rurki *F* do *A*, zkąd pod podstawką *H*, przedostaje się do rury odpływowej *D*. Z chwilą jednak gdy woda skroplona spłynie, i rurkę *F* otoczy gorąca para, wówczas woda, zamknięta w tej rurce, rozszerzając się od ciepła, wydyma przeponę *G*, i wskutek tego podnosi się do góry, przez co wentyl *E* osadzony na tej rurce zamyka otwór *B*. Tak więc przyrząd ten działa wskutek różnicy temperatur, pochodzącej ztąd, że woda skroplona, ściekając po ściankach rur, oddaje szybko swe ciepło i znikąd go nie odzyskuje, gdy przeciwnie para w miarę skraplania dopływa ciągle świeża, i utrzymuje temperaturę stałą.

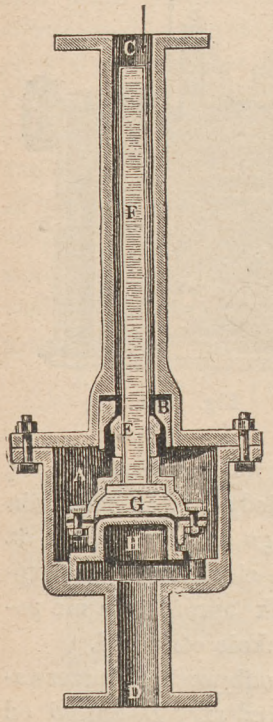


Fig. 350.

Podobnie jak woda skroplona zachowuje się również i powietrze, i dla tego przyrządy działające wskutek różnicy temperatur, mogą również wypuszczać i powietrze, wymagają jednak, aby je ustawić w miejscu

chłodnem, i aby od kotła parowego oddzielała je rura długości przynajmniej 5*m*.

Wszystkie odwadniacze wogóle należy ustawiać w miejscach widocznych i łatwo dostępnych, aby można było zauważyć, gdy przestaną działać i przeczyszczać od czasu do czasu.

Przy napełnianiu rur parą należy pootwierać wszystkie kurki powietrzne i zamknąć je dopiero wówczas, gdy przez nie para wydobywa się już z pewną siłą.

10. Przy cylindrze parowym, podobnie jak przy kotle, powinien się znajdować wentyl, zasuwa, lub kurek na rurze dopływowej, aby nim można było prędko i łatwo odciąć przypływ pary, bez uciekania się do wentyla kotłowego, zwykle zbyt oddalonego. Tylko przy parowozach, lokomobilach i innych maszynach, umieszczonych, na samym kotle, lub tuż obok niego, można poprzestać na jednym wentylu kotłowym.

Wentyle maszynowe mogą być takiej samej konstrukcji jak i kotłowe, opisane w rozdziale **II**-ym w ustępach 7 do 11.

Na Fig. 351 widać garnczek wentyla z umieszczonem tuż pod nim stawidłem (**17**,6), które stanowi krążek owalny *a*, osadzony na osi *d*, przechodzącej przez dławnicę na zewnątrz i mającej na końcu korbkę *e*, do której przyczepia się pręt *f*, idący do regulatora. Śruba *g*, służy do zmiany długości pręta w miarę potrzeby, a widełki *h* do zczepiania z czopem *e* korbki. Para przepływa z obydwóch stron krążka, który przybierając położenie pochyłe, zcieśnia stopniowo przekrój, dopóki

oparłszy się krawędziami o ścianki rury, nie zamknie zupełnie dopływu pary. Ponieważ oś przechodzi przez

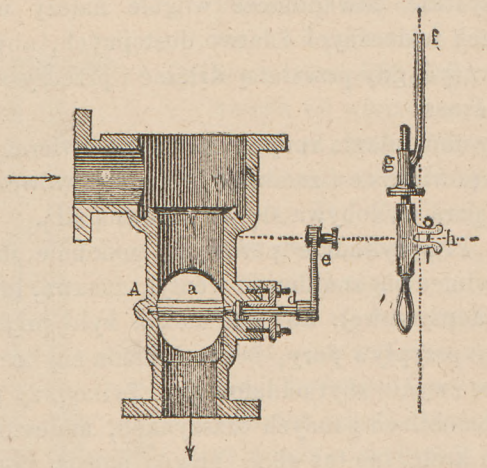


Fig. 351.

środek krążka, więc ciśnienie pary na jednę jego połowę równoważy się ciśnieniem na drugą połowę, czyli, że stawidło jest odciążonem i do poruszania nie wymaga wielkiej siły.

Zamiast stawideł, które nigdy nie są zupełnie szczelnemi, lepiej jest używać wentyli odciążonych, najlepszemi jednak lecz zarazem i najdroższemi są wentyle o dwóch siedliskach.

b) Cylinder parowy.

11. Cylinder parowy powinien być odlanym z żelaza ścisłego i cokolwiek białego: ścianki powinny być

wszędzie szczelne i mieć grubość odpowiednią (co najmniej 20 *mm*).

Przy wytaczaniu cylindrów należy się pilnować, aby nie wytoczyć stożkowato, lub owalnie, co się może łatwo przytrafić wskutek cienkich ścianek, złego umocowania na tokarni, słabo zahartowanych noży lub pośpiesznej roboty; aby tego uniknąć, trzeba przy zdejmowaniu ostatniego wióra przejść bardzo powolnie przez całą długość, nie zmieniając położenia noża. Cylindry wymiarów bardzo wielkich powinny być wytaczane w tem samem położeniu, w jakiem mają później pracować, w przeciwnym bowiem razie mogłyby od własnego ciężaru stracić swą kolistość.

Nie należy nigdy szlifować, ani wygładzać powierzchni wytoczonej, gdyż użyte do tego materyały nie dają się nigdy usunąć w zupełności i potem przyśpieszają zużycie.

Miejsca puste w odlewie, które ujawnią się przy wytaczaniu, można załatać przez wywiercenie, nagwintowanie otworów i zatkanie ich nagwintowanemi kołkami z żelaza lanego. Kutych nie można używać, gdyż od gorąca więcej się rozszerzają i występują po nad powierzchnią toczoną.

Końce cylindrów, poczynając od miejsca w którem wpadają kanały parowe, zostają wytoczone z niewielkiem rozszerzeniem w tym celu, aby nie potrzeba było po każdem przetoczeniu zmieniać pokryw.

Aby ochronić cylinder od stygnięcia, otacza go się płaszczem z blachy żelaznej, lub z klepek drewnianych (17,25), a przestrzeń pomiędzy ścianką cylindra i pła-

szczem wypełnia się wiórami, włosiem, lub pilśnią. Od czasu jak stwierdzono wielką doniosłość ochrony cylindrów parowych od straty ciepła, zaczęto budować cylindry o ściankach podwójnych z dopływem pary świeżej do przestrzeni zawartej między niemi (Fig. 311 i 312).

12. Jako część składową cylindrów należy uważać pokrywy z dławnicami, oraz kurki odwadniające. Każdy cylinder musi mieć przynajmniej z jednej strony pokrywę odejmowaną, aby można było tamtędy wstawić tłok do środka; zwykle jednak oba dna są odejmowane, w celu łatwiejszego wytaczania. Końce cylindrów, oraz

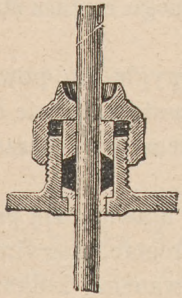


Fig. 352.

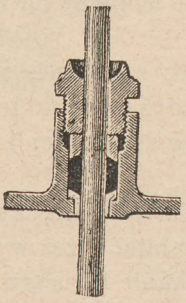


Fig. 353.

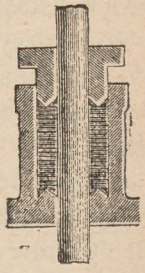


Fig. 354.

pokrywy są zaopatrzone w kołnierze, ściągane za pomocą śrub z mutrami. Na dnach cylindrów oraz na ściankach skrzynek parowych (suwakowych) znajdują się dławnice z dławnikami, dociąganemi dwoma lub trzema śrubami, co jest lepszem od dławników nakręcanych na dławnicę gwintowaną. W tym ostatnim wypadku należy je wykonywać podług Fig. 352, albo Fig. 353 ze wstawianemi tulejkami, które przy dokręcaniu nie obracają się i za-

bezpieczają gwint od zapchania pakułami. Najodpowiedniejsze zakończenie dławnika jest podane na Fig. 354, gdyż rozpiera ono pakunek w obie strony na ściany dławnicy i na trzon.

13. Dławnice wiszące pod dnem cylindra można stosować tylko w ostateczności, gdyż smar z nich wycieka, suche konopie pakunku drą się, a pomieszane z kurzem sprawiają tarcie, które rysuje trzon, wskutek czego zamknięcie nigdy nie może być szczelnem. W razie nieuniknionej konieczności zastosowania takiej dławnicy, należy ją przynajmniej zrobić podwójną, podług Fig. 355 t. j. z obrączką mosiężną *c* po środku, pomiędzy dwoma pakunkami. Obrączka ta ma na obwodzie zewnętrznym wytoczony rowek, od którego sześć do ośmiu otworków przewierconych do środka, doprowadza smar bezpośrednio do trzona *a*. Naprzeciw rowka znajduje się w dławnicy otwór z wkręconą weń rurką *f* od oliwiarki *h*. Kurek *g* pod oliwiarką służy do zamykania jej podczas ruchu maszyny, aby para nie wypryskiwała smaru. Przy każdem zaś zatrzymaniu maszyny należy otwierać kurek *g*, aby smar zciekał i nasycał pakunek.

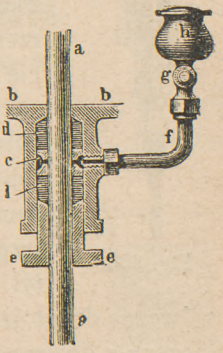


Fig 355.

Do suwaków poruszających się w kierunku pionowym, zakładają jednak trzony i dławnice od góry (ob. Fig. 278), aby niknąć dławnic wiszących. Można jednak i przy trzonach, wyprowadzonych na dół, uniknąć dła-

wnicy wiszącej, zastosowawszy urządzenie wskazane na Fig. 356, gdzie *a* jest skrzynka suwakowa, *b* trzon, *c* pochwa zewnątrz obtoczona i przymocowana do skrzynki *a*. Pochwa ta wchodzi do dławnicy *d*, umocowanej na trzonie i prowadzonej przez opaskę *g*.

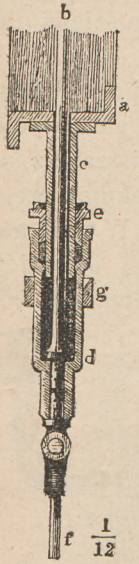


Fig. 356.

14. Kurki odwadniające służą do wypuszczania wody skroplonej, której znaczne ilości tworzą się szczególnie w początku, po puszczeniu maszyny w ruch. W prawdzie woda ta mogłaby odpłynąć przez kanały parowe, ale przytem powstają uderzenia, mogące nawet spowodować wybicie dna.

Fig. 357 i 358 przedstawiają samodzielny (automatyczny) przyrząd odwadniający, złożony z dwóch przeciwległych wentylów *a* i *b*, osadzonych na wspólnym trzpieniu tej długości, że gdy jeden wentyl przylega do swego siedliska *c* lub *d*, wówczas drugi jest otwarty. Przestrzenie *A* i *B* są połączone z dwoma końcami cylindra, w miejscach najgłębszych, skąd woda może najlepiej spływać. Gdy więc para świeża przypływa z jednej strony tłoka, dochodzi również i do wentyla, i zamyka go swem ciśnieniem, równocześnie zaś woda, zgarniana ruchem tłoka, odpływa swobodnie z drugiej strony. Gdy tłok dojdzie do końca swego skoku, i para zacznie cisnąć na odwrotną jego stronę, wówczas i wentylik znów się przestawi, i w ten sposób samodzielnie odbywa się odwadnianie cylindra

bez straty pary. Rurka odprowadzająca *C* wyprowadza się na dwór, lub do skraplacza. Urządzenie to nadaje się szczególnie do cylindrów poziomych, w których kanały parowe nie leżą tak nizko, aby przez nie woda mo-

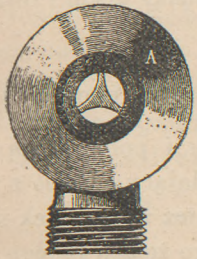


Fig. 357.

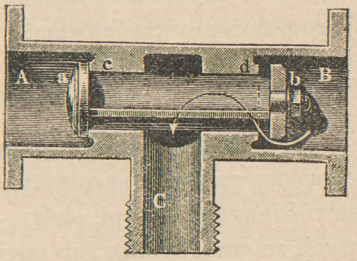


Fig. 358.

gła swobodnie odpływać. Wszelkie uszczelnienia i pakunki w dławnicach trzymają się daleko lepiej przy tem odwadnianiu niż przy innych.

Przy parowozach, statkach parowych, maszynach wyciągowych górniczych, oraz przy dużych maszynach parowych z rozdziałem pary za pomocą wentylów, lub suwaków tłokowych, zakłada się wentyliki odwadniające, które działają podobnie, jak klapy bezpieczeństwa, t. j. otwierają się wówczas, gdy ciśnienie przekroczy pewną granicę, dopuszczalną ze względu na wytrzymałość części ruchomych.

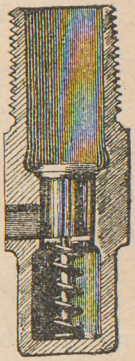


Fig. 359.

Wentylik podany na Fig. 359 działa wręcz przeciwnie, otwiera się bowiem, pod działaniem sprężynki wówczas tylko, gdy

para cylindrowa nie ciśnie nań z góry. Otwór boczny służy do odpływu wody. Część rurki poniżej gwintu ma w przekroju postać sześcioboku i służy jako główka do wkręcania rurki w otwór wywiercony w każdym końcu cylindra, w przestrzeni wolnej pomiędzy dnem i tłokiem w jego położeniu krańcowem.

c) Tłoki cylindrów parowych i pomp.

15. Tłoki cylindrów parowych i pomp mają prawie zawsze pakunek sprężysty, składający się albo z włókien roślinnych, konopi, skóry, albo też z obrączek sprężystych ze stali, bronzu lub miękkiego żelaza lanego.

Fig. 360 do 363 przedstawiają różne tłoki do cylindrów parowych; pierwszy z nich jest urządzony do pakunku konopnego, reszta ma opaski metalowe.

Tłok parowy na Fig. 360 pochodzi z maszyny pa-

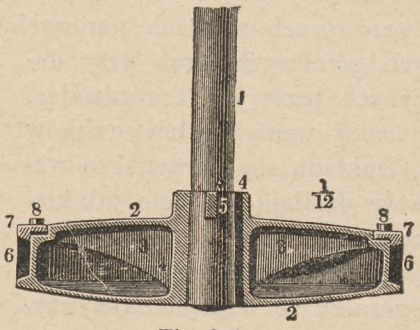


Fig. 360.

rowej o nizkiem ciśnieniu statku parowego (**19**,19). Jest on pusty wewnątrz i opatrzony kilkoma wzmacniającemi żebrami *3*. W wytoczoną stożkowato piastę *4* zostaje

wstawionym trzon z odpowiednio stożkowatą główką posmarowaną pokostem, w celu zapewnienia zupełnej szczelności, po czem wbija się klin *5*, utrzymujący tłok na trzonie.

Pakunek *6* składa się z warkoczy splecionych z konopi i nawiniętych zwojami, jeden obok drugiego, a następnie dociśniętych za pomocą pokrywy pierścieniowej *7* śrubami *8*, do których mutry mosiężne wpuszczają się w odpowiednie gniazda pod pakunkiem.

Na Fig. 361 widać tłok z opaskami z żelaza lanego, lub z bronzu, który zużywa się prędzej niż ścianki cylindra, co jest właściwszem ze względu na łatwość ich wymiany. Stop odpowiedni na te opaski składa się z 87 części cyny, 7 cz. antymonu i 6 miedzi. Opaski te są z jednej strony cieńsze i tam są przecięte na ukos, aby mogły w miarę zużycia rozchodzić się i przylegać szczelnie do ścian cylindra. W tym celu znajdują się wewnątrz nich podobne opaski stalowe, które prężnością swoją rozpierają tamte. Powierzchnie zetknięcia się opa-

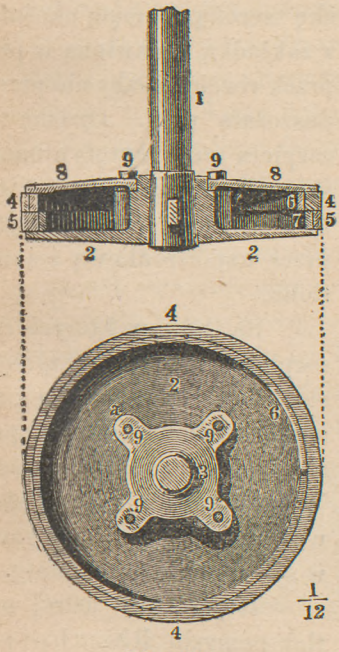


Fig. 361.

sek pomiędzy sobą, jak również i z tłokiem, muszą być szczelnie dotarte, aby nie przepuszczały pary. Pokrywa tłoka *8*, przymocowana do piasty za pomocą czterech śrub główkowych *9*, powinna również w tych miejscach szczelnie przylegać, nie ściskając jednak opasek, aby mogły się rozsuwać. Śruby *9*, *9* wkręcają się tutaj wprost w nadlewy przy piaście, lepiej jest jednak wstawiać tam mutry bronzowe, w których gwint jest trwalszy, niż w żelazie lanem (ob. Fig. 342).

Tłok podany na Fig. 362 posiada tylko jedną opaskę szeroką, rozciętą ukośnie z zakładką, wstawioną w poprzek rozcięcia, aby nie przepuszczała pary. Opaskę tę rozpiera sześć sprężyn naciskanych dowolnie przez śruby z mutrami, przechodzące przez współśrodkową ścianę tłoka.

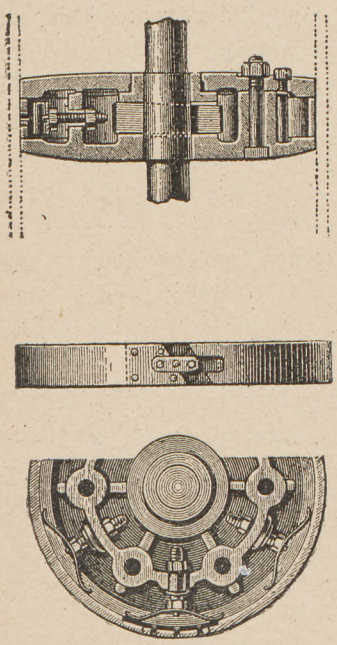


Fig. 362.

Są tłoki, w których do rozpierania opaski znajdują się kliny, naciskane przez sprężynę. Robią również opaski złożone z kilku części. W ogóle zasadniczą podstawę ustroju rozwiązywano w sposób bardzo rozmaity.

Najprostszy ustrój ma tłok pomysłu Ramsbottoma Fig. 363 z oddzielnemi

żłobkami na obwodzie, w które wstawia się opaski stalowe lub mosiężne obtoczone na średnicę większą, a następnie rozcięte w ten sposób, aby się dały ścisnąć do średnicy żądanej, przez co rozpierają się własną sprężystością. W żłobki wstawiać je należy w ten sposób, aby rozcięcia nie znajdowały się naprzeciw siebie. Tłokom tym oddają często pierszeństwo przed innemi.

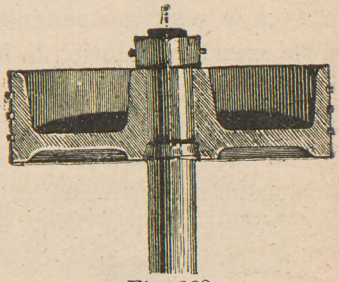


Fig. 363.

Bardzo dobremi są tłoki Mather'a i Platt'a, w których opaska mająca przekrój kątownika jest zwinięta w trzy zwoje śrubowe, rozpierające się w kierunku średnicy i wysokości tłoka. Opaska, przeznaczona do cylindra o średnicy 760 *m m*, ma w stanie wolnym średnicę 786 *m m*.

Przy zastosowaniu pary o wysokiem ciśnieniu, co w czasach ostatnich coraz więcej wchodzi w użycie, muszą i opaski tłokowe rozpierać się z większą siłą, aby ciśnienie pary nie mogło ich ściskać.

16. Fig. 364 przedstawia tłok pompy powietrznej, często napotykany dawniejszemi czasy na statkach paro-

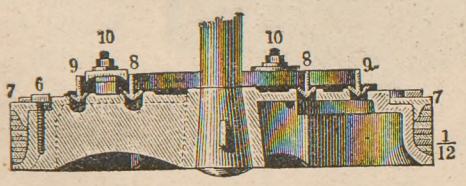


Fig. 364.

wych. Jest on cały odlany z bronzu i posiada sześć żeber, łączących piastę z dzwonem; jedną z nich widać na rysunku w przekroju. Pakunek jest taki sam jak w tłoku Fig. 360. Śruby *6*, *6*, utrzymujące pokrywę pakunkową, otacza wieniec *7*, *7*, przylegający szczelnie do główek i zabezpieczający je od wykręcania. Wieniec ten utrzymuje się znów za pomocą trzech śrubek, wkręconych w pokrywę pakunkową. W tłoku znajdują się dwie szczeliny kołowe, do których dotarte są wentyle *8* i *9*, mające postać obręczy z obrzeżami dwustronnemi. Do prowadzenia ich oraz do ograniczenia skoku służą płytki *10*, *10* w liczbie sześciu, rozmieszczone w równych odstępach i umocowane na odpowiedniej wysokości.

W tłoku Fig. 365 trzon jest osadzony stożkiem, zcieniającym się ku końcowi, a do umocowania go służy duża mutra, nakręcona na nagwintowany koniec trzona. Po tymże trzonie może się suwać wentyl *5* z żelaza lanego, mający siedliska na kółkach mosiężnych *6*, *6* i *7*, *7*. Obrzeże *8* na trzonie służy do ograniczenia skoku wentyla.

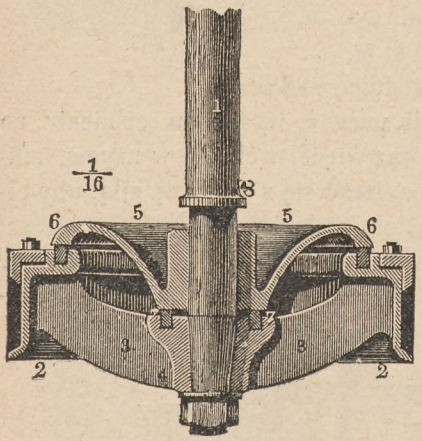


Fig. 365

Obadwa tłoki powyższe dawały wyniki bardzo zadawalniające, zostały jednak wyparte z użycia przez tłoki z płytami gumowemi, tańsze i łatwiejsze do utrzymania, z których jeden widzimy na Fig. 366. Pakunek i umocowanie trzona były już opisane przy tłokach poprzednich, tutaj więc opiszemy tylko klapę: Dno tłoka ma postać kraty, podanej w planie *6*, *6*, na niej leży krąg gumowy *5*, *5*, mający nad sobą talerz 7, o który opiera się krąg gumowy przy podnoszeniu. Talerz powinien być również dziurkowany, aby zapobiedz przywieraniu gumy. Pomiędzy talerzem, a kręgiem gumowym należy zostawiać około 6 *m m.* gry, wówczas bowiem ruchy kręga są swobodniejszemi i sam tłok mniej się zużywa. Pod tłokiem widać klapę ssącą tegoż samego ustroju co i tłok.

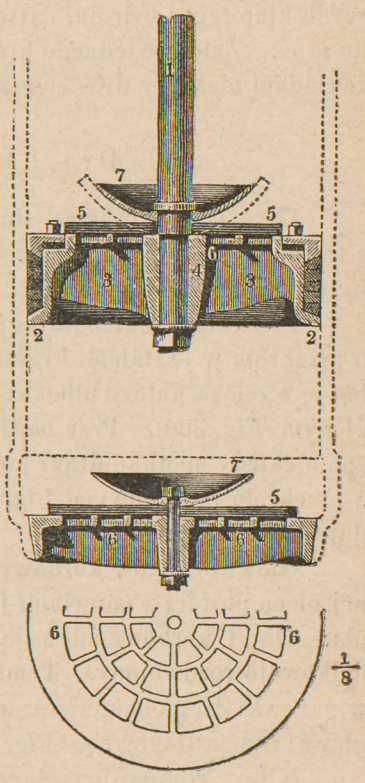


Fig. 366.

Tłoki gumowe nadają się wybornie do pomp po-

wietrznych, a szczególnie do szybko chodzących, w których osięga się znacznie większą próżnię, niż przy użyciu wentylów metalowych. W tłokach o dużej średnicy zamiast jednego wielkiego kręgu, zakłada się kilka mniejszych klap tegoż ustroju. Grubość gumy wynosi 15 do 20 *m m*. Zamiast jednego krążka gumowego grubszego zakładają niekiedy dwa cieńsze, jeden na drugim.

d) Drągi korbowe.

17. Drągi korbowe służą do przenoszenia ruchu z trzona tłokowego na korbę. Różnorodne postacie ich były podane w rozdziale **19.**

Pierwotnie robiono drągi korbowe z żelaza lanego o przekroju w kształcie krzyża (Fig. 310). Obecnie robią je z żelaza kutego albo ze stali o przekroju zaokrąglonym (Fig. 300). Przy bardzo małych wymiarach można niekiedy spotkać drągi korbowe z żelaza kuto-lanego o przekroju żeberkowym (Fig. 302), który doskonale nadaje się do tego materyału.

Główki drągów korbowych są to łożyska odmiennej nieco postaci z panwiami i przyrządem do nastawiania. Drągi korbowe miewają niekiedy jeden koniec widełkowato rozdwojony. Temi widełkami zaopatrzonemi w panewki drąg obejmuje czop w łożysku krzyżulca czyli główki trzona tłokowego (Fig. 303).

Kliny, któremi przyciąga się do siebie obie połówki panew w miarę zużywania się ich oraz czopów, winny być tak osadzone w obu końcach drąga, aby działały w jednym kierunku t. j., gdy w jednym końcu na zewnę-

trznej, w drugim na wewnętrznej stronie główki. Wówczas zmiana w długości drąga t. j. odległość środków panewek po dociągnięciu wypada równą różnicy między ich zużyciami, w przeciwnym razie byłaby równą ich sumie, co mogłoby szkodliwie oddziałać na zbliżenie tłoka do jednej z pokryw cylindra.

Jeżeli ostrożność ta nie została zachowaną, należy co jakiś czas przywracać właściwą odległość panew przez podkładanie blaszek.

Ze względu na bezpieczeństwo obsługi, kliny nie powinny wiele wystawać po-za główkę, a pod tym względem zwykle za wzór mogą służyć główki drągów korbowych przy parowozach.

Drąg korbowy bywa zwykle pięć razy dłuższym od promienia korby; gdzie jednak zależy bardzo na zmniejszeniu tej długości, co głównie zdarza się przy maszynach pionowych, tam poprzestają na długości wynoszącej $3^1/_2$ do 4 promieni korby. Im krótszym jest drąg korbowy tem miększe wywiera ciśnienie na prowadniki, które wskutek większego tarcia szybciej się zużywają. Nadto i dopływ pary przy wielu przyrządach rozdzielczych wypada tem mniej jednostajnym na obie strony tłoka, im krótszym jest trzon korbowy, jak o tem wspominaliśmy w rozdziale **18**,16.

e) Wał korbowy i jego łożyska.

18. Wał korbowy albo ma korbę osadzoną na końcu, albo jest wygięty w kolano. W pierwszym wypadku

oba łożyska wału znajdują się po jednej stronie cylindra a w drugim po obu jego stronach.

Dla niezbyt wielkich maszyn obecnie przekładają cokolwiek droższe wały kolanowe, aby w ten sposób osięgnąć zestawienie niezależne od fundamentu, i przez to uniknąć błędów ustawienia, mogących szkodliwie oddziaływać na prawidłowy bieg maszyny.

Oprócz korby, lub kolana znajduje się jeszcze na wale koło zamachowe, koło do przenoszenia siły (zębate pasowe lub linkowe), jeżeli koło zamachowe nie może do tego służyć; następnie mimośrody mechanizmu rozdzielczego pary, oraz mimośrody do poruszania pompy zasilającej i powietrznej.

Przy maszynach poziomych panwie wałów zużywają się pod działaniem ciśnienia pionowego wagi wału i kół na nim osadzonych, oraz od ciśnienia pary działającej poziomo i dla tego jedna szczelina pozioma w panwi nie wystarcza do dociągnięcia jej po zużyciu, i w tym celu panwie muszą się składać przynajmniej z trzech oddzielnych części.

Przy maszynach małych, gdzie chodzi o najprostsze urządzenie, robią niekiedy panwie złożone z dwóch tylko połówek, ale wówczas układają je tak, aby linia rozdziału była pochylona na 45^0 do poziomu (Fig. 301).

Takie panwie jednak wymagają częstszego przetaczania.

Bezpośrednie i mocne połączenie łożysk wału korbowego z cylindrem jest rzeczą bardzo ważną. Konstrukcya dająca to połączenie może się znajdować albo pod

cylindrem (Fig. 298), albo z boku (Fig. 300) albo nareszcie otaczać części ruchome (Fig. 301).

Dawniej za dostateczne połączenie uważano sam fundament, na który przenosiły się siły działające na cylinder i łożysko, ze względów jednak wymienionych w rozdziale 19,2 wymagają obecnie, aby siły te działały na samą ramę maszyny, która powinna stanowić połączenie bezpośrednie wszystkich części mechanizmu, o ile temu nie stawią nieprzezwyciężonej przeszkody, wynikające stąd zbyt wielkie wymiary maszyny i trudność jej ustawienia w danem miejscu.

f) Wahacze.

19. Wahacze robi się z żelaza lanego albo z kutego; maszyny amerykańskie mają nawet połączone, a mianowicie piasty z żelaza lanego połączone ściągaczami kutemi.

Do maszyn małych najodpowiedniejszemi są wahacze z żelaza lanego jako łatwiejsze i tańsze do wykonania. Przeciwnie do wielkich maszyn szczególnie pomp górniczych, przy których niepodobna uniknąć wstrząśnień lepiej jest stosować żelazo kute, gdyż nie tak się łatwo łamie.

Wahacze bywają pojedyńcze, lub podwójne, co już zależy od okoliczności ubocznych.

g) Prowadniki.

20. Prowadniki są potrzebnemi do przeciwdziałania siłom bocznym, powstającym wskutek odchylania się

drąga korbowego od kierunku ruchu tłoka, a działającym, zginająco na trzon tłokowy.

Prowadzenie krzyżulca za pomocą krążków, wskazane na Fig. 237 i 238 zostało zupełnie zaniechanem, najprostsze prowadzenie stanowią beleczki pojedyńcze (Fig. 298) lub podwójne (Fig. 299), a w ostatnich czasach najczęściej zastosowują prowadzenia wytoczone walcowo (Fig. 300, 302 i 311).

Przy maszynach z wahaczami zastosowują najczęściej równoległobok drążkowy, który zużywa najmniej siły na tarcie, chociaż tutaj właśnie jest najmniejsza tego potrzeba, gdyż drąg łączący trzon tłokowy z wahaczem robi odchylenia znacznie mniejsze, niż przy maszynach bez wahaczów. Z tego powodu można już obecnie napotkać maszyny wahaczowe, w których zastosowano zwykłe beleczki prowadnikowe, zamiast równoległoboku.

Działanie równoległoboku Watta można objaśnić

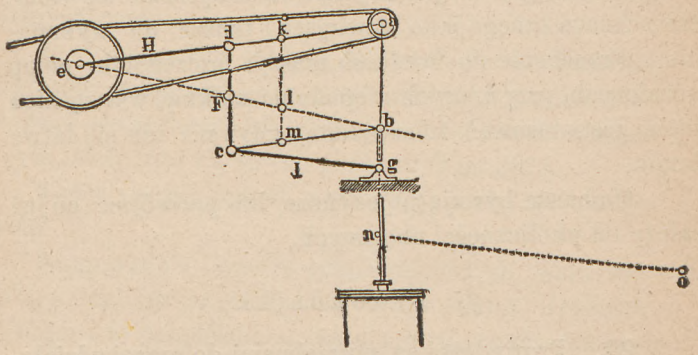


Fig. 367.

na Fig. 367. Dwa ramiona *e d* i *c g* jednakowej długości wahają się koło swych punktów stałych *e* i *g*, a zatem ich końce *d* i *c* zakreślają łuki jednakowe, lecz w odwrotnych kierunkach. Łącząc końce *d* i *c* za pomocą wieszadła, otrzymamy taką zależność, że o ile koniec *d* odchyli się w jedną stronę, o tyleż drugi koniec *c* odchyli się w stronę przeciwną, a zatem środek *F* wieszadła posuwać się będzie stale po linii pionowej. Ponieważ jednak odległość końca *a* wahacza, do którego jest przyczepiony trzon tłokowy, jest dwa razy większą od długości *e d*, więc dodano jeszcze pręty *a b* i *b e* odpowiednio równe *c d* i *da* i tworzące z niemi równoległobok; przyczem punkty *e*, *F* i *b* znajdują się na jednej linii prostej. Wskutek tego ruchy punktu *b* będą powtórzeniem w skali dwa razy większej ruchów punktu *F* t. j. będą również prostolinijne. Gdyby potrzeba było przyczepić trzon tłokowy od cylindra parowego, lub jakiej pompy, to należałoby włączyć jeszcze jeden drążek *k m* i w punkcie *l* jego przecięcia się z linią *e F b* zawiesić ów trzon, który będzie miał również ruchy prostolinijne. W tymże celu można zużytkować i punkt *F* drążka *C F d*.

Zamiast równoległoboku wynikłego z połącenia *e d c g* i *c b a* można by zrobić dla tłoka prostsze połączenie *e a n o*, ale wówczas wymiary drągów wypadłyby bardzo wielkie *).

---

*) Przyp. tłóm. Konstrukcyę *e a b n o* nazywają równoległobokiem Watt'a pojedyńczym, a konstrukcyę *e d c g*, *c b a* równoległobokiem podwójnym.

h) Koło zamachowe.

21. Koło zamachowe służy do przebycia punktów martwych i do ujednostajnienia szybkości biegu podczas każdego obrotu wału.

We wszystkich maszynach, przesyłających swą pracę za pomocą wałów, opór przeciwstawiany obrotowi koła pasowego, na jego obwodzie bywa jednostajnym lub prawie jednostajnym. Aby maszyna bez regulującego wpływu koła zamachowego mogła w każdej chwili wykonywać pracę równoważną temu oporowi, należałoby ciśnienie pary na tłok zmieniać w bardzo szerokich granicach.

Można to wyrazić za pomocą diagramu, podobnego, jak w rozdziale **17**,15.

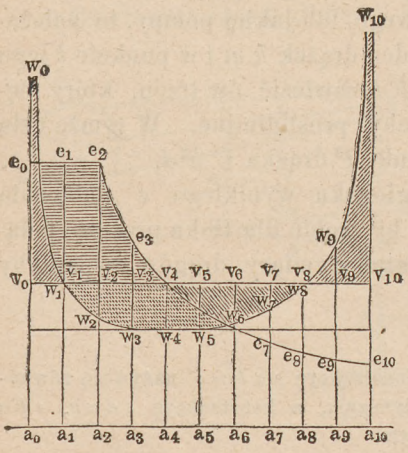


Fig. 368.

Na Fig. 368 $a_0\ a_{10}$ oznacza skok tłoka podzielony na 10 części równych; krzywa $w_0\ w_1\ w_2$ . . . . . $w_9\ w_{10}$ wielkości oporu, stawianego przez koło pasowe ruchowi tłoka; a zatem długości linii $a_0\ w_0$, $a_1\ w_1$, $a_2\ w_2$, i t. d., $a_9\ w_9$ i $a_{10}\ w_{10}$, przedstawiają wielkości ciśnienia

pary, potrzebnego do przezwyciężenia oporów w różnych punktach skoku tłoka *).

W rzeczywistości ciśnienie pary w cylindrze maszyny odbywa się całkiem inaczej, a mianowicie w maszynach, pracujących bez rozprężenia, jest jednostajnem, a w pracujących z rozprężaniem pary — zmiennem, ale w zupełnie inny sposób. Aby jednak ilość pracy wykonanej w czasie jednego skoku tłoka, odpowiadała ilości oporu, jaki w tymże czasie należy przezwyciężyć, potrzeba, żeby powierzchnie, wyrażające te wielkości, były sobie równe. Linia $v_0 v_1 v_2 \ldots v_2 v_{10}$ oznacza ciśnienie jednostajne (bez rozprężania), odpowiadające warunkowi powyższemu, które, jak widać z diagramu, jest na początku skoku tłoka za małe do przezwyciężenia oporu, potem od v_1 do v_8 za duże i wreszcie przy końcu skoku znów zamałe. Z tego powodu bieg maszyny byłby niejednostajnym, najprzód opóźnionym, potem przyspieszonym a wreszcie znów opóźnionym. Aby zaś opóźnienia i przyśpieszenia wyrównały się w czasie każdego skoku potrzeba, aby powierzchnie $v_0 w_0 v_1$ i $v_8 w_{10} v_{10}$ były równe powierzchni $v_1 w_4 v_8$. Ciśnienie pary, pracującej z rozprężaniem wyraża linia $e_0 e_2 v_4 w_6 e_{10}$. Powierzchnia, wyrażająca nadmiar pracy, wynosi tutaj 270 mm^2, w pierwszym zaś wypadku tylko 170 mm^2. Tyleż natu-

---

*) Na początku i na końcu skoku tłoka do poruszania korby potrzebaby użyć siły nieskończenie wielkiej, to jest tak wielkiej, że wszelka siła jaką sobie można wyobrazić, byłaby jeszcze niedostateczną. Ponieważ takiej linii nie można pomieścić na rysunku, więc diagram przedstawiono obciętym w miejscach w_0 i w_{10}.

ralnie muszą wynosić i powierzchnie, wyrażające nadmiar oporu.

Im większemi są te powierzchnie, będące miarą niejednostajności ruchu, tem większem musi być koło zamachowe, którego wielkość zależy jeszcze od dopuszczalnej zmiany w szybkości ruchu przy danej pracy. Bardzo jednostajnej szybkości ruchu, a ztąd i wielkich kół zamachowych wymagają przędzalnie i papiernie; od tego bowiem zależy jednostajna grubość nici lub papieru, oraz młyny, w których kamienie szybko wirujące wskutek nabytej siły żywej nie mogą tak prędko zmieniać swej szybkości i z tego powodu koła pasowe lub zębate raz ciągną, drugi raz same są ciągnione, skąd wynikają szkodliwe wstrząśnienia i szybkie zużycie mechanizmu.

Najdokładniejszej jednak jednostajności ruchu wymagają maszyny do wytwarzania światła elektrycznego.

Osoba zamawiająca maszynę powinna się z góry porozumieć co do wielkości koła zamachowego, gdyż dostawca nie zawsze jest w stanie ocenić dla każdego wypadku dopuszczalną niejednostajność ruchu. Zwracamy więc uwagę na to, jak doniosłe znaczenie ma wielkość koła zamachowego i jak nieodpowiednią byłaby oszczędność pod tym względem.

W biegu maszyn przeznaczonych do obróbki drzewa lub metali i wogóle tam, gdzie niema ciężkich części wirujących, zmiany szybkości mogą dochodzić do 2,5%, w maszynach jednak wyż wymienionych nigdy nie powinny przekraczać 1%. Ze zwiększeniem wagi koła zamachowego wzrasta tarcie na wale i z tego powodu w wypadkach, gdzie wymaga się wielkiej jednostajności ruchu,

stawiają zwykle maszyny bliźniacze, lub sprzężone, w których różnice pomiędzy pracą i oporem wypadają mniejsze, niż w maszynach jednocylindrowych.

Największe koła zamachowe wypadają przy walcowniach, pompach wodnych i powietrznych, gdzie głównie potrzeba ujednostajnić wielkość oporów.

Koła zamachowe powinny być dobrze zrównoważone na wale, co jest szczególniej ważnem dla szybko wirujących. Często rolę kół zamachowych spełniają koła zębate, pasowe lub linkowe, których dzwono zostało w tym celu odpowiednio zgrubione. Małe koła zamachowe do 3 *m* średnicy, odlewają się w całości, większe zaś z dwóch, lub więcej części, łączących się po promieniach.

Największe ze znanych kół zamachowych mają do do 10 *m* w średnicy i wirują z szybkością 30 *m* na obwodzie. Szybkości tej nie wypada już powiększać, gdyż w przeciwnym razie kołu grozi rozerwanie od działania siły odśrodkowej.

i) Skraplacze z pompami.

22. Skraplaczami nazywamy naczynia w których para wychodząca z cylindra skrapla się przez zetknięcie z wodą zimną, lub ze ścianami chłodzonemi. Wskutek tego ciśnienie pary opada w cylindrze, jednak pozostaje zawsze cokolwiek większem, niż w samym skraplaczu. Aby różnicę tę o ile możności zmniejszyć, należy ustawiać skraplacz jaknajbliżej i poniżej cylindra.

Ściany skraplacza oraz rur do niego doprowadzadzających, jak również wszelkie połączenia muszą być

zupełnie szczelnemi, gdyż najmniejsza nieszczelność psując próżnię, zmniejsza skutek pracy maszyny. Bardzo właściwie zatem Watt umieszczał skraplacz w kadzi z wodą.

Do skraplaczów natryskowych woda bywa wpuszczaną przez sitko. Ponieważ jednak w sitku otwory łatwo się zatykają, lepszym od niego jest wentyl bronzowy Fig. 369, z którego wytryskująca woda, tworząc stożek, rozszerzający się ku górze, mięsza się najdokładniej z parą.

Ilość wody wytryskującej można miarkować przez odpowiednie nastawienie wentyla za pomocą śruby. Wałek śrubowy wentyla wraz z dławnicą są osadzone na rurze wodnej dla ochrony od przedostawania się powietrza. Jeszcze dogodniejsze urządzenie wskazuje Fig. 370, gdzie

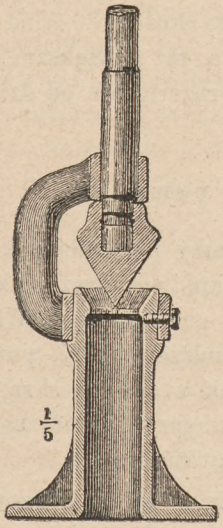


Fig. 369.

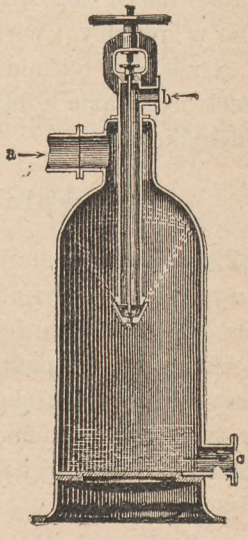


Fig. 370.

rura i wentyl zostały odwrócone. Woda zimna dopływa przez rurę *b*, para przez *a*, a rura *c* służy do odpływu mięszaniny.

23. Skraplacze powierzchniowe mają znaczenie doniosłe głównie na statkach morskich.

Woda morska zawiera średnio około 3% soli, tworzącej osad już wtedy, gdy wskutek parowania zawartość jej w wodzie wzrośnie do 12 ½ % pomimo, że punkt nasycenia odpowiada zawartości 37 ½ %. W bardzo przeto krótkim przeciągu czasu ściany kotła pokryłyby się skorupą, źle przepuszczającą ciepło, gdyby nie usuwano osadów przez częste, co dwie godziny przedmuchiwanie kotłów (niekiedy przez wypompowanie) (**11**,66). Ilość wody, jaką przy każdorazowem przedmuchiwaniu należy wypuścić, a potem zastąpić przez świeżą, zależy od zawartości soli w wodach różnych mórz. Zwykle wypuszcza się połowę całej zawartości kotła a na wodach indyjskich nawet do dwóch trzecich. O ilości tworzących się osadów można sądzić z tego, że na wielkich parowcach Europejsko-Amerykańskich, na których kotły pracują bez przedmuchiwania, osadza się po jednej podróży do 20 tonn soli.

Wypuszczanie wody ogrzanej powoduje bardzo wielką stratę na cieple i wiele innych niedogodności między innemi szkodliwie oddziaływa na trwałość kotła. Można jednak zasilać kocieł wodą destylowaną, a po dokonanej przez nią pracy w postaci pary, ponownie skraplać i doprowadzać do kotła. Przez takie zasilanie osięga się następujące korzyści:

1) Oszczędność na opale od 13 do 30%,

2) Zmniejszenie wymiarów kotłów wskutek lepszego przewodnictwa ciepła na powierzchniach ogrzewalnych,

3) Łatwiejsze i rzadsze czyszczenie kotła.

4) Zmniejszenie niebezpieczeństwa wybuchu, gdyż poziom wody w kotłach pozostaje prawie bez zmiany.

5) Lepsze utrzymanie cylindrów parowych, przez uwolnienie od szorstkiego osadu.

6) Oszczędność na kosztach przewozu opału. Przyjąwszy 25% oszczędności na opale, (co już wielokrotnie osięgano), otrzymamy dla statku o sile 500 koni parowych, licząc po 2 *kg* na konia i godzinę, podczas 14-dniowej jazdy oszczędność

$$\frac{14.24.2.500}{4} = 84000\,kg \text{ węgla}$$

7) Możność zastosowania pary o wysokiem ciśnieniu i rozprężaniu; przy zasilaniu zaś zwykłem, gdy ciśnienie pary przekroczy 2 *atm* osadzanie soli staje się tak szybkiem, że prawidłowa służba kotła staje się niemożliwą.

Ujemną stronę tego sposobu stanowi skrócona do lat zaledwie pięciu służba kotła, zamiast zwykłej dziewięcioletniej, sprawiają to smary uniesione z cylindra, które nagromadziwszy się w wodzie skroplonej, rozkładają się od gorąca i wydzielają kwasy, trawiące ściany kotła.

Powyżej wymienione zalety zasilania kotłów wodą skroploną, wywołały usilne starania o zbudowanie dobrego skraplacza powierzchniowego. Pierwsze skrapla-

cze powierzchniowe były zbudowane przez Newcomena (1705), następnie ulepszone przez Cartwrighta (1797), a zwłaszcza Napiera (1821), lecz dopiero około 1860 udało się wejść na drogę ku przezwyciężeniu olbrzymich trudności, spotykanych przy budowie skraplaczy powierzchniowych przez konstruktorów. Trudności te stanowiły:

Wielkie koszty nakładowe, wynoszące od 60 do do 120 rubli na konia parowego; wielki ciężar rur; konieczność dogodnego oraz szybkiego czyszczenia ich przy ilości ogólnej wynoszącej 500 do 4000 sztuk; trudność utrzymania szczelnych połączeń i zapobieżenia rdzewieniu rur; i wreszcie trudność szybkiej wymiany, lub naprawy rury uszkodzonej.

Wszystkie skraplacze powierzchniowe, używane dotąd w praktyce, można podzielić na dwa działy: pierwszy, w którym ciepło wydzielające się przy skraplaniu pary, pochłania woda chłodząca, pokrywająca odwrotną stronę rur i drugi, w którym to samo ciepło idzie na odparowanie wody zraszającej tylko rury skraplacza.

Z pośród pierwszych najbardziej jest rozpowszechnionym skraplacz Sewell'a, przedstawiony w przekroju na Fig. 371. Składa się on ze skrzyni o wielkiej ilości rur; woda chłodząca idzie z pompy przez *C*, robi trzy zawroty przez szeregi rur, do czego zmuszają ją przegrody *D* i *E*, aż nareszcie wypływa przez *F* na zewnątrz, unosząc ze sobą ciepło zabrane parze, która wszedłszy przez *A*, po skropleniu odpływa w postaci wody przez *B*. Rury, któremi przepływa woda chłodząca, są mosiężne, na 2 do 3 *m* długości, 20 *mm* średnicy zewnętrznej i po 1,5 *mm* grubości ścian, umiesz-

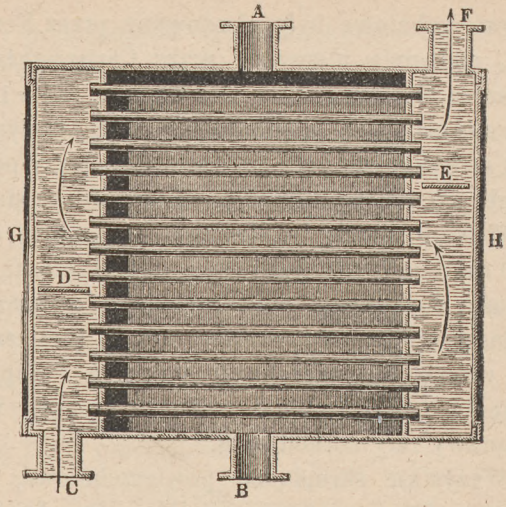


Fig. 371.

czone w odstępach co 10 *m/m*. Uszczelnienie ich wskazane na Fig. 372 dokonywa się za pomocą płyt gumowych, z których każda w odpowiednią liczbę otworów obejmuje po 40 do 50 rur. Otworami temi płyta nadziewa się na wystające końce rur i dociska do ściany sitowej za pomocą kraty z żelaza lanego, zaopatrzonej w odpowiednio wystające żebra. Woda chłodząca przyciska do rur odchylone brzegi płyty gumowej i w ten sposób jeszcze je mocniej uszczelnia. Pokrywy boczne *G* i *H* po odjęciu dają dostęp do rur.

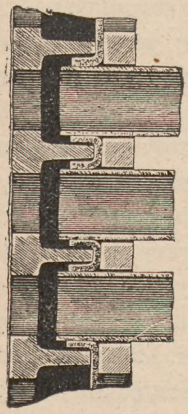


Fig. 372.

Z takiego skraplacza do maszyny 200 konnej, można wyjąć wszystkie rury w liczbie około 4000 sztuk, oczyścić i na nowo osadzić, w przeciągu czterech godzin.

Z drugiego rodzaju w największem użyciu są skraplacze Pirssona, między innemi i na statkach wojennych francuzkich, posiadające tę zaletę, że w razie złego działania można je łatwo zamieniać na skraplacze zwyczajne.

Na zasadzie danych wiarogodnych można powiedzieć, że skraplacze powierzchniowe (rurkowe) dają co najmniej równe, jeżeli nie lepsze rozrzedzenie (vacuum) niż zwyczajne, do czego jednak potrzeba, aby:

1) powierzchnia chłodząca wynosiła po 0,17 do 0,22 m^2 na konia parowego (indykowánego); 2) ilość wody chłodzącej była $1^1/_2$ do 2 razy większą, niż w skraplaczach zwyczajnych; 3) pompa zaś powietrzna może być mniejszą o $^1/_2$ do $^2/_3$.

4) Skraplacze powierzchniowe budują także i z płaskiemi powierzchniami ochładzającemi, stosują również wieże chłodzące, rodzaj tężni sztucznych, w których woda spadając na dół studzi się prądem powietrza, pędzonego przez wentylator, co daje znaczną oszczędność na ilości wody potrzebnej do skraplania.

24. Fig. 373 wskazuje urządzenie skraplacza, działającego bez pompy powietrznej, jeżeli woda chłodząca ma swobodny odpływ. Skraplacz ten ma służyć do częściowego skraplania pary w maszynach, pracujących z rozprężaniem poniżej jednej atmosfery, a to głównie w tym celu, aby zabezpieczyć cylinder od dopływu po-

wietrza. Skraplacz działa w sposób następujący: Para zużyta wypływa z cylindra poziomego *A A* kurkami *B B* (przyrząd rozdzielczy Corlissa) do komór *C C*, przechodząc do koła rurek *D D* z drobnemi otworkami, któremi pompa wtryskuje drobniutkie strumienie wody, rozpoczynając przed każdem otwarciem kurków wylotowych, a kończąc współcześnie z ich zamknięciem. Wtedy otwiera się zamknięta dotychczas klapa *E* i wypuszcza całą zawartość komory *C* do przestrzeni większej *F*, a stamtąd do rury odpływowej *G*. Naczynia *C C* muszą być dostatecznie wielkie, aby pomieściły całą ilość wody wtłoczonej, oraz pary.

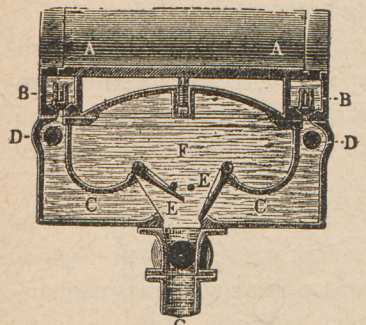


Fig. 373.

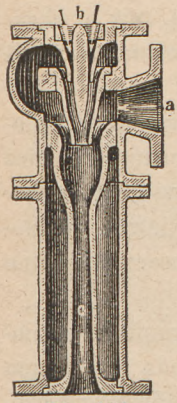


Fig. 374.

25. Fig. 374 podaje rodzaj smoczka Giffarda (II,27) zastosowany przez Körtinga do skraplania pary zużytej, która przypływa otworem *a* i styka się ze strumieniem wody zimnej, wtryskiwanej przez *b*. Przy zetknięciu para się skrapla, a pęd wody ma jeszcze dosyć siły na wyparcie tej mięszaniny przez *C*, i zastąpienie w ten sposób pompy powietrznej.

Przy zastosowaniu do maszyn o bardzo nizkiem ciśnieniu pary, należy ich skraplacze łączyć rurą pa-

rową bezpośrednio z kotłem, aby przed puszczeniem maszyny w ruch można było wydmuchać powietrze ze skraplacza.

26. O urządzeniu pomp powietrznych było już powiedziane przy opisie tłoków, gdzie nawet został podany i wentyl ssący (Fig. 366), obecnie najczęściej używany. Przy pompach pionowych stawia się jeszcze taki sam wentyl na pokrywie górnej, przez co działanie pompy staje się o wiele skuteczniejszem.

Pompy poziome, jak np. na Fig. 299, bywają przeważnie o podwójnem działaniu i mają z każdej strony tłoka po jednym wentylu ssącym i po jednym tłoczącym.

Pompy zasilające do kotłów, oraz pompy wodne do skraplaczów miewają często pełne tłoki nurkowe, łatwiejsze do wykonania i utrzymania w dobrym stanie od zwyczajnych tłoków płaskich.

Głównemi warunkami, jakim winny odpowiadać pompy przy maszynach parowych, są szczelność tłoków i wentyli, tudzież łatwość ich rozbiórki i naprawy.

27. Działanie pomp zasilających musi być często w czasie ruchu maszyny wstrzymywane i znów przywracane. Do tego celu służy niekiedy urządzenie, powstrzymujące działanie wentyla ssącego, które jakkolwiek jest bardzo dogodnem, jednak niewłaściwem, gdyż maszyna nie przestaje zużywać pracy na poruszanie tłoka, skutkiem czego powstaje nieustanna gra wody w rurze ssącej, zdzieranie się pakunków, a co najgorsze, że pompa wsysa powietrze, a z niem kurz i drobne ciała obce, które mogą łatwo osiąść pomiędzy wentylem i jego siedliskiem.

Do pomp wolnochodzących lepszem jest urządzenie, podane na Fig. 375. Pomiędzy trzon *a c* i tłok *e*

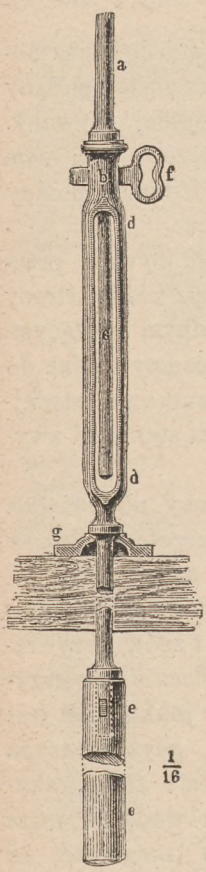


Fig. 375.

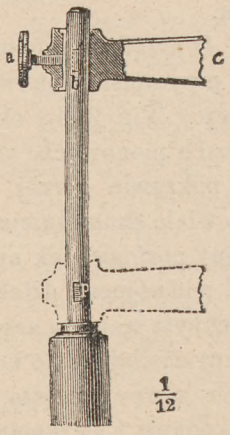


Fig. 376.

pompy wstawiona jest część pośrednia *d*, w której trzon może się swobodnie suwać, dopóki nie będzie z nią połączony przez wsunięcie klina *f*, klin ten powinien być na końcu zwężony, aby go łatwiej można było wsunąć ręcznie podczas biegu. Po wsunięciu pobija się go niekiedy młotkiem drewnianym, aby mocniej siedział.

Żeby ułatwić chwytanie trzona pompy bardzo pomocną jest śruba naciskowa *a*, przedstawiona na Fig. 376.

Gdy ramię *c* zaczyna się wznosić do góry, wówczas zakręca się śrubę, która naciskając na trzon *b* zabiera go ze sobą. W chwili dojścia do położenia górnego, należy śrubę odkręcić, aby ramię *c* przy ruchu powrotnym oparło się o występ tłoka, któremu woda nie daje opaść na dół, i wtedy już zakręcić ją na stałe, a dopiero potem wsunąć klin *p*. Aby nie skaleczyć trzona tłokowego, śruba naciska nie bezpośrednio, ale przez podkładkę *b*.

Przy maszynach szybko chodzących do poruszania pompy należy użyć wału pośredniego z ruchem wolniejszym, przenoszonym z wału głównego za pośrednictwem krążków tarciowych (frykcyjnych), lub kół zębatych starannie frezowanych.

Doświadczenie przekonało, że pompy bywają najczęstszą przyczyną przerw w ruchu maszyn. Należy więc zwracać na nie szczególniejszą uwagę, i w tym celu umieszczać w miejscach łatwo dostępnych i widocznych, nie ulegając fałszywym względom estetycznym, skłaniającym nieraz do usuwania pomp w ciasne i ciemne kąty.

k) Regulator.

28. Prawie wszystkie regulatory przy maszynach parowych działają sposobem opisanym w rozdziale **17**,6. Trafiają się wprawdzie regulatory, działające nie za pomocą siły odśrodkowej, lecz na innej zasadzie np. oporu powietrza lub płynów, zmieniającego się zależnie od szybkości; — podobne jednak urządzenia nie wyszły jeszcze z okresu doświadczeń lub ograniczonego zastosowania.

Regulatory odśrodkowe bywają bardzo rozmaicie urządzone i dla tego wybór najodpowiedniejszego do danych warunków nie jest wcale łatwym, jakkolwiek niektóre fabryki obrały sobie za specyalność budowę regulatorów i rozsyłane przez nie prospekty znacznie ten wybór ułatwiają.

Każdy regulator odśrodkowy zaczyna działać dopiero wówczas, gdy ruch silnicy staje się nieprawidłowym. Niema jednak regulatorów, któreby stanowczo zabezpieczały maszynę od zmian w prędkości obrotu, różnice zaś w ich ustrojach mają na celu większe lub mniejsze ograniczenie tych zmian.

Różnica pomiędzy szybkością właściwą a najmniejszą, lub największą, dopuszczalną przez dany regulator, wyrażona w odsetkach szybkości właściwej, nazywa się miarą, lub stopniem niejednostajności ruchu (**20**,21).

Miarkowanie szybkości ruchu maszyny, czy to przez nastawianie przepustnicy, czy też przez oddziaływanie na przyrząd rozdzielczy, wymaga pewnej pracy, którą musi wykonać regulator. Ta ilość pracy mechanicznej, jaką jest w stanie wykonać regulator, podnosząc się ze swego położenia najniższego do najwyższego, wskutek nagłej zmiany szybkości ruchu, nazywa się jego energią.

Im mniejszy ma być stopień niejednostajności ruchu danego regulatora, tem większym musi być jego ciężar, aby mógł wykonać potrzebną ilość pracy, czyli im jednostajniej ma się obracać maszyna, tem większym musi być jej regulator.

29. Regulator Watt'a umieszczony na Fig. 237 posiada bardzo wielki stopień niejednostajności ruchu, chyba że kąt odchylenia przyjmiemy bardzo nieznaczny.

Pod tym względem lepszym jest regulator Fig. 377, tak zwany pseudoparaboliczny dla tego, że jego kule odchylają się po krzywej podobnej do paraboli. Stopień niejednostajności ruchu tego regulatora można zmieniać w szerokich granicach przez większe, lub mniejsze skrzyżowanie ramion.

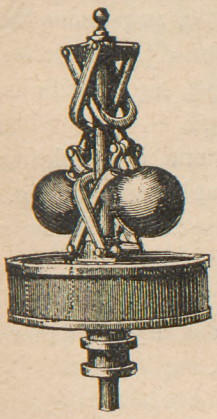


Fig. 377.

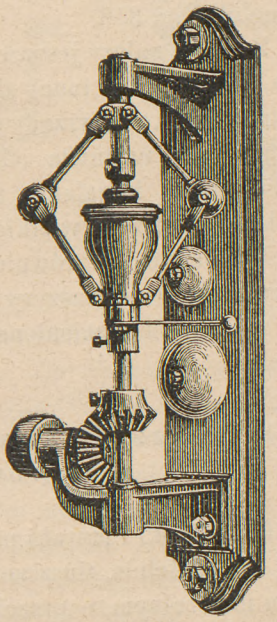


Fig. 378.

Na Fig. 378 widać regulator z dzwonkami ostrzegającemi, gdy szybkość ruchu przekracza oznaczone grani-

ce. W tym celu na gruszce regulatora jest stale umocowany drucik z kulką na końcu, która przy zbytniem opadaniu regulatora uderza w dzwonek duży, a przy podnoszeniu się nadmiernem w dzwonek mały. Dzwonki dają się dowolnie nastawiać przez przesuwanie w szczelinach deski.

Na Fig. 301 znajduje się tak zwany Kosinus-regulator, działający bezpośrednio na wentyl, znajdujący się pod nim w rurze parowej. Podobnie działa regulator na lokomobili Fig. 316.

Zwrócić należy jeszcze uwagę na regulatory, (Pröllа, Bussa, Hartmana i inne) działające pośrednio, to jest włączające tylko przyrządy pośrednie, za pomocą których sama maszyna nastawia odpowiednio przepustnicę, lub rozdział pary. Regulatory te nadają się głównie w tych razach, gdy potrzeba wielkiej energii.

Wspomnieć tu również wypada o regulatorze na kole zamachowem, maszyny Westinghouse'a na Fig. 306, który w takiej lub zmienionej formie znalazł liczne zastosowania.

l) Przyrządy smarne do cylindrów parowych.

30. Tłoki i suwaki należy smarować często, a najlepiej samodzielnie, tłuszczami wolnemi od kwasów, lub olejem mineralnym, w przeciwnym bowiem razie części te chodziłyby ciężko i nadmiernie by się zużywały.

Dawniejsze urządzenie oliwiarki cylindrowej widać na Fig. 379 i 380. Kurek *2* pusty wewnątrz ma dwa

otwory *a* i *b*, w położeniu wskazanem na rysunku otwór *a* stoi pod otworem naczyńka górnego *1*, z którego smar wlewa się do wnętrza kurka. Obróciwszy następnie kurek tak, aby otwór *b* stanął nad rurką *4*, prowadzącą do cylindra, wypuścimy tam całą zawartość smaru; przyczem jednak para ma odcięty wylot na zewnątrz do *1*. Korbka *5* z czopem służy do poruszania kurka ze stanowiska maszynisty za pośrednictwem pociągacza.

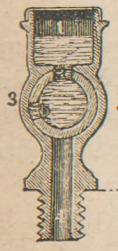


Fig. 379.

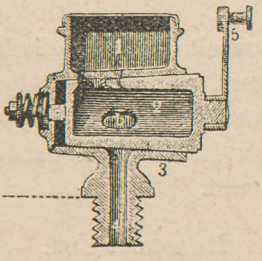


Fig. 380.

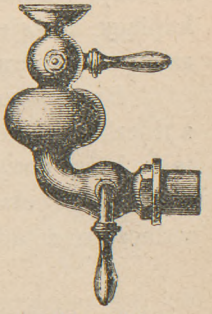


Fig. 381.

Obecnie robią te oliwiarki zazwyczaj z dwoma kurkami, jak wskazuje Fig. 381. Do napełnienia tej oliwiarki zamyka się kurek dolny, a otwiera górny; poczem odwrotnie, gdy zamkniemy górny, a otworzymy dolny, wówczas wszystek smar spłynie do cylindra. Oliwiarki te można zakładać albo z boku cylindra, jak widać na rysunku, albo na wierzchu, podobnie jak poprzednią. Tłoki z pakunkiem konopnym wymagają obfitszego smarowania niż z opaskami metalowemi, dla których podczas niezbyt szybkiego ruchu wystarcza zwykle zwilżanie wodą, skraplającą się z pary, potrzebują zatem takich

przyrządów smarnych, któreby podczas właściwej pracy maszyny nie smarowały wcale lub tylko bardzo mało, zaczynały zaś działać obficie przy biegu maszyny bez pary lub z osłabionym jej przypływem, czego bardzo często zachodzi potrzeba w parowozach biegnących z rozpędzonym pociągiem na spadkach drogi lub przy zbliżaniu się do stacyi.

Tego rodzaju oliwiarki bywają umieszczone na rurze, doprowadzającej parę, i w ten sposób smar, powolnie kapiący, dostaje się najprzód do suwaków, a ztamtąd do samego cylindra.

Bardzo rozpowszechniły się oliwiarki Mollerupa z tłoczkami, naciskanemi za pomocą śruby i kółka zębatego, które otrzymuje ruch przez drążek, przyczepiony do trzona suwakowego i wskutek tego bardzo jednostajnie wtłacza smar do cylindra.

m) Fundament.

31. Maszyna parowa, jeżeli nie jest umocowana na kotle parowym musi spoczywać na fundamencie odpowiednio ciężkim, zbudowanym z kamienia ciosowego, cegły lub kamieni łupanych, na zaprawie cementowej. Porządek wymienionych materyałów odpowiada względnej ich dobroci. W nowszych czasach zaczęto budować fundamenty z betonu, głównie w celu oszczędności.

Jako przykład potężnego fundamentu betonowego przytaczają zbudowany w prowincyach nadreńskich do maszyny bliźniaczej o sile 300 koni. Fundament mający 130 metrów sześciennych objętości, a ważący 5000 centnarów, został wykonanym za sumę 4272 marek, gdy mu-

rowany z kamieni, z częściowem betonowaniem byłby kosztował 8166 marek.

Na fundamencie tym pod łożyska wału korbowego były podłożone płyty z piaskowca. Wzór fundamentu pod małą maszynę parową z cylindrem o 260 *m m* średnicy i 270 *m m* skoku widzimy na Fig. 382 w przekroju po

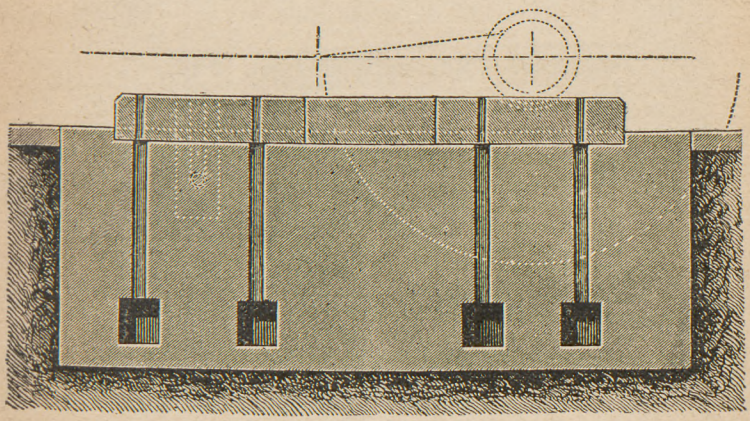


Fig. 382.

linii *A B* przez otwory na kotwy na Fig. 383 w planie, oraz na Fig. 384 i 385 w dwóch przekrojach poprzecznych. Cały fundament jest zbudowanym z cegły, a tylko pod płytą fundamentową ułożoną została podstawa z trzech kawałków kamienia ciosowego, czwarty zaś leży pod łożyskiem wału korbowego. Kamień ciosowy używa się w tym celu, aby ochronić cement muru od niszczącego działania kwasów, wytwarzających się z rozkładu smarów, ściekających z panwi maszynowych.

Na umieszczenie śrub kotwowych (ankrowych) pozostawia się w murze otwory o przekroju kwadratowym. W tym celu podczas murowania wstawia się w odpowiednie

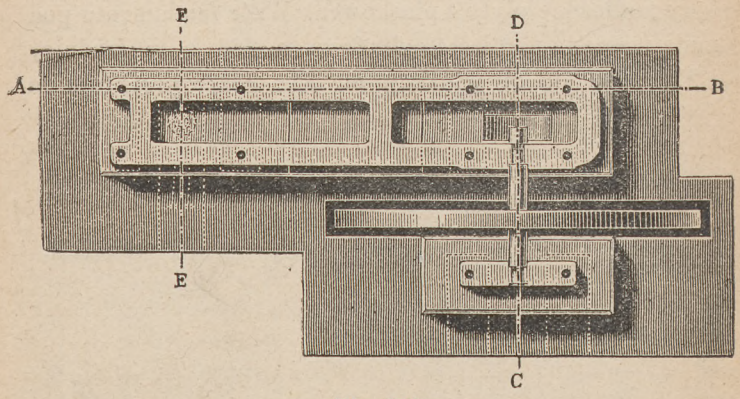


Fig. 383.

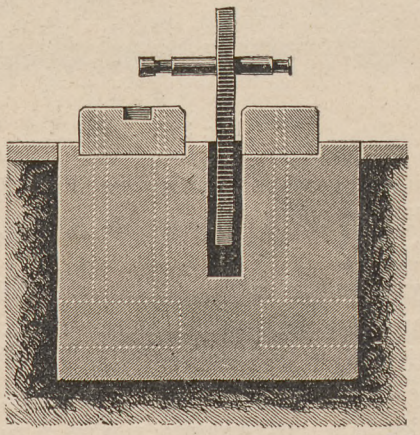


Fig. 384.

miejsca łaty drewniane o przekroju, odpowiadającym przekrojowi otworu żądanego. Łaty te co pewien czas podczas murowania należy poruszać, aby po ukończeniu roboty łatwiej dały się wyjąć. Można również wstawiać zamiast łat rury zbite z deszczułek, które już pozostają na zawsze w swych miejscach. Przy fundamentach betonowych używa się w tym celu rur z żelaza lanego, które się wyciąga po ukończeniu roboty. W dole fundamentów pozostawia się kanały o znacznym przekroju, dostępne z boku do wstawienia płyt, utrzymujących kotwy. Płyty te mają otwory, albo odpowiadające przekrojowi kotew, gdy te mają być utrzymywane za pomocą klinów lub też podłużne do wstawienia podłużnych również głów kotew, które po obróceniu na 90° opierają się silnie na płytach. Ostatni ten sposób używa się głównie w tych razach, gdy dostęp do kanałów dolnych byłby utrudniony lub nawet zupełnie niemożliwy. W płytkich fundamentach kotwy umocowuje się w ten sposób, że końce ich, stożkowo zgrubione i z ponacinanemi wąsami, wstawia się do zagłębień, wyciętych w kamieniu, również ze stożkowem rozszerzeniem ku dołowi, i zalewa się ołowiem.

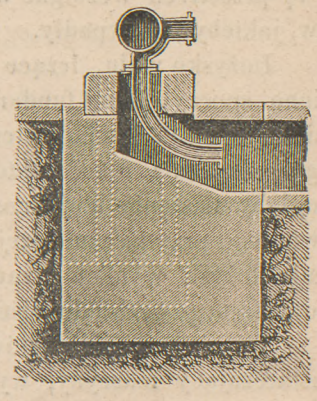


Fig. 385.

Na koło zamachowe potrzeba pozostawić we fundamencie odpowiednie zagłębienie, jak widać na Fig. 384 i 385. Jeżeli wymiary tego zagłębienia wypadają tak znaczne, że zachodzi obawa przedostawania się wody zaskórnej, wówczas należy robić obmurowanie ze szczególną starannością i na mocnym cemencie. Odstęp od obwodu koła zamachowego do dna zagłębienia powinien wynosić 150 do 200 *mm* a przy wielkich kołach pożądanem jest nawet 300 do 400 *mm*, aby człowiek mógł się w tę przestrzeń wczołgać w celu uprzątnięcia przedmiotów, jakieby tam wpadły.

Łożysko wału, leżące za kołem zamachowem, powinno spoczywać na fundamencie, stanowiącym nierozdzielną całość z fundamentem głównym. Gdyby nie było tego połączenia fundamentów, lub było nie dość mocne, mogłoby nastąpić niejednostajne osiadanie, a w następstwie tego przy najmniejszej zmianie wzajemnego położenia łożysk wynika grzanie się czopów, skutkiem niejednostajnego rozkładu ciśnień na panwie.

Wymiary fundamentów powinien podać fabrykant dostarczający maszyny, wykonanie zaś należy do budowniczego, który powinien orzec, czy dany grunt nie wymaga jeszcze ułożenia pod fundamentem belek podwalinowych lub nawet zabicia pali.

Do zaprawy cementowej należy używać mieszaniny z 1. części cementu na $2^1/_2$ części piasku kwarcowego. Cegły powinny być mocno wypalone (klinkier) i bez zawartości wapna, które je rozsadza, mniej wypalone należy kłaść do środka. Przed użyciem do murowania cegły

winny być dobrze namoczone, aby cement miał zkąd czerpać wilgoć, potrzebną mu do stwardnienia.

Fundament maszyny nie powinien się łączyć z fundamentem budynku, aby jego drgania podczas ruchu nie udzielały się ścianom. Szczególnie baczyć na to należy przy urządzeniach elektrycznych w domach mieszkalnych i hotelach. Zauważono, że maszyny stojące, sprawiają mniej wstrząśnień od leżących.

ROZDZIAŁ XXI.

Transmisje i ich obsługa.

1. Transmisją nazywamy przyrządy, za pomocą których praca wytwarzana przez motor, przenosi się na maszyny robocze.

Tutaj należą:

a) Wały ze swemi łożyskami,

b) Koła zębate,

c) Pasy,

d) Linki druciane lub konopne.

Przy projektowaniu i wykonywaniu transmisji należy kierować się następującemi zasadami:

Ilość wałów i kół powinna być możliwie najmniejszą, a ciężar ich nie większy nad niezbędną potrzebę ze względu na wytrzymałość (*).

(*) Zdarza się często, że oznaczywszy przy zamówieniu cenę od wagi, otrzymuje się wszystkie części niepomiernie grube.

Wały długie, służące do przenoszenia pracy powinny być podparte przez łożyska, rozstawione na odpowiednich odległościach, przyczem połączenia, oraz koła zębate lub pasowe, należy umieszczać w blizkości łożysk, aby uniknąć przeginania się wału. Osadzanie kół na końcach wału, zwieszających się po za łożyskiem, może być dopuszczone tylko w razach nieuniknionej konieczności i tylko na wałach dostatecznie grubych. Najczęściej wystarcza rozstawienie łożysk na odległości 2,5 do 3 *m*.

Wszystkie części szybko obracające się należy zrównoważyć, przewaga bowiem jednostronna, sprawiałaby pod wpływem siły odśrodkowej ciągłe drganie.

Części wystające przy wałach, połączeniach i kołach, zwłaszcza główki śrub i kliny, (jeżeli uniknąć ich nie można), należy pokrywać kapturami okrągłemi, gdyż bywają one często przyczyną wypadków nieszczęśliwych. Wogóle ogradzać należy wszystkie części maszyn, przedstawiające jakiekolwiek niebezpieczeństwo.

a) Wały i łożyska.

2. Dla nowozakładnych transmisyj, można dowolnie w rozległych granicach wybierać liczbę obrotów, gdyż przez odpowiednie przeniesienie można zawsze udzielić żądaną szybkość maszynom roboczym. Przy wyborze liczby obrotów wału należy pamiętać, że im większa będzie jego szybkość obrotu, przy jednakowej liczbie koni parowych przesyłanej pracy, tem cieńszym wypadnie sam wał i mniejszemi koła pasowe, a zatem i mniejszym koszt urządzenia całej transmisji. Natomiast wykonanie i ułożenie takiej transmisji szybko

chodzącej, musi być o wiele staranniejszem, szczególnie pod względem zrównoważenia części ruchomych.

Szybkość obrotu transmisji musi być również zastosowaną w pewnym stopniu do szybkości ruchów maszyn roboczych i tak np. maszyny do obróbki drzewa miewają transmisje robiące po 200 do 300 obrotów na minutę, gdy tymczasem przy maszynach do obróbki metalów, jako poruszających się wolniej, wały transmisyjne robią po 75 do 150 obrotów na minutę.

3. Jakkolwiek ustawienie wałów transmisyjnych nie należy do maszynisty, to jednak powinien on umieć sprawdzać, czy zachowały one swe położenie właściwe i czy dobrze pracują.

Błędy grube same ujawniają się przez złe zachwytywanie kół zębatych (*); spadanie pasów, poruszanie się łożysk; jednostronne zużywanie się panwi; grzanie czopów, pomimo obfitego smarowania; skrzyp, trzask lub przesuwanie się połączeń.

Do wykrycia niedokładności drobniejszych używa się libelli, za pomocą której można sprawdzać wały nie tylko poziome, ale nawet i pionowe z dodaniem dokładnej węgielnicy, jeżeli libella nie posiada dostatecznie długiej krawędzi pionowej. Podtrzymując libellę, ustawioną na wale i obracając go powolnie można się przekonać czy wał jest prosty lub zgięty. Do sprawdzania wałów pionowych może służyć pion ciężarkowy Fig. 386.

(*) Kołatanie kół zębatych bywa następstwem zbyt małego koła zamachowego, co można poznać po wycieraniu się tylnej części zębów (21,21).

4. Równoległość dwóch wałów można sprawdzić, mierząc w różnych miejscach odległość pomiędzy niemi; do czego przy mniejszych odległościach używa się prętów drewnianych, a przy większych drutu cienkiego. Jeszcze łatwiej i pewniej można to robić za pomocą sznurka, naciągniętego prostopadle do wałów.

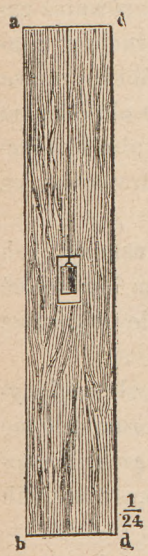


Fig. 386.

Przypuśćmy, że potrzeba sprawdzić, czy wał *B* na Fig. 387, otrzymujący ruch od wału głównego *A*, jest do niego równoległym. W tym celu na odległości około 10 *mm* nad wałami przeciągamy cienki sznurek *C*, przymocowując go do ścian budynku. Następnie do wału *A* przytwierdzamy kleszczami hak *D* z grubego drutu tak, aby swym kolcem dotykał sznurka. Jeżeli po do dokonaniu prawie pół obrotu wału *A*, kolec haka w położeniu na figurze oznaczonem liniami kropkowanemi będzie także dotykał sznurka, stanowi to dowód, że kierunek sznurka jest prostopadłym do wału *A*. W przeciwnym razie należy koniec sznurka *m* i *n* stosownie przesunąć, aby żądane oba zetknięcia z kolcem haka otrzymać. Jeżeli w dalszym ciągu przekonamy się, że taki sam hak *E* przymocowany do wału *B* styka się ze sznurkiem w jednem położeniu, a w drugiem (kropkowanem) nie, to znaczy, że wał *B* nie jest prostopadłym do kierunku sznurka *C*, a tem samem i nie równoległym do wału *A*;

należy przeto położenie jego poprawić przez odpowiednie przestawienie łożysk.

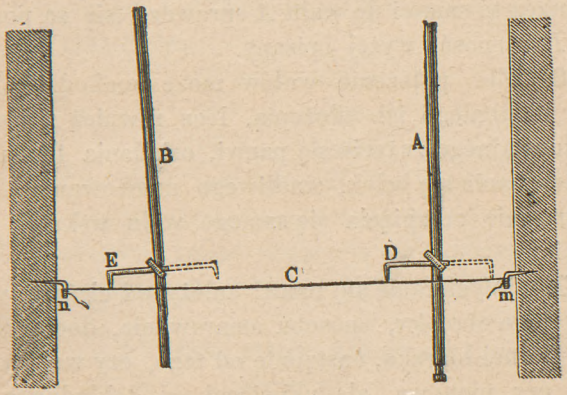


Fig. 387.

5. Chcąc sprawdzić, czy wał *B* na Fig. 388 jest prostopadłym do wału *A* naciąga się sznurek *C* w ten

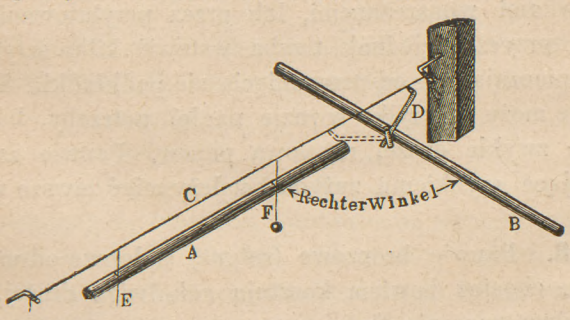


Fig. 388.

sposób, aby opuszczone od niego piony *E* i *F* dotykały wału *A*, czyli żeby sznurek *C* leżał w jednej płaszczyznie

pionowej z tym brzegiem wału, do którego dotykają sznurki pionów *E* i *F*. Prostopadłość zaś wału *B* do sznurka *C*, a przez to samo i do wału *A* sprawdza się za pomocą haka *D* w sposób wyżej opisany.

6. Złe położenie wałów może pochodzić nietylko z niedbałego ich ułożenia, lecz również z powodu niejednostajnego zużycia się panwi, osiadania fundamentów, zsychania się belek, wadliwego umocowania łożysk lub wreszcie od zgięcia się samego wału wskutek przeciążenia.

7. Wycieranie się panwi zależy od ciężaru wału, liczby jego obrotów, sposobu smarowania, dociągnięcia części górnej łożyska, następnie od tego, czy wał jest poziomy czy pionowy, ale najwięcej od dokładnego ułożenia.

Po pewnem zużyciu się panwi należy je od tyłu zgrubić przez przymomocowanie podkładek na śrubki z główkami wpuszczanemi, lub przez przylutowanie na cynę, przyczem jednak trzeba wstawić kilka sztyftów, zabezpieczających od przesunięcia się podkładki. Takie łatanie może ujść tylko w razie nagłej potrzeby, bo kosztuje zwykle drożej, niż nowa panew. Panwie zatem, ulegające szybkiemu zużyciu, należy mieć zawsze w zapasie.

8. Panwie bronzowe (rotgus) są lepsze od mosiężnych, chociaż bowiem kosztują cokolwiek drożej, ale zato służą znacznie dłużej.

Scholl zaleca używanie bronzu wypróbowanego przez siebie, a składającego się z

78 części miedzi i
22 „ cyny

Fabrykanci angielscy używają następującego stopu, zwanego Gun Metall:

76 części miedzi
12 „ cyny
12 „ cynku

Ciężkie wały poziome jak np. przy kołach wodnych układają się często na panwiach z drzewa gwajakowego. Walcownie żelaza posługują się panwiami ołowianemi, wymagającemi jednak ciągłego zwilżania i studzenia. Na

97 części ołowiu dodaje się
3 „ bizmutu

Stop ten nie daje się obrabiać, należy go więc odlewać w bardzo dokładne formy, albo nawet wprost w stalugi łożyska, na których wylepia się odpowiednią formę.

Z pośród wielu innych stopów, odpowiednich do transmisji, zasługuje na uwagę następujący:

miedzi	1 część
antymonu	2 „
cyny	33 do 39 „

odznaczający się taniością nieznacznem tarciem, trwałością oraz łatwością obróbki. Nie należy jednak roztapiać odrazu wszystkich części składowych tej mieszaniny, lecz najprzód zmieszać 1 część miedzi, 2 części antymonu i 3 części cyny, a dopiero na każdy kilogram tej mieszaniny roztopionej dodawać po 5 do 6 *kg* cyny.

Stop ten zachowuje swą trwałość jeszcze przy stosunku następującym

9 części miedzi
18 „ antymonu i
73 „ cyny

Stopy, w których główną część składową stanowi cynk, są tańsze od poprzednich, wymagają jednak wielkiej uwagi przy topieniu i odlewaniu, aby się cynk nie wypalał, wtedy bowiem, pomimo wielkiej zawartości miedzi i antymonu, otrzymuje się stop barwy brudnoszarej, dziurkowaty, kruchy i nie dający się obrabiać. Wogóle stop ten ma własność tworzenia w odlewach pod lejami mnóstwa pęcherzyków, czemu można zapobiedz przez robienie dużych nadlewów i niską temperaturę stopu, wlewanego do form. Skład tego stopu jest następujący:

5 części miedzi
10 „ antymonu
85 „ cynku

Topienie tej mieszaniny dokonywa się najlepiej w porządku następującym: Najprzód roztapia się samą miedź w tyglu takiej wielkości, aby mogła się pomieścić cała mieszanina. Współcześnie w innym tyglu roztapia się cynk, następnie dodaje się doń antymon i po zupełnem roztopieniu przelewa się do tygla z miedzią.

W ostatnich czasach rozpowszechniają się coraz bardziej łożyska Sellers'a z panwiami długiemi z żelaza lanego, wycierającemi się nadzwyczaj mało z powodu nieznacznego ciśnienia wypadającego na jednostkę powierzchni.

9. Wały pionowe należy zaopatrywać w oddzielne czopy stopowe ze stali, osadzone z wielką starannością. Jeżeli czopy te wspierają się na płytkach również stalowych, zwanych podstopkami, wówczas należy wyrobić każde z innego rodzaju stali, lub przynajmniej nie jednakowo je zahartować. Czopy powinny być zahartowane możliwie najtwardziej.

Czopy stopowe wstawia się do gniazd bronzowych, na dnie których są osadzone nieruchomo podstopki. Krawędź górna gniazda rozszerza się, tworząc kielich na smar, spływający na dno gniazda rowkami pionowemi, wyciętemi na jego powierzchni wewnętrznej. Od dna gniazda idzie rurka, odprowadzająca smar zużyty. W razie niedostatecznego smarowania czop od tarcia rozgrzewa się, mięknie, często nawet się rozszerza i ukręca się lub zlewa z podstopkiem.

10. Przez źle zrozumianą oszczędność używają niekiedy do smarowania olejów w złym gatunku; dość jest jednak zrobić próbę, aby się przekonać, że używając olejów najlepszych, można utrzymać mechanizmy w stanie doskonałym przy znacznie mniejszym rozchodzie. Należy jednak, aby na każdej panwi była założoną dobra oliwiarka, zapobiegająca rozlewaniu się oleju, chroniąca od dostępu kurzu i zapewniająca jednostajny dopływ smaru.

Powołując się na uwagi wypowiedziane we wstępie do części pierwszej niniejszego dzieła zalecamy, jako środek zapobiegający marnowaniu smaru, dopuszczenie dozorcy do udziału w oszczędności, osiągniętej bez szkody dla mechanizmów.

Oliwiarka, podana na Fig. 389 doskonale odpowiada swemu przeznaczeniu nie jest bowiem wywrotna,

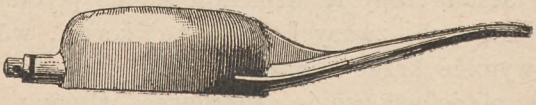


Fig. 389.

a choćby ją upuścić, to wycieknie z niej zaledwie kilka kropel oleju; przy użyciu nie dopuszcza również przelania zbytniej jego ilości. Oliwiarki takie wyrabiają z cienkiej blachy miedzianej; od tyłu posiadają one dwa otwory, zamykane śrubkami i uszczelnione krążkami gumowemi. Przy napełnianiu oliwiarki należy odkręcić obie śrubki, gdy bowiem jednym otworem wlewa się olej, wówczas drugim uchodzi powietrze. Po zatkaniu tych otworów, przy każdem przechyleniu oliwiarki, wycieka z niej tyle tylko oleju, na ile pozwala rozrzedzenie powietrza, pozostałego wewnątrz; chcąc zaś wylać więcej należy naciskać palcami oba dna płaskie oliwiarki.

Po fabrykach napotyka się bardzo wiele innych urządzeń oliwiarki, mających również na celu udogodnienie obsługi i oszczędność w rozchodzie smaru.

Korytka, służące do zbierania smaru ściekającego, należy podstawiać wszędzie, gdzie cieknięcie zachodzi i w porę je opróżniać.

Otworki smarne należy często przetykać i czyścić, jak również i rowki na powierzchniach trących się, służące do jednostajnego rozprowadzania smaru, w których olej tężeje i zapieka się. Do usunięcia tych resztek wy-

starcza zwilżenie naftą. Jeżeli połówki panew nie stykają się ze sobą, lecz pozostają pomiędzy niemi szczeliny, to należy założyć je deszczułkami grabowemi odpowiedniej grubości, zapobiegającemi nadmiernemu ściskaniu, co przeszkadzałoby dostawaniu się smaru pomiędzy powierzchnie trące i mogłyby spowodować zatarcie wału lub panwi (**23**,12).

11. Przy wałach korbowych, na statkach parowych i t. p. wskutek ciągłych drgań luzują się mutry, dociągające górne części łożysk, czego należy unikać, gdyż mogłoby to doprowadzić do wstrząśnień niebezpiecznych. Istnieje wiele urządzeń, mających zapobiegać odkręcaniu się muter jak np. zakładanie podwójnych kluczów śrubowych, przeciwmuter, kółek zatrzaskowych i w. in. Żadne z nich jednak nie jest tak dobre, jak podane na Fig. 390. Mutra *B* ma od spodu zatoczenie okrągłe, na które nasadza się obrączka *c* z wkręconym czopikiem *a*, który się wstawia w zagłębienie, wywiercone w łożysku *D* i powstrzymuje obrączkę od obracania się. Po dostatecznem dokręceniu mutry, zakręca się śrubkę *b*, która ostrym swym końcem wgniata się w mutrę i nie pozwala jej się luzować.

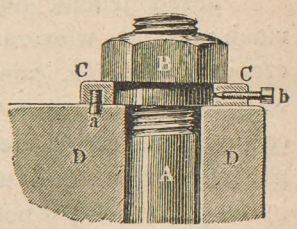


Fig. 390.

12. Gdyby wał wskutek osiadania fundamentów, lub paczenia się ścian, wyszedł z właściwego położenia, należy wyregulować jego podparcie, przez danie podkładek pod kozły łożyskowe, albo przez podlanie ołowiem,

lub cementem po uprzedniem nastawieniu za pomocą klinów. Nie należy poprzestać na podklinowaniu bez zalania, gdyż kliny łatwo mogłyby się wysunąć, narażając kozieł na złamanie.

Śruby, przytwierdzające kozły łożyskowe do belek, powinnny spoczywać na podkładkach najlepiej z żelaza lanego, mających co najmniej po 16 *cm* w kwadracie i posiadać na końcach mocne zatyczki, chroniące je od obracania się.

Aby zapobiedz przesuwaniu się łożysk na boki, zagłębia się zwykle ich płyty podstawowe całkowicie, lub częściowo w kamień lub belkę. W tym razie jednak należy dokładnie wyznaczyć właściwe ich położenie, a zagłębienie zrobić szczelnie i dokładnie, aby uniknąć późniejszego przesuwania i podklinowywania.

Jeżeli jednak łożyska spoczywają na powierzchniach płaskich, wówczas należy zapuścić w kamień kilka czopów żelaznych, ponacinanych, któreby powstrzymywały łożysko od przesuwania. W belki drewniane wkręca się mocne śruby drzewne, których końce wystające powinny przylegać do podstawy łożyska. Otwory na śruby fundamentowe, w podstawie łożyska robi się podługowate, aby można było przy ustawianiu cokolwiek ją nasunąć, gdyby zaszła tego potrzeba; należy je więc, po ostatecznem wyregulowaniu wypełnić kawałkami twardego drzewa odpowiednio wyciętemi, i wówczas dopiero założyć mutry. W ten sposób zapobiega się przesunięciu łożysk.

13. Wały słabo wygięte prostuje się na zimno: w tym celu zaciska się je mocno pomiędzy wrzecionami

(kernerami) tokarni wygięciem na dół, i podparłszy po środku, uderza się lekkim młotkiem, po stronie wklęsłej, dopóki się nie wyprostują, o czem przekonywamy się przez obracanie na tokarni. Skrzywienia większe należy prostować z grubszego na gorąco, a wykończać jak wyżej.

14. Wały toczone, znajdujące się w przestrzeniach suchych należy utrzymywać w stanie błyszczącym. Do tego służą kleszcze Fig. 391 z rączkami takiej długości, aby można było dosięgnąć niemi z podłogi do wałów, leżących wysoko.

Szczęki tych kleszczów powinny być takiej wielkości, aby objęły kawałki drewna z wykrojami na najgrubszy wał, znajdujący się w danym warsztacie. Kleszczami takiemi, po obsypaniu ich szmerglem, obejmuje się wał, będący w ruchu i przesuwa je wzdłuż niego. (*)

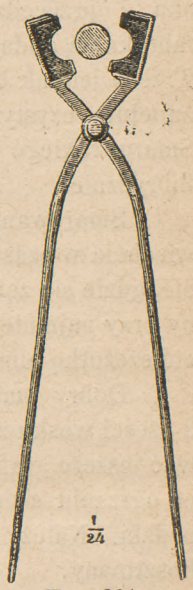


Fig. 391.

Wały nietoczone, oraz łożyska i koła pokrywa się farbą olejną po zagruntowaniu minią. Farba cynkowa (zinkgrau) jest do tego celu najodpowiedniejszą ze względu na taniość, trwałość i ładny wygląd. Malowanie należy odnawiać przynajmniej co trzy lata.

(*) Czyszczenie wałów w czasie ruchu bez użycia kleszczów powinno być surowo wzbronione, jako bardzo niebezpieczne. Szczególnie podczas zakładania, lub skracania pasów, jak również przy smarowaniu łożysk należy być bardzo ostrożnym, aby wał nie pochwycił poły lub rękawa ubrania robotnika.

b) Koła zębate.

15. Koła zębate powinny być należycie smarowane, aby uniknąć kołatania i wycierania się zębów. Do tego celu używa się zwykle mydła szarego z domieszką niekiedy jakiego tłuszczu lub oleju, np. zbieranego z korytek, podstawianych pod łożyska i przecedzonego przez gęste płótno. Niektórzy fabrykanci dodają do takiego smaru proszek grafitowy Trzeba jednak bardzo zważać na to, aby proszek ten był zupełnie czystym bez domieszek ziemistych i piasku. Smaru takiego można dostać gotowego przyrządzanego fabrycznie.

Smarowanie odbywa się za pomocą szczotki albo wiechcia w czasie ruchu kół zębatych, ale po tej ich stronie, gdzie się zęby rozchodzą; z przeciwnej bowiem strony przy najmniejszej nieuwadze mogłyby zęby pochwycić szczotkę albo nawet i rękę.

Dobry smar otrzymuje się również przez stopienie 2 części wosku z 1 częścią oleju lnianego, można dodawać jeszcze grafit, ale w najlepszym gatunku. Smar ten, po ogrzaniu go nakłada się cienką warstwą za pomocą pędzla. Należy go używać oszczędnie, gdyż jest dość kosztowny.

Inny smar do kół żelaznych składa się z 1 części grafitu i 4 części łoju rozcieńczonych olejem; do kół drewnianych pracujących z żelaznemi, bierze się: 1 część grafitu, 2 części wosku i $^1/_2$ do 1 części łoju.

Olej rzepakowy nie jest odpowiednim do tego celu,

gdyż tężejąc, tworzy powłokę, po której rozpływa się olej świeżo nalany i znów tężeje bez pożytku.

16. Gdy koła zębate, szczególnie żelazne, wymagają wielkiej stosunkowo ilości smaru aby chodziły bez łoskotu i drgań, wówczas można być pewnym, że koła te są albo źle odrobione, albo nie dobrze ustawione, często nawet położenie wałów bywa niewłaściwem.

Niekiedy maszyniści, chcąc zęby do siebie dopasować, smarują je zaraz po założeniu olejem, pomieszanym ze szmerglem. Wywołuje to jednak nadzwyczaj szybkie zdzieranie się zębów, gdyż szmergiel nie tylko zciera ich twardą skorupę zewnętrzną, ale nadto wbija się w pory żelaza, skąd niepodobna go usunąć i zdzieranie zębów trwa w dalszym ciągu. Jeszcze bardziej, niż dla zębów żelaznych jest szkodliwym zwyczaj niektórych monterów zasypywania szmerglem zębów drewnianych pracujących z żelaznemi.

17. Wymiary zębów oznacza się jak następuje: (ob. Fig. 392) *l* wysokość, *d* grubość i *b* szerokość, a *t* podziałka (*). Zczepienie zębów powinno być takiem, aby koła podziałowe obu kół zębatych były do siebie stycznemi. Ponieważ jednak koła podziałowego nie widać, więc trzeba sobie

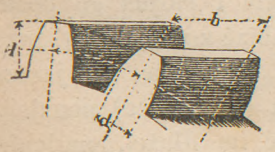


Fig. 392.

*) Siła, jaką mogą przenosić koła zębate z lanego żelaza wyrażona w *kg.* na 1 cm^2 powierzchni zetknięcia, wynosi: 44, 39, 32, 24, 18, 14, 10, 7, 4 *kg.* przy szybkości na obwodzie 0,5, 1, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 15 *m* na sekundę.

radzić w inny sposób. W tym celu dzieli się wysokość l zęba na 7 równych części i jedną taką część przyjmuje się jako grę pomiędzy kołami. Przy zębach obrabianych podług szablonów można ograniczyć grę do $^1/_9$ wysokości zęba. Takie zęby są najlepsze; po nich następują odlewane podług modeli żelaznych, lub w formach, wyrobionych za pomocą maszyn formierskich. Niekiedy używa się do transmisyi kół frezowanych, nie wymagających prawie żadnej gry bocznej pomiędzy zębami. Piasty kół bywają przeważnie wytaczane i osadzane na wałach obtaczanych, wskutek czego umocowanie ich za pomocą jednego, lub dwóch klinów, znacznie się upraszcza.

Kliny robi się stalowe; gdy ich jest dwa, wtedy rozmieszczają się nie naprzeciw siebie, lecz pod kątem 120°.

18. Koła z zębami drewnianemi używają się przy znacznych szybkościach obrotu w celu osiągnięcia spokojnego biegu i możności wymiany zębów uszkodzonych.

Zęby takie wyrabiają się przeważnie z grabiny. Tam, gdzie drzewo jest niedrogie i można go dostać w dużych kłodach, radzimy wyrabiać z niego zęby przez łupanie, a nie przez wyrzynanie. Połupane, ale jeszcze nie obrobione zęby należy z czoła (ze sztorca) pooklejać papierem grubym i przechowywać, im dłużej, tem lepiej, aby doskonale wyschły.

Grubość zębów nieobrobionych, powinna być o $^1/_4$ do $^1/_5$ większą od żądanej grubości zęba gotowego, gdyż otwory na czopy w kole nie zawsze bywają dokładnie rozmieszczone i niedokładności te trzeba poprawiać przez odpowiednie obrobienie zębów (Fig. 393).

Gdyby wypadła konieczność wyrobienia zębów z drzewa świeżego, wtedy należy zęby nieobrobione wygotować przez 4 do 5 godzin w wodzie kilkakrotnie zmienianej, co najdokładniej zrobić można za pomocą lewara. Przez wygotowanie soki drzewne, powodujące psucie się drzewa, rozpuszczają się w wodzie, a zęby wygotowane po parotygodniowem suszeniu w miejscu ciepłem, lecz nie wystawionem na przeciągi, będą równie dobremi do użytku, jak po kilkoletniem suszeniu zwyczajnem.

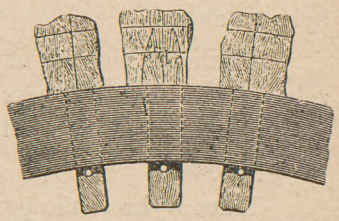


Fig. 393.

19. Czopy należy bardzo szczelnie dopasowywać do gniazd i wbijać w nie z taką siłą, na jaką pozwala wytrzymałość dzwona kołowego, zęby bowiem nie dość szczelnie wbite, a przytem z drzewa nie zupełnie suchego prędko się psują. Wtedy należy je wyjąć, pooklejać grubym papierem lub kartonem i wbić ponownie, uważając przytem pilnie, żeby zębów nie pozamieniać.

Gdy zęby mocno się zużyją np. o czwartą część pierwotnej swej grubości, wówczas należy je wszystkie wymienić.

Po osadzeniu wszystkich zębów należy na nich oznaczyć koło zewnętrzne i podziałowe przez obracanie koła zębatego na wale, lub na trzpieniu, przygotowanym umyślnie do tego celu. Następnie trzeba wyznaczyć podziałkę i grubość zębów, oraz wykreślić krawędzie boczne i miejsce na ćwieki w czopach pod dzwonem. Wreszcie

ponumerowawszy wszystkie zęby, jak na nich samych, tak również i na dzwonie, należy je wyjąć i obrobić a następnie napuścić obficie gorącym olejem lnianym, aby były trwalsze.

Dokładny podział, odpowiednia grubość i wysokość zębów, oraz właściwy zarys powierzchni bocznych, są najgłówniejszemi warunkami trwałości i prawidłowego biegu kół zębatych.

Przez wykreślenie powierzchni bocznych za pomocą rozwijalnej koła, otrzymuje się zęby grubsze przy osadzie i pracujące bardzo dobrze, gdy są w znacznej liczbie, przy małej bowiem liczbie tarcie, a więc i zużycie bywa dość znacznem.

Do każdego koła z zębami drewnianemi należy mieć komplet zębów zapasowych i dokładny szablon do ich obrabiania, dostarczony przez fabrykę.

Dla bezpieczeństwa pracujących koła zębate winny być pokryte bębnami blaszanemi, lub ogrodzone sztachetkami.

Godnemi uwagi są tak zwane koła kombinowane (Compound Räder) Michaelisa z Chemnitz, w których każdy ząb składa się z żelaznego jądra i drewnianych boków roboczych.

c) Koła pasowe.

20. W kołach pasowych, podobnie jak i w kołach zębatych, ściśle współśrodkowe ich nasadzenie na oś jest warunkiem niezmiernie ważnym; w przeciwnym bowiem

razie napięcie pasa zmienia się co chwila w zależności do jego położenia, i z tego powodu nie może być prawidłowego przeniesienia siły i pas szybko się niszczy.

Skośne osadzenie kół na wałach, lub położenie samych wałów względem siebie jest również szkodliwem, gdyż powoduje nagłe obsuwanie się pasa z kół, czemu wprawdzie można zaradzić przez ustawienie wideł kierowniczych, lecz te niszczą krawędź pasa.

21. Prawidłowość ustawienia pary kół pasowych sprawdza się za pomocą sznurka, wyciągniętego obok krawędzi tych kół w bliskości wałów jak np. *a b* na Fig. 394.

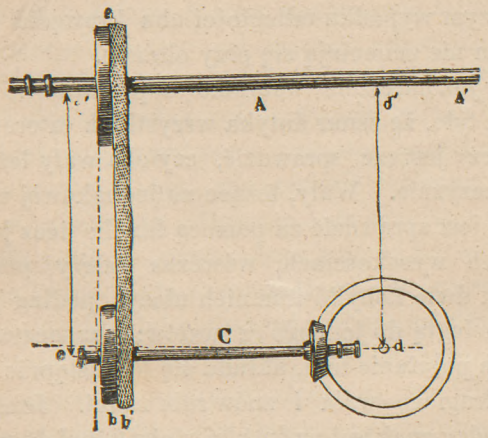


Fig. 394.

Przy jednakowej szerokości wieńców obu kół, jak to zwykle bywa, sznurek powinien stale dotykać wszystkich czterech punktów krawędzi obu kół podczas ich obrotu.

Gdyby sznurek przylegał tylko do krawędzi jednego koła, np. *a* na Fig. 394, to przyczyną tego może być, albo krzywe osadzenie koła *a*, co można sprawdzić przez zrobienie pół obrotu, albo też z osadzenia koła *b* za daleko na prawo. Należy więc przedewszystkiem sprawdzić prawidłowość osadzenia koła *a* i poprawić, gdyby tego wymagało, a następnie, przeciągnąwszy sznurek podług krawędzi tego koła i umocowawszy go za oba końce, przysunąć koło *b* na tyle, aby choć jedną krawędzią dotykało sznurka. Jeżeli druga krawędź współcześnie nie dosięga sznurka, to znaczy, że albo wał *C* nie jest równoległym do *A*, albo też koło *b* siedzi skośnie na wale. W pierwszym wypadku odległości obu krawędzi koła *b* od sznurka nie zmieniają się przy obrocie.

Gdy już nareszcie wszystko doprowadzono do porządku na tyle, że sznur dotyka wszystkich czterech punktów, należy jeszcze sprawdzić, czy oba wały leżą w jednej płaszczyznie. Wały, leżące na jednakowej wysokości, dosyć jest sprawdzić za pomocą libelli; lecz jeżeli są na różnych wysokościach, wówczas należy podstawić w poprzek dwie kobyłki i na nich ułożyć podług pionów linię równoległą do jednego z wałów; naznaczywszy na kobyłkach położenie linii, układa się ją następnie równolegle do drugiego wału i znów robi znaki. Jeżeli odległości między znakami na każdej z obu kobyłek są jednakowe, będzie to stwierdzeniem równoległości wałów.

22. Wieńce (dzwona) kół pasowych obtacza się zwykle wypukło, tak są obtoczone dwa koła pasowe *b* i b^1 osadzone obok siebie na wale *C* (Fig. 394), z nich koło b^1 jest zaklinowane na wale, koło zaś *b* siedzi luźno, może

się więc obracać, nie poruszając walu. Na wale poruszającym A naprzeciw obu kół b i b^1, jest osadzone jedno koło pasowe a podwójnej szerokości, którego wieniec nie może być wypukłym, gdyż pas musi się po nim suwać raz na lewo, drugi raz na prawo.

Koła do pasów podwójnych mogą mieć wypukłość tylko bardzo nieznaczną, w przeciwnym bowiem razie szwy lub sklejenie prędko by się psuły.

Obrzeża na kołach pasowych są zbyteczne, gdyż z kół dokładnie ustawionych pas nie spada, nawet przy największych szybkościach. Natomiast są one niebezpieczne z tego względu, że pas może się zerwać w razie, gdyby na nie nabiegł. Są one niezbędnemi tylko przy wałach pionowych, lub w tych razach, gdy kilka kół pasowych równej średnicy znajdują się tuż obok siebie.

Wieńce (dzwona) kół pasowych, winny być koniecznie obtoczone na zewnątrz, a często i od strony wewnętrznej, a to w tym celu, aby grubość ich ścian była o ile możności jednakową. Dawniej koła pasowe wyrabiano wyłącznie z żelaza lanego, obecnie coraz więcej wchodzą w użycie kute. Koła pasowe drewniane należy sklejać w ten sposób, aby jak najwięcej przekrojów poprzecznych drzewa wychodziło na obwód, na którym ma leżeć pas. Na drewnianym obwodzie wytacza się na tokarni kilka rowków równoległych dla lepszego przylegania. Jedlina i świerczyna są lepszemi na wyrób kół pasowych od twardszych gatunków drzew; koła sznurowe wyrabiają z drzewa gruszkowego lub orzechowego.

Obwody kół pasowych należy chronić od tłuszczów

i oleju przez zakładanie odpowiednich zasłon w bliskości kół zębatych lub łożysk.

23. Przy zastosowaniu krążków naprężających, należy je stawiać zawsze przy pasie nachodzącym na koło ciągnione tutaj bowiem napięcie jest zawsze mniejszem, niż na stronie przeciwnej. Zamiast przeciwwagi, wskazanej na Fig. 395, właściwszem jest użycie sprężyny do naciskania krążka, a szczególnie przy pasach szybko chodzących.

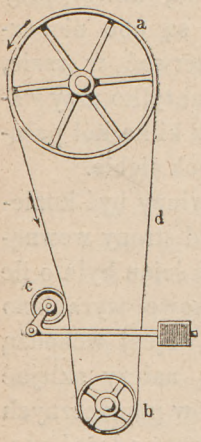


Fig. 395.

W niektórych wypadkach dokładne średnice kół pasowych można oznaczyć dopiero po ustawieniu i wypróbowaniu maszyn, a przytem szybkości wzajemne muszą być ściśle zachowane, co zmusza dozabezpieczenia się od ślizgania się pasów np. w maszynach papierniczych połączenie walców sitowych z prasowemi. W takim wypadku na kole pasowem nawija się trzy do pięciu zwojów cienkiej linki, przybijając każdy zwój w czterech miejscach na obwodzie, gdzie są w tym celu powstawiane listewki drewniane. Następnie nawija się taśmę pilśniową aż do otrzymania żądanej średnicy, i przymocowuje się ją do zwojów linki gwoździkami tapicerskiemi. W nowszych urządzeniach bywają w tym celu stosowane koła pasowe rozsuwane lub stożkowe.

Przyleganie pasów do kół, a więc i siłę ich pocią

gową można znacznie powiększyć przez oklejenie obwodu skórą mocno naprężoną.

24. Na wyrób pasów należy używać dobre skóry wołowe, garbowane w korze, a nie w ałunie; te ostatnie są bielsze i tańsze, ale zato gorsze. Pasy należy wycinać z grzbietu, aby były wszędzie jednakowej grubości, i przed użyciem wyciągać przez zawieszenie na nich ciężarów Pas zeszyty z kawałków skóry grzbietowej i brzusznej wyciąga się niejednostajnie, przez co się wichrzy i spada z kół. Oddzielne kawałki pasów zszywa się rzemykami przewlekanemi przez otwory prawidłowo poprzecinane. Robotę tę należy powierzyć siodlarzowi. Pasy, służące do przenoszenia niewielkich sił, a wymagające częstego skracania, lub przedłużania, zaopatruje się w sprzączkę. W innych wypadkach zeszywa się je w sposób opisany wyżej, zachowując przytem jednakowe odległości pomiędzy otworami, aby w różnych położeniach trafiały jedne na drugie. Zresztą każdy pas nowy wyciąga się przy użyciu i po kilkodniowej służbie potrzeba go przeszywać, skracając o kilka otworów.

Obecnie wyrabiają tak mocne rzemyki wiążące, że można je zeszywać bez nakładania jednego końca na drugi (Fig. 397 i 398). Rzemyk, którym się zeszywa, należy krzyżować Fig. 397 na stronie wewnętrznej pasa, na zewnętrznej zaś stronie (Fig. 398) idzie on równolegle do długości, ale podwójnie. Na tej samej stronie związuje się końce rzemyka. Do naciągania pasów przy zszywaniu służy przyrząd podany na Fig. 396, bardzo dogodny, szczególniej przy pasach grubych.

Do łączenia pasów używają też często śrubek poda-

nych na Fig. 399. Na każdem połączeniu powinny się znajdować przynajmniej trzy takie śrubki, rozstawione

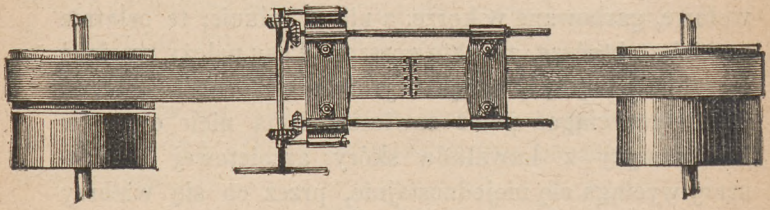


Fig. 396.

w sposób wskazany na Fig. 400. Pasy w ten sposób złączone powinny nachodzić na koła w kierunku *a* nie *b*, gdyż w takim razie wystający koniec pasa sprawiałby za każdym razem uderzenie i ulegał prędkiemu zniszczeniu.

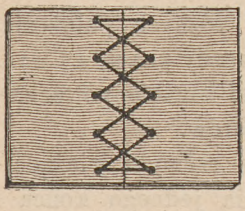


Fig. 397.

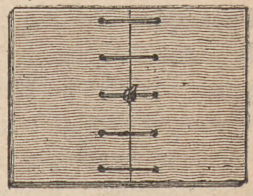


Fig. 398.

Inne sposoby łączenia pasów podają Fig. 401 i 402. Na pierwszej jest płytka mosiężna, wygięta odpowiednio do średnicy koła pasowego, cokolwiek od niego węższa, do której przymocowują się końce pasa śrubkami. Podobna płytka (Fig. 402) z kolcami do wbijania w pas jest zrobiona z żelaza lano-kutego.

Grubość pasa t. j. ilość skór razem zeszytych nie stanowi jeszcze jego mocy, jeżeli bowiem średnice kół

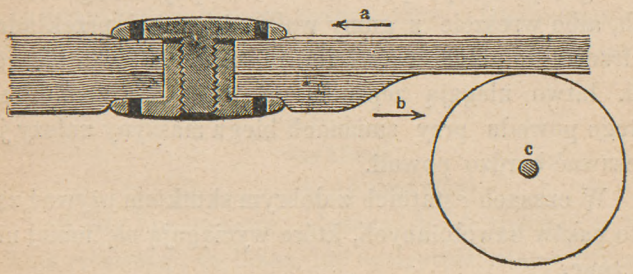


Fig. 399.

pasowych nie są odpowiednio wielkie, wówczas gruby pas tak się silnie przegina, a przytem niejednostajnie wyciąga,

Fig. 400.

że przez to samo bardzo prędko się niszczy. Z tego powodu pasy pojedyńcze bywają stosunkowo najmocniejszemi

Fig. 401.

Fig. 402.

i należy je stosować wszędzie, dopóki szerokość ich nie wypadnie zbyt wielką.

25. W pomieszczeniach wilgotnych zamiast pasów skórzanych, które nie trwały by tam długo, używa się pasów gutaperkowych, lub tasiem konopnych nagumowanych, albo wreszcie z gumy wulkanizowanej, przekładanej trzema do pięciu warstwami płótna. Te ostatnie jednak łatwo ulegają zepsuciu od wideł kierowniczych i z tego powodu przy zmianach biegu maszyny należy je przesuwać bardzo powoli.

W czasach ostatnich z dobrym skutkiem używać zaczęto pasów bawełnianych, które wyciągają się mniej niż skórzane.

Pasy rozpięte poziomo powinny mieć znaczną długość t. j., że koła pasowe, na które pas jest naciągnięty, winny się znajdować w znacznej od siebie odległości, nie przekraczającej jednak 8 do 9 *m*. W tym razie nie ma potrzeby silnego naciągania pasa, gdyż własny jego ciężar wystarcza już do wywołania potrzebnego tarcia. Przy odległości kół pasowych, większej od 8 do 9 *m*, i przy szybszym ruchu pasy łatwo zaczynają się bujać, co wywołuje szarpanie i nieprawidłowość ruchu. Dla tego też długie pasy trzeba podtrzymywać wałkami pośredniemi. Pasy, idące pionowo, muszą być naciągane mocniej od poziomych.

26. Jeżeli pomimo naciągnięcia pas jeszcze się ślizga lub spada z kół, to znaczy, że wymiary jego nie są odpowiednie i należy go zmienić. Chwilowo można zapobiedz ślizganiu się pasa przez posypywanie kalafonią sproszkowaną po stronie wewnętrznej.

Pasy skórzane potrzeba od czasu do czasu smarować tłuszczem, aby podtrzymywać ich trwałość. Należy

to powtarzać przynajmniej co trzy miesiące w ten sposób, że najprzód obmywa się pas wodą letnią, a następnie po obeschnięciu naciera się smarowidłem. Smarowidła do skór znajdują się gotowe w sprzedaży. Dobre smarowidło do nacierania w stanie rozgrzanym otrzymuje się przez stopienie: 1 części łoju

4 „ tranu
1 „ kalafonii
1 „ smoły drzewnej.

Widły kierownicze, służące do przesuwania pasa z koła roboczego na luźne, lub odwrotnie winny, być urządzone do umocowania w jednem z obu położeń, żeby pas nie mógł się samowolnie przesunąć *).

Zakładanie lub zdejmowanie pasa w czasie biegu należy wykonywać bardzo ostrożnie, posługując się odpowiednim przyrządem. Czynności tej nie można powierzać terminatorom, ani robotnikom, nie rozumiejącym grożącego im przy tem niebezpieczeństwa.

W Ameryce pasy są więcej rozpowszechnione niż u nas; nie wahają się tam używać pasów szerokich na metr i więcej, nakładając je na koła, stroną zewnętrzną (od szerści) a nie wewnętrzną (od mięsa) jak u nas. Najzawilsze przeniesienia ruchu urządzają tam za pomocą pasów i wałków kierowniczych.

---

*) Samowolne przesunięcie się pasa bywało powodem wielu wypadków nieszczęśliwych, szczególnie przy zatrzymywaniu maszyny do czyszczenia. Czasami i koło luźne może poruszyć maszynę, gdy stężeje smar w piaście, lub gdy koło luźne obciera się o robocze. W Alzacyi osadzają koła luźne na tulejkach nieruchomych.

Maszyny robocze, wymagające szybkiego obrotu jak np. kamienie młyńskie, korzystniej jest poruszać za pomocą pasów, niż kół zębatych. Takie zaś maszyny, w których bywają uderzenia, zatkania, lub znaczne naprężenia, koniecznie muszą być poruszane za pomocą pasów. Gdy nieznaczna szybkość ruchu nie pozwala na bezpośrednie zastosowanie pasów, wówczas należy wstawić pośrednie przeniesienie za pomocą kół zębatych.

d) Liny druciane i konopne.

27. Liny druciane są doskonałym środkiem do przenoszenia siły na znaczne odległości, wynoszące co najmniej 20 *m*. Szybkość ruchu musi być również znaczna (15 do 30 *m*), aby grubość liny nie wypadła zbyt wielką, wówczas bowiem cierpiałby od ciągłego zginania się na kołach, nawet pomimo znacznej średnicy tych ostatnich.

Aby, o ile można, zmniejszyć zużywanie się liny, i jednocześnie zwiększyć jej przyleganie, rowki koła bywają w rozmaity sposób wykładane drzewem, skórą, gutaperką i in.

Zrównoważenie kół linowych i dokładne ich ustawienie jest niezbędnem aby uniknąć szarpań a nawet spadania liny.

Przy zakładaniu nowej liny należy zachować odpowiednie jej zwieszanie, wskazane przez inżyniera, lub fabrykę, która dostarczyła linę. Przy małem zwieszaniu wypadnie zbyt wielkie napięcie liny, przy zbyt wielkiem

zwieszaniu lina nie byłaby w stanie obracać koła poruszanego.

Prawie od roku 1874 zaczęto zastępować pasy linkami konopnemi, które obecnie mają już bardzo rozległe zastosowanie, okazały się bowiem praktycznemi. Na Fig. 311 i 312 widzieliśmy maszynę, w której do przenoszenia pracy zastosowano liny.

Niektóre fabryki specyalne drogą doświadczeń doszły do udoskonalenia wyrobu lin i oznaczenia najodpowiedniejszego ich napięcia. Liny miewają zwykle 50 *m m* średnicy i wymagają wówczas kół o średnicy co najmniejednego metra. Napięcie ich wynosi 100 do 120 *kg.*, a szybkość ruchu 10 do 20 *m.*

28. Należy tu jeszcze wymienić jako nowość linki stalowe, utworzone przez skręcenie dwóch drutów w sprężynę spiralną na wałku tejże samej średnicy co i sam drut. Do połączenia końców służy ogniwko Fig. 403

Fig. 403.

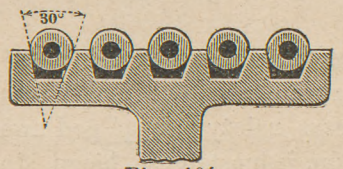


Fig. 404.

z dwoma uszkami nagwintowanemi, które wkręca się w środek sprężyny. Linki te o średnicy $1^1/_2$ do $11^1/_2$ *m m*

można używać do przenoszenia małych sił 0,5 do 40 *kg.* przy niewielkich szybkościach. Na Fig. 404 jest podany przekrój pięcio rowkowego wieńca od koła linkowego, które powinno mieć średnicę 100 razy większą od grubości linki.

ROZDZIAŁ XXII.

Zakup i ustawienie maszyny parowej.

1. Maszyny parowe nie są jedynemi silnicami, nadającemi się do poruszania fabryk i urządzeń mechanicznych, współzawodniczą bowiem z niemi silnice wodne, gazowe, poruszane powietrzem ogrzanem i wiatraki. Obieramy maszynę parową, po przyjściu do przekonania, że w danych warunkach będzie ona najdogodniejszą i najtańszą.

W tym celu należy, przedewszystkiem zestawić dla różnych silnic roczny koszt oprocentowania i umorzenia kapitału zakładowego wraz z wydatkami rocznemi na obsługę.

Gdyby w takiem zestawieniu kosztów nie było różnic tak znacznych, aby one mogły stanowić o wyborze silnicy, wówczas należy przyjąć pod uwagę inne jeszcze względy jak np. jednostajność biegu, dogodną obsługę, potrzebę częstych napraw i możność wykonania ich na miejscu, lub w bliskości. W niektórych wypadkach odgrywa również rolę: obszar miejsca potrzebnego na

pomieszczenie maszyny, liczba obrotów, spokojność biegu, a przy silnicach wodnych i powietrznych warunki ciągłości pracy w różnych porach roku.

2. Gdy już postanowiono postawić maszynę parową, wówczas należy się zastanowić nad wyborem jej ustroju. Należy przy tem wziąć pod uwagę koszt opału, długość pracy dziennej, wymaganą jednostajność biegu, rozporządzalną ilość wody chłodzącej i t. p. Przy opale drogim należy wybierać maszyny z rozprężaniem pary, a przy obfitości wody do chłodzenia i ze skraplaniem, dla wielkich sił, o ile można dwucylindrowe systemu Woolf'a lub sprzężone (Compound).

Również gdy idzie o wielką jednostajność ruchu, bierze się maszyny bliźniacze lub sprzężone.

3. Do zrobienia kosztorysu przedwstępnego silnicy parowej, można przyjąć ceny następujące, za siłę jednego konia parowego (*):

a) małych maszyn parowych przenośnych z kotłem od 1 do 2 koni . . . . . rs. 600 do 500

b) takichże maszyn od 2 do 5 koni . . . . . „ 450 do 350

c) maszyn stałych od 10 do 30 koni . . . . . „ 120 do 90

kotła z uzbrojeniem . . . . „ 150 do 120

d) maszyn stałych od 30 do 100 koni . . . . . „ 90 do 70

kotła z uzbrojeniem . . . . . „ 120 do 80

(*) Ceny te otrzymaliśmy od fabryki maszyn Ortwein, Karasiński i S-ka w Warszawie. (*Przypis. tłóm.*).

e) maszyn stałych od 100 do 300 koni . . . . . rs. 70 do 60
kotła z uzbrojeniem . . . . . „ 80 do 70

Maszyny parowe sprzężone (Compound) drożej o 40%.

Maszyny parowe sprzężone (Compound) ze skraplaniem (kondensacyą) drożej o 20%.

Fundament pod maszynę parową, obmurowanie kotła i przewody rurowe (bez komina) około 30% cen maszyny i kotła.

4. Rozchód pary wynosi, w najlepszych maszynach Woolf'owskich i sprężonych 6 do 8 *kg* na konia parowego w godzinę; w doskonałych maszynach jednocylindrowych ze skraplaczami 9 do 10 *kg*; a w zwykłych maszynach przy silnem rozprężaniu bez skraplania 12 do 16 *kg*. Tak korzystne wyniki można osięgnąć w wielkich maszynach poczynając od 50 koni parowych; w maszynach mniejszych rozchód stosunkowo bywa większym, tak, że w 10-konnej silnicy bez skraplania wychodzi 20 do 25 *kg* pary na konia i godzinę; a w maszynkach 2 do 5-konnych nawet po 30 *kg*.

Do skraplania pary potrzeba 25 do 30-krotnej na wagę ilości wody. Wszystkie powyższe cyfry mogą się znacznie podnieść wskutek błędów w wykonaniu lub wskutek nieszczelności.

Do kosztów utrzymania maszyny parowej doliczyć należy jeszcze płacę maszynisty i jego pomocników, wynoszącą od 500 do 2500 rubli rocznie, zależnie od wielkości maszyny (ostatnia liczba odnosi się do maszyny 300-konnej) jak również wydatki na materjały uszczel-

niające, smarne i do czyszczenia, a wreszcie różne wydatki pośrednie, jak np. podwyższenie opłaty za ubezpieczenie od pożaru, wywołane ustawieniem kotłów parowych.

Jako przykład może posłużyć podane niżej obliczenie wydatków rocznych na maszynę 12-konną bez skraplania.

5. Przyjąwszy ilość dni roboczych w ciągu roku okrągło 300 i długość dnia roboczego na 11 godzin; znajdziemy:

1) Rozchód węgla na godzinę i konia parowego użytecznego przyjmiemy po 3 *kg*, co wyniesie rocznie 3. 12. 11. 300=118800 *kg*, a licząc po 0,75 rubli za 100 *kg* (korzec) otrzymamy koszt . . . . . rs. 891

2) Rozchód wody zasilającej będzie siedm razy większy niż węgla, czyli, że rocznie wyniesie 831600 *kg*=831,6 m^3. Biorąc ją z wodociągów miejskich i płacąc po rub. 0,1 za 1 m^3 zapłacimy . . . . . „ 83

3) Smar, obcinki do czyszczenia, pakunki do dławnic, rur, pokryw i t. p. nadto szkła wodoskazowe i drobne naprawy kotła „ 150

4 Płaca maszynisty i palacza w jednej osobie . . . . . „ 600

5) Podwyżka opłaty za ubezpieczenie od ognia z powodu ustawienia kotła . . . „ 100

6) Dobra maszyna parowa wraz z kotłem kosztuje z ustawieniem rs. 4500. Przyjmując $16^2/_3$ lat służby, potrzeba na umorze-

do przeniesienia rs. 1824

z przeniesienia rs. 1824

nie sumy zakupowej odliczać po 6% rocznie, t. j. . . . . rs. 270

7) Budynek na pomieszczenie maszyny i kotła oraz komin, mogą kosztować rs. 2500. Obliczając na 50-letnie umorzenie, wypada rocznie po 2% t. j. . . . . „ 50

8) Nadto cały kapitał zakładowy rs. 7000 powinien dawać 5% rocznie . . . „ 350

Razem . . rs. 2494

czyli po $\frac{2494}{12} = 207{,}83$ ruble za konia parowego.

Maszyny większe kosztują stosunkowo znacznie taniej, a mianowicie cena maszyn ze skraplaczami spada do 100 rubli za konia parowego; natomiast maszyny małe 2 do 4 konne wypadają po 300 do 450 rubli rocznie za konia.

6. Zestawiając roczny koszt utrzymania różnych maszyn parowych, można łatwo ocenić co będzie korzystniejszem: czy sprawienie maszyny taniej, ale zużywającej dużo opału; czy też kosztowniejszej, lecz pracującej oszczędnie.

Im dłużej maszyna ma pracować, oraz im więcej koszt opału wpływa na cenę wyrobu, tem korzystniejszem będzie sprawienie maszyny ulepszonej. (*)

(*) Naprzykład do młynów, papierń, przędzalń i t. p. mniej zaś już do zakładów mechanicznych, drukarń, gorzelń i innych.

Przy urządzeniach tymczasowych mniej zwraca się uwagi na ilość pary rozchodowanej.

Pod tym względem powinna panować zgodność pomiędzy maszyną i kotłem parowym. Zdarzały się bowiem wypadki, że spierano się o kilka procentów różnicy w zapewnionem małem zużyciu pary przez maszynę, gdy tymczasem kotły rozchodowały niemal dwa razy więcej opału, niżby potrzeba było na wytworzenie równej ilości pary w kotłach dobrze urządzonych. Gdzieindziej znów doskonałe kotły zasilały silnice, pracujące z rozprężeniem bardzo małem lub nawet zupełnie bez niego. Jak jedna, tak i druga niezgodność są zupełnie niewłaściwe i dowodzą, że urządzenia te zostały założone bez porady inżyniera, niezbędnej szczególnie przy oznaczeniu wielkości maszyny parowej.

Jest to zadanie bardzo trudne do rozwiązania, gdyż dotychczas zrobiono bardzo mało ścisłych doświadczeń nad oznaczeniem pracy, potrzebnej do różnych celów fabrycznych i do wprawiania w ruch różnych maszyn roboczych bez przeciążenia maszyny parowej.

Z im mniejszą dokładnością została oznaczoną potrzeba wydajności maszyny parowej, z tem większym zapasem należy ją sprawić, aby mieć pewność, że podoła swemu zadaniu. Zmienne rozprężanie pary jest środkiem najlepszym do miarkowania sprawności maszyny, zależnie od zmiennego zapotrzebowania pracy.

Podobnie jak przy kotłach parowych należy i przy zamawianiu silnicy podać fabrykantowi żądaną jej sprawność, nie tylko przeciętną lecz i żądaną największą, a to celem zbudowania takiej maszyny, któraby pracując

najoszczędniej przy sprawności średniej, mogła zarazem podołać i największemu zapotrzebowaniu, chociażby przy stosunkowo większym rozchodzie pary (18,33).

7. Maszyny parowe małe znajdują się gotowe w handlu, można je więc nabywać bez umowy poprzedniej. Przy zamawianiu jednak maszyn większych, które dopiero mają być wykonane podług zamówienia, należy w interesie stron obu, sporządzić umowę, określającą, o ile można, wszystkie szczegóły, mogące w następstwie wywołać nieporozumienia.

Warunki dostawy kotłów parowych były wyszczególnione w części pierwszej niniejszego dzieła; tutaj więc wyszczególnimy tylko warunki, jakie należy omówić przy dostawie maszyny parowej.

1) Ustrój maszyny i rozdziału pary, oraz ciśnienie pary w kotle.

2) Wielkość sprawności średniej i największej (skutecznej).

3) Średnicę i skok tłoka, oraz liczbę obrotów na minutę.

4) Materjały z których mają być wykonane główne części składowe.

5) Rozchód pary na siłę skuteczną jednego konia parowego przy oznaczonej sprawności maszyny i oznaczonym sposobie mierzenia rozchodu pary z zastrzeżeniem wielkości odszkodowania w razie niedotrzymania tego warunku (22,22).

6) Stopień dozwolonej niejednostajności ruchu.

7) Czas dostawy z zastrzeżeniem kary za przekroczenie go, jeżeli zależy na terminie.

8) Cenę maszyny z wyszczególnieniem części dodatkowych, które wraz z nią mają być dostarczone, jako to rury przewodowe, uzbrojenie (armatura), narzędzia, koło zamachowe i inne, wraz z omówieniem, czy dostawca jest obowiązanym za tę cenę ustawić maszynę na miejscu, czy też nie. Rur przewodowych niekiedy nie włącza się do umowy, gdyż nie zawsze można je dokładnie oznaczyć przy zawieraniu umowy; podobnie i koło zamachowe, którego wielkość jest zależną od przeznaczenia maszyny, bywa niekiedy oceniane osobno.

Wypłata należności odbywa się zwykle w trzech częściach równych: pierwsza przy zamówieniu, druga po ustawieniu i ostatnia po upływie czasu gwarancyjnego.

9) Czas gwarancyjny, trwa zwykle pół roku, i w ciągu tego czasu dostawca jest obowiązany własnym kosztem usuwać wszelkie niedokładności i błędy spostrzeżone, oraz naprawiać uszkodzenia wynikłe z jego winy. Należy również zastrzedz odszkodowanie za stratę czasu, wynikłą wskutek przerw w pracy maszyny. Wynagrodzenie maszynisty, przysłanego przez dostawcę do obsługi maszyny przez czas gwarancyjny, powinno być również oznaczone w umowie.

10) Nieporozumienia, wynikłe pomiędzy dostawcą i odbiorcą, aby uniknąć procesu sądowego, bywają zwykle rozstrzygane przez wybranych w tym celu dwóch biegłych, a gdyby ci nie mogli się zgodzić, wtedy obierają trzeciego (superarbitra) do ostatecznego rozsądzenia sprawy.

11) Rysunek maszyny nie zawsze bywa wyma-

ganym, ale rysunek fundamentu pod nią (**20**,31) powinien być w porę dostarczonym.

8. Miejsce, na którem silnica ma stanąć, winno być obrane przed zamówieniem, gdyż do niego często należy zastosować ustrój maszyny.

Wogóle należy baczyć na to, aby silnicę ustawić jak najbliżej tych maszyn roboczych, które zużywają najwięcej siły (chyba, że inne względy poważniejsze stoją temu na przeszkodzie) i w ten sposób uniknąć zawiłych transmisyi, pochłaniających stale część pracy silnicy, a nadto, aby rury, łączące ją z kotłem i ze studnią, wypadły możliwie najkrótsze. Jeżeli wysokość ustawienia silnicy nie zależy od innych względów, należy ją tak oznaczyć, aby fundamenty, a głównie przestrzenie puste znajdowały się powyżej poziomu wód zaskórnych.

Jeżeli tylko można, to należy ustawić maszynę parową w izbie oddzielnej (ob. wstęp 11), gdyż tylko w ten sposób można ją uchronić od brudu i kurzu, panującego zwykle w fabrykach, a wpływającego bardzo szkodliwie na mechanizm skutkiem sprawianego tarcia.

Należy stanowczo żądać, żeby wszystkie części maszyny wymagające smarowania lub czyszczenia, były łatwo dostępnemi nawet w czasie jej ruchu. Przy budowie nowej maszyny daje się to zwykle osiągnąć bez wielkich trudności.

9. Po zamówieniu maszyny należy się postarać, aby fundament pod nią był ukończony przed jej przybyciem na miejsce, i aby z tego powodu nie wynikło opóźnienie w ustawieniu. Niektóre wskazówki dotyczące budowy fundamentów podaliśmy wyżej (**20**,31); radzimy

jednak właścicielom, aby dozór nad wykonaniem tej roboty powierzali inżynierom, obznajmionym z budową maszyn, mularze bowiem przez złe zrozumienie rysunku mogą łatwo popełnić błąd, który zwykle ujawnia się dopiero podczas ustawiania. Wtedy dopiero spostrzegamy, że został zamurowanym jakiś kanał, który powinien był pozostać otwartym, albo, co gorsze, że kierunek całego fundamentu względem transmisji został źle wyznaczonym i wskutek tego wypadło maszynę ustawić krzywo na fundamencie, aby mogła dobrze pracować; niekiedy nawet potrzeba z wielkim trudem przerabiać otwory na śruby ankrowe (kotwy).

Z tego powodu kierunek fundamentu pod maszynę oznaczać należy nie podług ścian przyległych, lecz zależnie od kierunku transmisji, którą maszyna ma poruszać. Gdyby nie było jeszcze transmisji, należy kierunek jej wytknąć przez rozpięcie sznura podług filarów, lub ścian, na których ma być zawieszoną. Następnie rozciąga się drugi sznur, wskazujący kierunek osi cylindra, mającej stanąć maszyny i nastawia się go prostopadle do pierwszego. W tym celu układa się węgielnicę na podstawie poziomej w ten sposób, aby krawędzie jej wystawały za podstawę, a od obydwóch sznurów spuszcza się po dwa piony, które powinny wszystkie dotykać krawędzi węgielnicy, jeżeli sznury mają być pod kątem prostym do siebie. Jeżeli wał transmisyjny znajduje się już na miejscu, należy postępować w sposób podany wyżej (21,4).

10. Roboty, jakie należy wykonać przy ustawianiu maszyny parowej są zbyt różnorodne, aby je tu mo-

żna było wszystkie opisywać; zresztą do wykonania ich fabryka przysyła zawsze biegłego montera, właściciel więc powinien mieć tylko na uwadze to, co w tym względzie było powiedziane we wstępie do części pierwszej.

Części spoczywające bezpośrednio na fundamencie powinny doń przylegać całemi powierzchniami, a nie kilkoma tylko punktami. W tym celu przy ustawianiu maszyny pozostawia się pod płytą fundamentową przestrzeń kilkocentymetrową, która po dokładnem sprawdzeniu położenia maszyny, podbija się kitem żelaznym, lub zalewa cementem, albo wreszcie podmurowuje się dwie ostatnie warstwy cegieł.

W ostatnich czasach wykonywają bardzo często fundament z wielką dokładnością, aby powierzchnia górna była doskonale płaską i poziomą, płytę zaś fundamentową heblują od spodu, wskutek czego po ustawieniu przylega ona dobrze do fundamentu i można ją zaraz dociągnąć kotwami; gdy przeciwnie przy sposobach opisanych wyżej, potrzeba czekać aż dobrze stwardnieje warstwa łącząca. W obu jednak wypadkach po dociągnięciu kotew należy jeszcze raz sprawdzić prawidłowość ustawienia maszyny.

Pierwsze wprawienie maszyny w ruch.

II. Przed pierwszem wprawieniem maszyny w ruch należy sprawdzić bardzo szczegółowo, czy wszystkie połączenia zostały dobrze zmocowane, i wszystkie panwie posmarowane, oraz czy wewnątrz nie pozostało jakiego narzędzia, używanego przy składaniu. Należy zatem najprzód

ręcznie obrócić parę razy maszynę bardzo powolnie i ostrożnie, a wtedy dopiero wpuścić z kotła parę, o słabem ciśnieniu, zaledwie dostatecznem do poruszenia samej maszyny. Pierwsze obroty powinny być bardzo powolne, aby można było każdej chwili maszynę zatrzymać przez zamknięcie wentyla parowego w razie, gdyby się okazała jakakolwiek nieprawidłowość. Błędy zauważone w zestawieniu maszyny należy koniecznie poprawić, chociażby to wymagało kilku dni mozolnej pracy; w przeciwnym bowiem razie trzeba być przygotowanym na to, że po paru latach, a może nawet tylko miesiącach pracy maszynę wypadnie wyrzucić, jako stare żelaztwo.

Zwiększając stopniowo szybkość ruchu, należy uważać, czy nie ma jakich wstrząśnień, lub uderzeń; czy nie porusza się która z części stałych; czy nie grzeje się która panew, a spostrzeżone nieprawidłowości należy usunąć przez dociągnięcie kotew, zluzowanie pokryw łożyskowych, lub obfitsze smarowanie.

Doszedłszy w ten sposób do szybkości właściwej i biegu prawidłowego, należy puszczać maszynę w ruch próżny przez kilka dni, zwykle przez cały czas rozgrzewania nowego kotła (**12**,11), nie zaniedbując w oznaczonych odstępach czasu szczegółowych oględzin wszystkich części ruchomych.

Chociażby się żadne błędy widocznie nie ujawniły; to jednak nie ma jeszcze pewności, że maszyna pracuje jak się należy, dopóki nie zbada się jej za pomocą indykatora, który dopiero może wykazać, czy dobrze działa przyrząd rozdzielczy do pary t. j., czy zmiany prężności jej w cylindrze odpowiadają, lub nie, diagramowi teore-

tycznemu. Niżej podane są niektóre wskazówki o sposobie użycia tego przyrządu.

Indykator.

12. Najnowszy ustrój indykatora pomysłu Rosenkranz'a, podają Fig. 405 i 406. Główną częścią tego

Fig. 405,

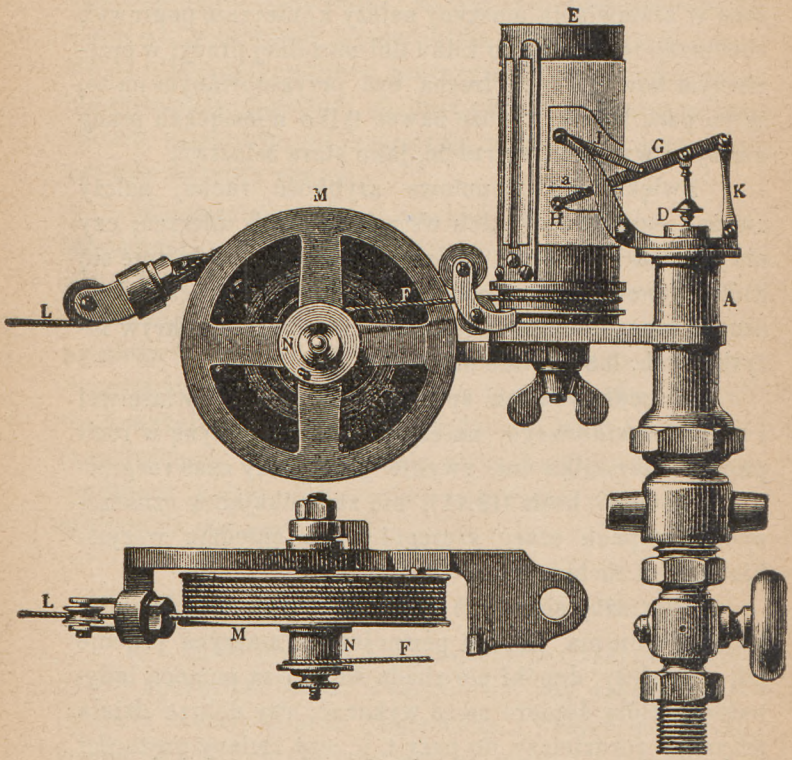


Fig. 406.

przyrządu jest cylinderek parowy *A* przedstawiony w przekroju na Fig. 407. Wewnątrz tego cylinderka znajduje się tłoczek *B*, przylegający szczelnie do ścianek, tak jednak, aby mógł się przesuwać prawie bez tarcia. Na tłoczek ten ciśnie od góry sprężyna *C*, od dołu zaś para z cylindra parowego, z którym cylinderek *A* jest połączonym. Pod działaniem tych dwóch ciśnień równoważących się wzajemnie, tłoczek *B* waha się wyżej lub niżej, zależnie od zmiennego ciśnienia pary w cylindrze.

W ten sposób położenie tłoczka może w każdej chwili służyć za miarę ciśnienia pary w cylindrze parowym. To ostatnie ulega tak szybkim zmianom, a wskutek tego i ruchy tłoczka są tak nagłe, że niepodobna by było podążyć za niemi wzrokiem, i z tego powodu został zastosowanym przyrząd samopiszący.

Od tłoczka *B* wychodzi na zewnątrz trzon *D* zczepiony z drążkiem *G* prowadzonym przez wodzidełka *I* i *K* w ten sposób, że koniec jego *H* chodzi po linii prostej, pionowej, powtarzając w skali zwiększonej ruchy tłoczka. Na końcu *H* jest osadzony ołówek mosiężny, ostrozakończony, który znaczy swe ruchy na papierze naciągniętym na bębenku *E*. Bębenek ten wprawia się w ruch obrotowy, zwrotny za pomocą sznurka *F*, który przez odpowiednie przeniesienie drążkowe, albo jak na rysunku, rolkowe, łączy się z krzyżulcem maszyny parowej. Krzyżulec ciągnąc za sznurek dłuższy *L*, nawinięty na rolce większej *M*, obraca ją wraz z rolką mniejszą *N* osadzoną nieruchomo na wspólnej osi, i na którą nawija się sznurek krótszy *F*, przyczepiony drugim końcem do obwodu bębenka *E*. Stosunek długości sznurków i śre-

dnie obu rolek jest taki, że podczas całkowitego skoku krzyżulca, bębenek robi niespełna cały obrót. Ruch powrotny odbywa się pod działaniem sprężyny ukrytej wewnątrz bębenka *E*. Oś, na której są osadzone rolki, ma końce nagwintowane, aby podczas każdego obrotu przesuwały się w bok o grubość sznurka i zapobiegły plątaniu się podczas nawijania.

13. Przypuśćmy, że położenie przyrządu, wskazane na Fig. 405, odpowiada położeniu tłoka, przybliżającego się do końca swego skoku w lewo; za chwilę więc rozpocznie się dopływ pary i ołówek *H* podniesie się z zajmowanego położenia, kreśląc linię prawie pionową, ponieważ ruch bębenka w tym czasie jest bardzo powolny. Następnie bębenek posuwa się dalej, a że ciśnienie pary przez cały czas dopływu pozostaje stałem, więc ołówek stoi na miejscu, kreśląc linię poziomą, dopóki nie rozpocznie się rozprężanie, wskutek którego ołówek, powolnie opadając, nakreśli linię pochyłą. Wreszcie nakreśli wypływ pary i przeciwciśnienie z tej samej strony, podczas powrotnego ruchu tłoka. W ten sposób otrzymamy diagram rzeczywisty, gdyż wykreślony przez samą parę, a zatem ze wszystkiemi zboczeniami od diagramu teoretycznego, podanego na Fig. 250.

Diagram, wykreślony za pomocą indykatora, daje możność sprawdzenia, jaki jest rozdział pary po jednej stronie tłoka. W maszynach zatem o działaniu podwójnem potrzeba zdjąć diagramy z obu końców cylindra, aby otrzymać zupełny obraz działania przyrządów rozdzielczych.

Przed wykreślaniem diagramu należy na papierze

naciągniętym na bębenku nakreślić linię, odpowiadającą sprężynie swobodnej, t. j. gdy na tłoczek ciśnie z obu stron powietrze zewnętrzne. Od linii tej, zwanej atmosferyczną, odmierzają się ciśnienia pary, wskazane przez diagram. Na rysunku zaczyna się ona przy *a*. W maszynach ze skraplaczami linia ta wypada nad linią, wskazującą przeciwciśnienie, a w maszynach zwykłych pod nią (ob. 18,4 i 18,5).

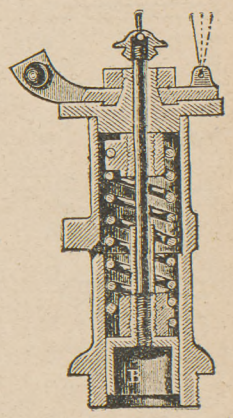


Fig. 407.

14. Ze zboczeń diagramu rzeczywistego od teoretycznego można napewno wykryć, co jest wadliwego w maszynie. Aby ułatwić rozpoznanie wad, podajemy na Fig. 408 niektóre przykłady diagramów nieprawidłowych z objaśnieniem, co oznacza każde zboczenie. Powierzchnie zakreskowane oznaczają wielkość pracy straconej wskutek każdej wadliwości.

Diagramy wadliwe.

a) Dopływ pary rozpoczyna się zbyt późno, i z tego powodu na początku skoku tłok bywa ciągniony przez koło zamachowe,

b) Dopływ pary rozpoczyna się za wcześnie,

c) Para przypływa zbyt ciasnym otworem, skutkiem czego nie osiąga w cylindrze całkowitego ciśnienia.

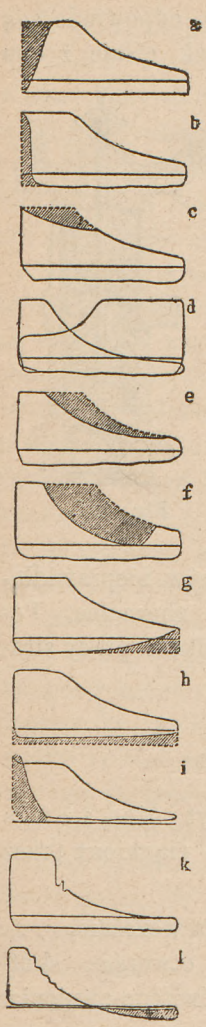


Fig. 408.

d) Stopień napełnienia parą nie jest jednakowy z obu stron tłoka, co wywołuje niejednostajność ruchu i nadmierny rozchód pary.

e) Nieszczelny suwak przepuszcza parę do cylindra w okresie rozprężenia.

f) Przy końcu skoku tłoka następuje powtórny dopływ pary, wskutek wadliwości mechanizmu rozdzielczego.

g) Wypływ pary następuje za późno i ztąd przeciwciśnienie jest zbyt wielkie.

h) Przeciwciśnienie jest za duże wskutek ciasnych rur odpływowych, lub wadliwego skraplania.

i) Ściskanie pary jest większe, niż potrzeba.

k) Tłoczek indykatora zacina się w górze. Należy indykator dobrze wyczyścić, aby otrzymywać diagramy dokładniejsze.

l) Tłoczek indykatora ma ruchy niespokojne wskutek tarcia, tłoczek skacze i daje linię rozprężania schodkową. Rozprężanie pary jest zawielkie.

Ostatnie dwa diagramy wskazują błędy nie maszyny, lecz indykatora,

co może jednak wprowadzić w błąd niewprawnego spostrzegacza.

Gdy diagram wskazuje, że suwak jest nieszczelny, wtedy można to sprawdzić przez nastawienie tłoka w bliskości końca skoku na tyle jednak, aby oba kanały dopływowe były jeszcze zamknięte; otwarłszy wówczas przepustnicę i kurki, widać czy para przedostaje się przez cylinder, czy nie. Jak sprawdzać szczelność tłoków, obacz **24**,14.

15. Końcowe ciśnienie pary, t. j. linia *d f* na Fig. 250, służy do oznaczenia ilości pary, zużytej podczas jednego skoku tłoka; ciśnienie zaś średnie do oznaczenia ilości pracy wytworzonej w tymże czasie. Zużytkowanie pary będzie zatem tem korzystniejszem, im większem będzie ciśnienie średnie, a mniejszem końcowe. Ułamek więc otrzymany z podzielenia ciśnienia końcowego przez średnie, wypadnie tem mniejszy, im korzystniej maszyna pracuje. Porównywając diagramy, wykreślone przy różnych ciśnieniach pary w kotle i różnem otwarciu przepustnicy, lub nastawieniu przyrządów rozdzielczych, łatwo można znaleźć, w jakich warunkach maszyna najlepiej zużytkowuje parę, nie uwzględniając strat (**17**,23 i następne).

Znając średnicę i skok tłoka, oraz liczbę obrotów maszyny, można na podstawie diagramów, wykreślonych za pomocą indykatora dla obu końców cylindra, obliczyć pracę wykonaną przez parę, czyli indykowaną.

Nieprawidłową figurę diagramu zamienia się na prostokąt tej samej długości, a wysokości takiej, aby

jego powierzchnia równała się powierzchni diagramu. Wysokość ta odpowiada ciśnieniu średniemu, podług którego można obliczać sprawność maszyny, jak gdyby pracującej bez rozprężenia.

Niechaj będzie:

o, powierzchnia tłoka zmniejszona o przekrój trzona.

s skok tłoka w metrach.

n liczba obrotów na minutę,

p_1 średnie (podług diagramu) ciśnienie pary w atmosferach.

Sprawność maszyny wyrazi się wtedy dla każdej strony tłoka przez:

$$N_1 = 2{,}222\ O_1\ n\ s\ p_1$$ koni parowych i

$$N_2 = 2{,}222\ O_2\ n\ s\ p_2$$

czyli razem $N = N_1 + N_2$

Średnią wysokość diagramu, można znaleźć, obliczywszy powierzchnię diagramu podług wzoru Simpsona, lub za pomocą planimetru i podzieliwszy liczbę w ten sposób otrzymaną przez długość diagramu. Wysokość znaleziona wskaże ciśnienie średnie p_1 lub p_2, wyrażone w skali odpowiadającej sprężynce indykatora.

16. Założenie indykatora do maszyny, która przy budowie nie została do tego przygotowaną, przedstawia wiele trudności i dla tego należy zawsze przy zamawianiu żądać odpowiedniego przygotowania.

Wprawianie w ruch bębenka z kartką za pomocą drążka jest pewniejsze, niż za pomocą rolek. Przy maszynach niezbyt wielkich wystarcza jeden indykator, po-

łączony z obydwoma końcami cylindra parowego za pomocą rurek, mających 10 do 13 *mm* w świetle, i zaopatrzonych w kurki, dające możność dowolnego łączenia indykatora z każdym końcem cylindra. Wyloty rurek w cylindrze nie powinny się znajdować naprzeciwko kanałów dopływowych, gdyż w tym razie nieczystości wpadające wraz z parą mogłyby łatwo dostać się do indykatora i przeszkadzać swobodnemu ruchowi tłoczka (ob. Fig. 408 *k* i *l*.

Sprawność indykowana jest w każdej maszynie parowej większą od skutecznej, t. j. przesyłanej przez wał (17,9), do oznaczenia której używa się dynamometru hamulcowego. Stosunek sprawności skutecznej do indykowanej nazywa się stopniem skuteczności (wydajności) maszyny.

Dynamometr hamulcowy.

17. Dynamometr hamulcowy, podany na Fig. 409, nosi nazwę swego wynalazcy Prony'ego. Chcąc nim zmierzyć sprawność danej maszyny przy pewnem napełnieniu cylindra i liczbie obrotów, należy odłączyć maszyny wprawiane w ruch, oraz regulator, a rozdział pary, jeżeli jest zmiennym, nastawia się na żądany stopień napełnienia, i ciśnienie pary utrzymuje się ciągle w jednakowej mierze. Wtedy puszcza się w ruch maszynę i dociąga stopniowo śruby *b*, *b* dopóki nie doprowadzi się do żądanej liczby obrotów na minutę, przy normalnem otwarciu przepustnicy.

Ramię *D*, skierowane w stronę odwrotną do kierunku obrotu wału, oprze się o poprzeczniak górny *G*.

Wówczas nakłada się na talerz *E* tyle ciężarów, aby one doprowadziły ramię *D* do położenia poziomego,

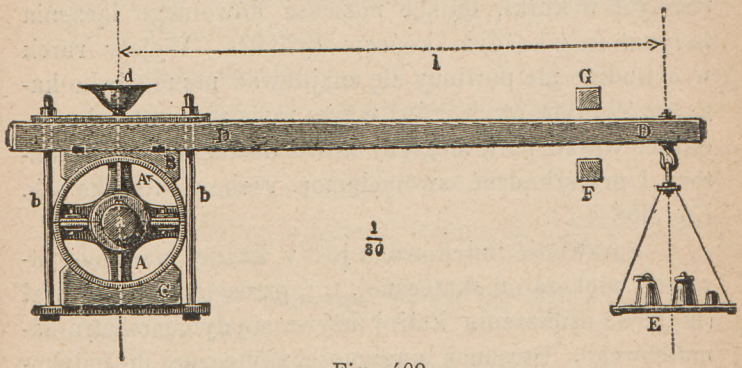


Fig. 409.

t. j. takiego, żeby nie opierało się ani o poprzeczniak *G* ani o *F*.

Jeżeli podczas doświadczania koło *A* zaczyna się mocno grzać, co zdarza się zwłaszcza gdy stosunkowo do wywartej na niego siły jest za małe, należy je studzić przez zwilżanie wodą mydlaną, dolewaną jednostajnie do lejka *d*.

18. W czasie tych doświadczeń praca **A** wytwarzana przez maszynę na sekundę, równa się tarciu na obwodzie koła hamowanego, pomnożonemu przez prędkość na jego obwodzie (drogę, przebytą w przeciągu sekundy), (**17**,9). Oznaczając przez **r** promień koła hamowanego, a przez **n** liczbę obrotów jego na minutę, otrzymamy prędkość na obwodzie:

$$v = 2r.\,3{,}1416.\frac{n}{60}$$

Praca zaś **A** wypadnie przy tarciu równem **F**.

$$A = Fr \frac{2.3,1416.\ n}{60}$$

Fr jest to tak zwany moment statyczny tarcia, odniesiony do osi obrotu, który oznacza nietylko opór koła hamowanego, lecz zarazem i siłę działającą na hamulec, i starającą się go obrócić w kierunku obrotu wału. Ponieważ zaś siła ta podczas doświadczenia była zrównoważoną przez obciążenie hamulca, przeto nazywając przez *P* ciężar, leżący na talerzu *E* wraz z wagą samego talerza i ramienia *D*, odniesioną do punktu przyczepienia talerza; a przez **l** długość ramienia otrzymamy:

$$Fr = Pl$$

a wtedy równanie poprzednie zmieni się na

$$A = Pl \frac{2.3,1416}{60} n \text{ kilogrammetrów}$$

albo $$N = \frac{2.3,1416}{60.75} Pln = 0,001396\ Pln$$

koni parowych.

Naprzykład niech będzie $l = 2,5\,m$; Ciśnienie ciężaru własnego ramienia *D* na koniec *E* $30\,kg$; Waga talerza $10\,kg$; Ciężary leżące na talerzu $70\,kg$ $n = 75$ na minutę; wówczas

$$N = 0,001396\ (30 + 10 + 70)\ 2,5.75 = 28,8\ KP$$

19. Gdy hamowanie ma trwać przez czas dłuższy, wówczas dociąganie śrub staje się kłopotliwem, a pomi-

mo tego niepodobna uniknąć uderzenia ramieniem *D* to o jeden, to o drugi poprzeczniak, zkąd wynikają ciągłe

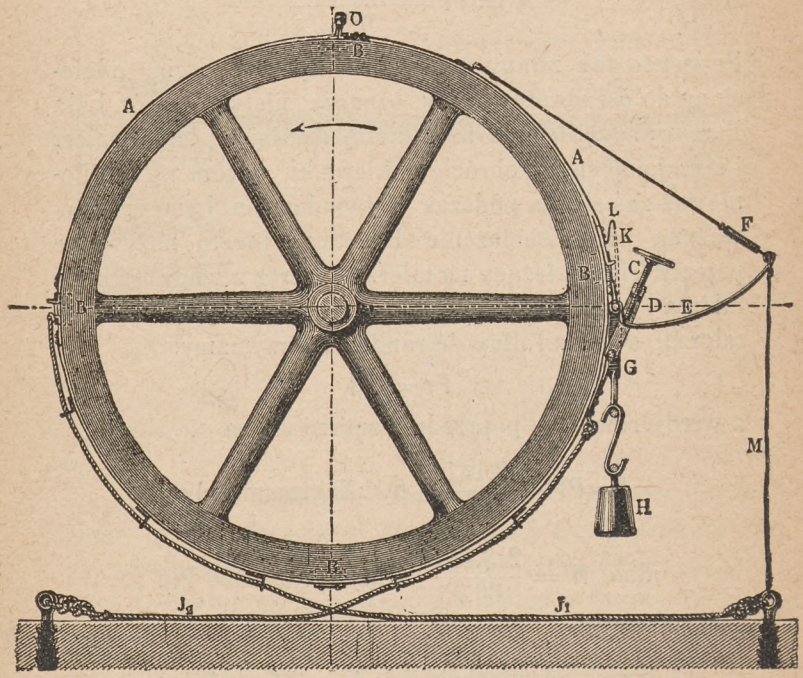


Fig. 410.

błędy. W takich wypadkach używają hamulca taśmowego z naprężeniem samodziałającem przedstawionem na Fig. 410.

Składa się on z taśmy żelaznej, opasującej koło pasowe, lub zamachowe (jeżeli jest obtoczone na obwodzie).

Łapki B, B obejmujące wieniec koła zabezpieczają taśmę od spadnięcia. Jeden koniec taśmy jest zaopatrzony w strzemię D ze śrubą C, opierającą się swym końcem na drążek E, przymocowany do drugiego końca taśmy. Odstające ramię drążka E jest złączone z taśmą za pomocą sznurka ze sprężyną F i z hakiem wbitym w podłogę za pomocą sznurka M, miarkującą samodzielnie napięcie taśmy. Strzemię G, przyczepione na jednym końcu taśmy z drążkiem E służy do zawieszenia ciężarów H. Linki ochronne I_1 i I_2 pozwalają taśmie przesuwać się po obwodzie na długość około 100 mm. Wskazówka K, będąca przedłużeniem strzemienia G, powinna stać naprzeciw znaczka L, gdy cały przyrząd znajduje się w równowadze.

20. Przyrządu tego używa się wówczas, gdy chodzi o badanie przez czas dłuższy maszyny pracującej ze zwykłym wysiłkiem, w celu oznaczenia rozchodu pary, lub zdjęcia diagramów indykatorowych. W tym więc wypadku ciężar H można już z góry obliczyć, pozostawiając regulatorowi miarkowanie szybkości.

Gdy się założy taśmę i zawiesi ciężar H, wówczas linka I_1 napręży się, sznurek zaś M zwiesi się swobodnie. Napełniwszy oliwiarkę O, puszcza się powoli maszynę w ruch i zakręca śrubę C, przez co zwiększa się tarcie pomiędzy taśmą i obwodem koła, aż wreszcie ciężar H podniesie się i linka I_1 zawiśnie. W chwili, gdy wskazówka K, zacznie się wahać, wypręża się sznurek M, i rozciągając sprężynkę F, pochyla drążek E ku taśmie, a przez to zmniejsza jej napięcie i ciężar H znów się opuszcza. Ponieważ do zwolnienia taśmy wystarcza

bardzo nieznaczne naprężenie sznurka M, wynoszące zaledwie klika gramów, co stanowi tylko tysiączne cząstki obciążenia całkowitego, przeto można je pominąć przy obliczaniu.

Przy dłuższem hamowaniu koło ogrzewa się przez tarcie; gdy powierzchnia zewnętrzna koła, pozostająca w zetknięciu z powietrzem wynosi po 0,1 m^2 na każdego konia parowego sprawności maszyny, wówczas ogrzanie koła dochodzi do 100° i potrzeba je chłodzić wodą. Przy hamowaniu koła zamachowego lub pasowego zwykle można się obejść bez chłodzenia.

21. Przy hamowaniu maszyn, oddających swą pracę za pomocą linek, jak np. na Fig. 311 i 312, zamiast taśmy żelaznej używa się rzędu drutów obok leżących, z których każdy leży w innym rowku. Za pomocą 10 drutów 7 milimetrowych autor hamował w przeciągu 4 godzin maszynę, której sprawność, wzrastając stopniowo, doszła do 234 **KP**, nie potrzebując przytem chłodzenia wodą, gdyż temperatura wieńca koła zamachowego podniosła się tylko do 60° niespełna.

22. Oprócz doświadczeń z hamulcami i indykatorem, robią się jeszcze spostrzeżenia nad rozchodem pary i opału. Dla maszyn ma znaczenie tylko rozchód pary.

W małych maszynach można w krótkim przeciągu czasu otrzymać dokładne dane, skraplając parę zużytą w chłodzonych wężownicach ołowianych, i mierząc ilość wody skroplonej.

W maszynach o sprawności, przewyższającej 10 **KP**, urządzenie takie byłoby już zbyt kłopotliwem, nie pozostaje więc nic innego, jak mierzenie rozchodu wody

zasilającej, doprowadzając przy końcu doświadczenia poziom wody w kotle do tej samej wysokości, na jakiej znajdował się na początku. Przy tym jednak sposobie woda unoszona przez parę wpływa bardzo znacznie na wyniki, gdyż wszelkie przyrządy do oznaczania wilgotności nie okazały się dokładnemi (2,16). Parę otrzymuje się tem suchszą, im jest niższy poziom wody w kotle (17,26). Wodę zasilającą albo się waży, albo mierzy za pomocą wodomiaru, włączonego w rurę zasilającą, lub za pomocą licznika obrotów, założonego na pompie zasilającej.

ROZDZIAŁ XXIII.

Obsługa maszyny parowej.

1. Przy maszynie parowej, znajdującej się w stanie dobrym i pracującej prawidłowo, powinien maszynista wykonywać codziennie roboty następujące:

a) Puścić w ruch i zatrzymać maszynę w czasie właściwym.

b) Podczas ruchu sprawdzać, czy tak cała maszyna w ogólności, jak oddzielne jej części pracują prawidłowo i korzystnie.

c) Utrzymywać maszynę w czystości i przedsiębrać drobne poprawki w celu usunięcia zauważonych nieprawidłowości.

a) Puszczanie w ruch i zatrzymywanie maszyny.

2. Przed puszczeniem maszyny w ruch, należy sprawdzić wszystkie kliny, zatyczki i śruby, następnie posmarować wszystkie panwie, suwaki i wogóle wszystkie trące się powierzchnie. Szczególniej ważnem jest to przy nowoustawionych maszynach, gdyż wszystkie te części dopiero się wygładzają i docierają.

Na wszystkich ważniejszych panwiach powinny się znajdować oliwiarki, z których smar powolnie ścieka na panwie. Najprostszemi i najwięcej używanemi oliwiarkami są naczyńka blaszane z przechodzącemi przez dno rurkami, których koniec górny wystaje wewnątrz naczynia prawie do samego wierzchu, dolny zaś koniec prowadzi do miejsca, które należy smarować. Do rurki wsuwa się knot bawełniany z przymocowanym doń drutem, a koniec knota pogrąża się w smarze, który nigdy nie powinien dosięgać wierzchu rurki, lecz tylko wessany przez knot, wskutek włoskowatości winien ściekać końcem knota, pomieszczonym wewnątrz rurki. Dopływ smaru można miarkować w różny sposób: albo naciska się knot na rurce, albo splata go się mocniej lub słabiej, albo wreszcie pogrąża się w smarze, nie cały koniec knota, lecz tylko kilka z niego nitek.

Działanie knotów można sprawdzać w oliwiarce próbnej, z której ściekający smar zbiera się na miseczkę. Wypływ smaru zmniejsza się jednak w miarę obniżania się jego poziomu w oliwiarce. Można temu zapobiedz przez zastosowanie butelki odwróconej, podobnie jak

w dawnych lampach olejnych. Urządzenie oliwiarki podobnej widać na Fig. 411.

Otwór butelki odwróconej *C* jest pogrążony w oliwiarce, z której po sześciu knotach smar ścieka do rurek. Gdy poziom smaru opadnie na tyle, że odkryje otwór butelki, wtedy przedostanie się do niej bańka powietrza, a natomiast wypłynie trochę smaru. Przy podnoszeniu butelki krążek gumowy *d* zamyka jej otwór, a walec *b*, wydobyty z oliwiarki, tak znacznie obniża poziom smaru, że knoty przestają ciągnąć. Rurki rozprowadzają smar do różnych miejsc maszyny jak np. do głównego łożyska wału, czopa korbowego, opasek mimośrodowych i t. d.; rozchód zaś smaru miarkuje się zależnie do potrzeby przez użycie odpowiednich knotów, które, gdy zostały raz wypróbowane, działają równomiernie.

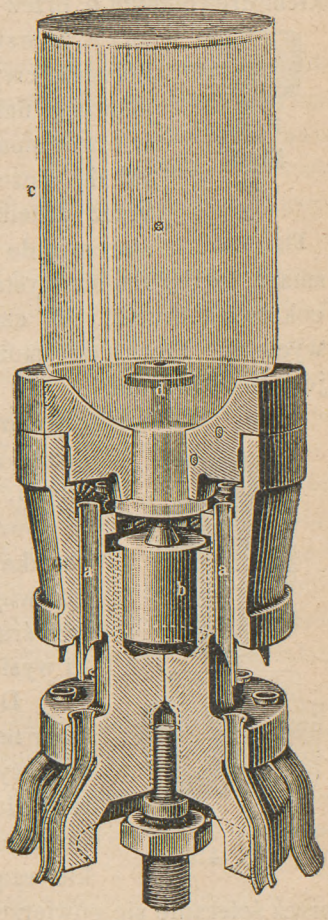


Fig. 411.

3. Oliwiarka podana na Fig. 412 jest nadzwyczaj rozpowszechnioną. Buteleczka *a* ma otwór zatkany korkiem drewnianym *b*, przez który przechodzi rurka mosiężna *c*, ze wstawionym w nią drucikiem, cokolwiek cieńszym od otworu rurki. Tę ostatnią należy tak głęboko wstawiać w otwór smarny łożyska, aby drucik opierał się o czop. Drobne ruchy, doznawane przez drucik wskutek obrotu czopa, wystarczają do przepuszczania żądanej ilości smaru, gdyby zaś nie wystarczały, należy tylko spiłować cokolwiek drucik. W czasie postoju smar wcale nie wycieka. Przez szkło można widzieć, czy zapas smaru jest dostatecznym.

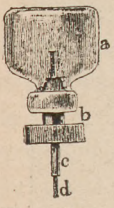


Fig. 412.

4. Oliwiarka, podana na Fig. 413, wraz z częścią panwi służy do smarów nawpół ciekłych, które pod ciśnieniem tłoczka *g* powoli wyciekają. Gdyby ciężar tłoczka nie był dostatecznym, można go zwiększyć przez wsypanie do wnętrza śrutu. Zawartość jednej oliwiarki wystarcza na kilka miesięcy.

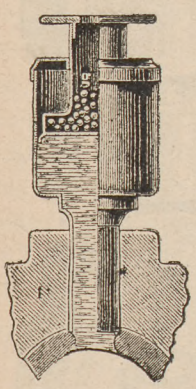


Fig. 413.

Do czopów szybko chodzących smar nawpół ciekły nie jest dobrym i należy używać smary rzadkie, któreby nie tylko zmniejszały tarcie, lecz zarazem mogły wypłukiwać drobniutkie cząsteczki kruszcu, powstające przez ścieranie się powierzchni.

5. Trzony i inne części, podlegające nagrzewaniu

przez parę, najlepiej jest smarować czystym łojem topionym, np. do oliwiarek przy dławnicach wkłada się kilka kawałeczków łoju, który po ogrzaniu dławnicy topi się i wsiąka w pakunek.

6. Zachowanie się różnych olejów, jako smarów można najłatwiej wypróbować na arkuszu blachy żelaznej, ustawionej pochyło, puszczając po kilka kropel każdego gatunku smaru: Który z nich najdalej ścieknie i najdłużej pozostanie płynnym, ten jest najodpowiedniejszym do smarowania.

Próba chemiczna polega na zmieszaniu oleju z kwasem azotnym (czerwonym, dymiącym) i pozostawieniu w spokoju. Oleje, tężejące na powietrzu, pozostają przy tej próbie płynnemi, gdy przeciwnie oleje zdatne do smarowania w prędkim czasie po zmięszaniu gęstnieją, tworząc ścisłą masę, która nie wylewa się z naczynia.

Zanieczyszczenie olejów kwasami można poznać wsypawszy do nich cokolwiek tlenniku miedzi, lub popiołu, powstającego przy topieniu miedzi. Oleje wolne od kwasów nie zmieniają przytem barwy, gdy przeciwnie oleje zawierające kwas, zabarwiają się na zielono lub niebiesko, już po 10 do 20 minutach, a przy ogrzewaniu nawet szybciej.

Używać należy tylko olejów dobrych i czystych, chociaż droższych, oleje bowiem tańsze, gdy są nieczyste nie tylko, że zużywają się w większej ilości, lecz nadto tężeją na powierzchniach, zatykają otwory i wywołują uszkodzenia maszyny.

7. Przy puszczaniu w ruch maszyny parowej wszystkie maszyny robocze, o ile to jest możebne, powinny być

wyłączone, aby maszyna parowa potrzebowała z początku poruszyć tylko samą siebie i transmisyę, a dopiero w czasie ruchu należy stopniowo włączać maszyny robocze.

Poziom wody i ciśnienie pary w kotle winny być doprowadzone prawie do swych granic górnych, aby nie opadły zbyt nisko wskutek rozchodu pary, jak było już o tem wspomniane wyżej (12,14). Ogień w palenisku powinien być również silny, co można poznać po wzrastającem ciśnieniu pary. Maszynista przeto powinien się przekonać podług manometru o ciśnieniu pary, i o zapasie wody w podgrzewaczu, a także otworzyć wentyl zasilający przy kotle. Maszyna parowa przed puszczeniem w ruch winna być nastawiona w przybliżeniu na $^1/_8$ skoka tłoka, gdyż w tem jego stanowisku para ma dopływ otwarty i drąg korbowy stoi w położeniu dogodnem względem korby. Gdy zaś tłok znajduje się blisko końca swego skoku, należy koło zamachowe obrócić cokolwiek w kierunku jego biegu. W małych maszynach wykonywa się to od ręki, a w większych za pomocą drągów lub nawet umyślnych maszynek do wprawiania w ruch.

8. Przed samem puszczeniem w ruch maszyny parowej należy ją podegrzać. W tym celu otwiera się kurki odwadniające i uchyla cokolwiek przepustnicę, a po kilku minutach, dawszy znak gwizdawką parową, otwiera się stopniowo przepustnicę, dopóki maszyna nie zacznie się poruszać. Jeżeli cylinder posiada koszulkę parową, to i tę należy również podegrzać przed puszczeniem maszyny w ruch. Gdyby zaniedbano podegrzania cylindra parowego, to znaczna ilość wody, skraplającej się na chłodnych ściankach cylindra, nie zdążywszy wy-

płynąć kurkami odwadniającemi, mogłaby spowodować rozbicie cylindra. Jeżeli kurki odwadniające nie są urządzone do działania samodzielnego, to po kilku obrotach maszyny należy je zamknąć.

Przy maszynach ze skraplaczami należy otwierać kurek natryskowy od skraplacza mniej więcej po trzech obrotach maszyny.

Ruch maszyny należy przyspieszać powoli dopóki nie dojdzie do szybkości właściwej, przy której regulator zaczyna działać.

9. Przy zatrzymywaniu maszyny należy przepustnicę przymknąć i w ten sposób zmniejszyć prędkość obrotów, aby w czasie właściwym przez zupełne zamknięcie przepustnicy można ją było szybko zatrzymać. Po zamknięciu przepustnicy maszyna robi jeszcze $^1/_2$ do $1^1/_2$ obrotu, zależnie od oporów, należy więc tak miarkować, aby stanęła w położeniu dogodnem do puszczenia jej w ruch (**23**,7) t. j. na $^1/_8$ skoku tłoka.

Przy maszynach ze skraplaczami należy zamknąć kurek natryskowy wcześniej niż przepustnicę, przez co wstrzymuje się skraplanie i w skraplaczu oraz w cylindrze parowym ustanawia się przeciw ciśnienie z pary i powietrza.

Przyrządy hamulcowe, działające z natychmiastowem zamknięciem przepustnicy, zastosowane do wielu nowszych maszyn, dały wyborne wyniki, pozwalają bowiem w razie niebezpieczeństwa szybko zatrzymać maszynę przez naciśnięcie jednego z guziczków, rozmieszczonych w różnych miejscach fabryki, a działających

na przyrząd za pośrednictwem ścieśnionego powietrza, lub elektryczności.

b) Dozór nad maszyną w ruchu.

10. Jednostajne ciśnienie pary w cylindrze jest pierwszym warunkiem oszczędnej pracy maszyny parowej, należy więc stale podtrzymywać takie ciśnienie, do jakiego maszyna została zbudowaną i jakie jest dozwolonem dla kotła. Gdyby nawet maszyna zmniejszonemu niekiedy obciążeniu mogła podołać, pracując pod mniejszem ciśnieniem, to i wtedy lepiej jest zmniejszyć stopień napełnienia cylindra parą, lub przymknąć przepustnicę, niż obniżać ciśnienie pary.

Z tego powodu manometr nie powinien wskazywać znacznych wahań, lecz stale przepisane ciśnienie pary. Podobnie próżniomierz (vacuummetr) skraplacza, należy stale utrzymywać w mierze przez odpowiednie miarkowanie natrysku wody chłodzącej.

Maszynista, stale zapisujący rozchód opału, wkrótce się przekona, że przy wysokiem ciśnieniu pary praca maszyny wypada najoszczędniej.

11. Podgrzewacze maszyn zwykłych i kadzie wodne maszyn ze skraplaczami, winny być ciągle napełnione do właściwego poziomu. Brak wody pomimo działania przyrządów zasilających dowodzi, że jakieś ich części nie są w porządku.

W jakiś czas po puszczeniu maszyny w ruch zachodzi potrzeba użycia pompy zasilającej, wtedy okazuje się, o ile ona jest w porządku. Aby jednak być pewnym, że

pompa nie zawiedzie w chwili, gdy nadejdzie konieczność zasilania kotła, lepiej jest wypróbować ją zaraz po puszczeniu w bieg maszyny.

Pomiędzy wentylem ssącym i tłoczącym znajduje się zwykle kurek powietrzny, którego używa się w razie, jeżeli pompa nie chce pociągnąć wody, wówczas otwiera go się w chwili tłoczenia, aby wypuścić powietrze z pod tłoka. Woda, wypływająca z kurka wskazuje, że pompa już chwyciła wodę.

Połączenia rur wodnych i parowych powinny być zawsze szczelne i nie parować, ani przesączać. Toż samo odnosi się i do dławnic na trzonach tłokowych i suwakowych, które wysuwając się z dławnic, pokrywają się cienką powłoką łoju roztopionego, przy ruchu zaś powrotnym pakunek dławnicy zciera tę powłokę ale niezupełnie, tak że część smaru dostaje się do wnętrza cylindra, lub skrzynki parowej.

12. Zaraz po kilku obrotach maszyny trzeba sprawdzić wszystkie czopy i panwie, czy smar dobrze się po nich rozchodzi i czy nie są zbyt mocno dociągnięte. Czop, do którego smar nie dochodzi, w krótkim czasie zaczyna się nagrzewać, a wówczas należy panew zluzować i dolać oleju, lub nawet przy silnem rozgrzaniu spryskać wodą w celu ostudzenia. Gdyby i to nie pomogło, to trzeba wsypać trochę kwiatu siarczanego przez otwór smarny.

Od czasu do czasu bierze się trochę smaru, ściekającego z panew i sprawdza przez rozcieranie pomiędzy palcami, czy nie zawiera wiórków, powstałych z zatarcia

się panwi, lub czopa. Panwie takie należy zaraz dobrze doszabrować (ale nie piłować) lub nawet zmienić, w przeciwnym bowiem razie zacieranie może się łatwo powtórzyć.

13. Prawidłowość rozdziału pary można sprawdzać jedynie za pomocą indykatora (**22**,14). Dla tego też maszynista, posiadający indykator nie powinien zaniedbywać zdejmowania diagramów, przynajmniej raz na kwartał i pokazywania ich osobie biegłej.

Spostrzeżenia, robione bez indykatora, nie są ścisłe, dla uważnego jednak maszynisty mogą dać pewne wskazówki; a mianowicie trzeba uważać, czy wyloty pary z obu stron tłoka są równej siły, przysłuchiwać się szmerowi pary przepływającej pod suwakiem, dla sprawdzenia, czy szmer ten jest jednakowy z obu stron tłoka, i czy suwak szczelnie przylega; i wreszcie sprawdzać, czy części zewnętrzne przyrządu rozdzielczego poruszają się prawidłowo i bez ruchów martwych.

c) Drobne poprawki i czyszczenie.

14. Drobne poprawki polegają na pobijaniu klinów w drągach i na dociąganiu śrub przy dławnicach, łożyskach i rurach.

Do wbijania i wybijania klinów trzeba używać młotków miedzianych lub grabowych, gdyż żelaznemi lub stalowemi rozbijają się końce klinów, co przeszkadza późniejszemu ich zakładaniu. Maszynista po uderzeniu młotkiem powinien odczuć, czy klin siedzi o tyle mocno,

aby panewki nie ruszały się, ale zarazem aby się nie zagrzały.

Dławnica ze świeżo założonym pakunkiem daje się dociągnąć, stopniowo jednak podatność pakunku maleje i para zaczyna się przeciskać. Wtedy można dołożyć parę krążków pakunku i znów dociągnąć. Trwałość pakunków zależy od ilości i szybkości skoków trzona, od ciśnienia pary, gatunku materjału, użytego na pakunek i wreszcie od obfitego smarowania. Gdy pomimo dociągania dławnica ciągle paruje, znaczy to, że pakunek jest zniszczonym i należy go zastąpić przez nowy (**24**,12).

Przy dociąganiu dławnic należy uważać, aby mutry jednostajnie dokręcać, w przeciwnym bowiem razie dławik się przekrzywia i trze szkodliwie o trzon.

Panwie łożyskowe powinny zupełnie obejmować czopy bez podkładek w miejscach złożenia, a przytem dobrze przylegać. Gdyby jednak miały podkładki drewniane, co teraz już się rzadko przytrafia, to należy dokładnie umiarkować ich grubość, właściwe zaś dociągnięcie śrub osiąga się w ten sposób, że najprzód dociąga się je, dopóki się podają, a następnie odkręca na jakie ćwierć obrotu. W ten sam sposób należy postępować z opaskami mimośrodów, w razie bowiem nie szczelnego przylegania sprawiają drgania drążków.

15. Jak maszynista, tak i jego pomocnicy powinni pamiętać o tem, że podczas ruchu maszyny mogą smarować i czyścić te tylko części, które nie przedstawiają niebezpieczeństwa przy zbliżeniu i zetknięciu się z niemi. Powinni więc korzystać z każdego postoju maszyny, aby smarować i czyścić takie części jak regulator, równo-

ległobok i drągi korbowe, mogące łatwo pochwycić za rękę lub za odzież i skaleczyć nieuważnego.

Niektóre znów części jak np. wały, lub trzony od pomp dają się łatwiej czyścić podczas ruchu, dość jest bowiem przycisnąć kawałek papieru szmerglowego i powolnie przesuwać. Na takie czyszczenie w miejscach bezpiecznych można zawsze zezwolić 2*l*,14.

Do obcierania smaru maszynista powinien mieć zawsze pod dostatkiem gałganów lub obcinków bawełnianych (z przędzalń) które po zatłuszczeniu dają się wyprać przez dwukrotne wygotowanie w 14° *B* ługu mydlanym i przepłukanie wodą. Wyrzucać je należy dopiero wówczas, gdy się podrą przez używanie.

Nie należy zbytnio ograniczać rozchodu materjałów do czyszczenia, jak się to niekiedy zdarza, gdyż maszyna utrzymywana brudno, zużywa niekiedy smaru za sumę 10 razy większą, niżby kosztowały owe materjały. Z drugiej jednak strony nie powinno się ich przedwcześwrzucać do ognia, co również często się przytrafia. Pewien fabrykant francuzki gromadził materjały zatłuszczone i wyrabiał z nich pochodnie, co mu dawało dochód. Obecnie wyrabiają z nich gaz oświetlający.

ROZDZIAŁ XXIV.

Roboty przypadkowe i naprawa maszyn parowych.

Narzędzia maszynisty.

1. Właściciel maszyny parowej powinien zaopatrzyć maszynistę we wszystkie narzędzia jakie mogą mu

być potrzebne, i to w dobrym gatunku. W dużych zakładach, oraz na statkach parowych, odbywających dalsze podróże, powinno się znajdować ognisko kowalskie z całym doborem młotów, kleszczów i t. p. Do tego celu dobrze się nadają ogniska przenośne.

Z narzędzi ślusarskich są potrzebne: dobre imadło (śrubsztak) z wykładami blaszanemi i ołowianemi; pilniki wszelkiego rodzaju: duże i małe; grubo i drobno nacinane; płaskie, półokrągłe i okrągłe, młotki, kołowrotek z doborem świdrów (borów), mesle. Przyrząd do ręcznego nacinania śrub i muter w wymiarach najużywańszych.

Do wszystkich wymiarów muter powinny się znajdować odpowiednie klucze, a nadto jeden duży i jeden mały klucz nastawialny (francuzki). Klucze te, dostarczane zwykle przez fabrykanta, powinny być zawsze utrzymywane w porządku i czystości. Najlepiej rozwiesić je na desce wraz z młotkiem miedzianym i drewnianym do wbijania klinów i z grajcarkiem do wyciągania pakunków z dławnic. Na czarnem tle deski należy pomalować czerwono profile wszystkich narzędzi, aby łatwo było odnaleść miejsce do zawieszania każdego z nich.

Pion, libella, cyrkle i inne przedmioty droższe, łatwe do skradzenia, przechowują się zwykle pod zamknięciem.

Z narzędzi stolarskich używają się: Piła zwyczajna i otworowa (Schweifsäge); różne świdry, dłuta, raszple i kilka hebli.

Do rozcierania farb i kitu powinna być płyta kamienna z kurantem.

Materjały.

2. *a)* Konopie należy wybierać zawsze najlepsze i najpiękniejsze, aby były długie, dobrze wyczesane, bez pakuł, a przedewszystkiem wolne od kurzu, piasku lub paździerzy, gdyż te zanieczyszczenia robią je zupełnie niezdatnemi do dławnic.

Do dławnic cienkich trzonów suwakowych do drutów od pływaków w braku dobrych konopi można używać lnu; jednak do tych ostatnich najlepszym jest pakunek z bawełny knotowej. Tkaniny lub plecionki bawełniane z talkiem zachowują się bardzo dobrze (tak zwany pakunek amerykański).

b) Płótno grube bielone lub nie bielone, pocięte na pasy używa się do przekładania takich obrzeży, które potrzeba często odejmować, a nie zawsze można świeżo przekładać. Pasy te przed założeniem macza się w rzadkim kicie olejnym (**24**,3).

c) Kauczuk wulkanizowany używa się do uszczelniania w postaci płyt różnej grubości, lub sznurów, a na klapy z płótnem parcianem wewnątrz.

Czysty kauczuk pływa po wodzie, od której jest lżejszym. Przy wulkanizowaniu (siarkowaniu) kauczuku dodaje się doń bardzo wiele domieszek niekiedy nawet szkodliwych. Im więcej ma kauczuk takich domieszek, tem szybciej pogrąża się w wodzie; można więc sprawdzać jego dobroć za pomocą takiego roztworu soli, w którym pływa jeszcze kauczuk dobroci wypróbowanej. Cenny ten materyał bywa niekiedy do tego stopnia zanieczyszczony spatem ciężkim, że jego znajdowanie się

w handlu należałoby uważać za karygodne oszustwo, któremu sprzyja przyjęty zwyczaj sprzedawania wyrobów kauczukowych na wagę.

d) Olej lniany surowy i gotowany (pokost), minja, biel ołowiana (blejweiss), kreda pławiona i inne podobne materjały powinny się również znajdować zawsze w zapasie.

O Kitach.

3. Przy obsłudze maszyn używa się przeważnie dwóch gatunków kitów, a mianowicie: olejno-minjowych i żelaznych. Pierwsze z nich wskutek tężenia oleju przywierają do powierzchni, pomiędzy któremi są ściśnięte i w ten sposób tworzą warstwę ścisłą i trwałą; drugie zaś kity żelazne uszczelniają części złączone wskutek rdzewienia, pod działaniem wilgoci i salmiaku w nich zawartego.

Kit olejny, przyrządzony zazwyczaj z czystej minji i bieli ołowianej, jest bardzo drogi, próby jednak dowiodły, że można jeszcze dodawać do niego gliny garncarskiej w stosunku następującym:

minji	części	18
bieli ołowianej	„	46
gliny	„	36
Razem		100

Roztarłszy każdą z nich oddzielnie (glina musi być doskonale wysuszona) należy je dobrze przemięszać i dodać pokostu, w ilości zależnej od tego, czy kit ma być rzadkim lub gęstym.

Aby otrzymać kit gęsty, trzeba dodać niewiele po

kostu, przy ciągłem mięszaniu i przerabianiu za pomocą młotka żelaznego, dopóki nie otrzyma się masy jednorodnej i wilgotnej, dającej się wałkować w rękach. Kitu tego używa się do krążków ołowianych, grubości 2 do 3 *mm*, które z obu stron smaruje się pokostem, potem nakłada warstwy kitu grubości około 2 *mm* i okręca cienkiemi włóknami konopnemi, aby nie odpadły przy zakładaniu. Po ułożeniu na miejsce i po skręceniu śrubami, staje się w krótkim czasie odpornym na działanie gorąca i ciśnienia pary.

Pomiędzy powierzchnie świeżo obtoczone, które jednak powinny mieć kilka rowków, daje się tylko jedną warstwę kitu, rozsmarowując go nożem i wtłaczając w niego tkaninę drucianą, lub kilka zwojów nitki **20**,30.

Kit rzadki rozciera się kurantem, dodając więcej pokostu, aby powolnie ściekał z łopatki, ciągnąc się w nitki.

Oba rodzaje kitu należy mieć zawsze gotowe w zapasie, przechowując je pod wodą, aby nie wysychały. Naczynia z kitem trzeba przykrywać i trzymać w miejscu chłodnem. Kit twardy pomimo tych ostrożności tężeje i trzeba go przed użyciem przerobić młotkiem, przez co staje się miększym.

Stephenson posługuje się kitem otrzymywanym przez zmięszanie oleju lnianego, albo lepiej pokostu z proszkiem złożonym z

2 części glejty ołowianej drobno mielonej,
1 „ piasku pławionego, bardzo drobnego
1 „ wapna sproszkowanego.

Wapno powinno być zlasowane na powietrzu lub przez pokropienie małą ilością wody.

Kit, znany pod nazwą Mastic Serbat, jest bardzo dobry, szybko schnący i trwały. Robi go się przez zmięszanie

46 części siarczanu ołowiu
15 „ dwutlenku manganu (Braunstein)
8 „ oleju lnianego

Do tej mięszaniny dodaje się przy ciągłem ugniataniu i wybijaniu jeszcze 22 części dwutlenku manganu, a po dwóch tygodniach znów 9 części tego samego.

Kit tak zwany diamentowy składa się z

16 części glejty ołowianej
15 „ kredy pławionej,
50 „ grafitu,
16 „ oleju lnianego

4. Mięszaniny kitów żelaznych bywają rozmaite, każdą z nich można uważać za dobrą, jeżeli wkrótce po nałożeniu rozpocznie się szybkie rdzewienie opiłek, wchodzących w skład kitu. Autor posługiwał się z dobrym skutkiem następującą mieszaniną:

100 *kg.* opiłek lub wiórów z pod tokarń, wiertarń i t. p., ale nie zardzewiałych,
$^3/_4$ „ salmiaku,
$^1/_2$ „ kwiatu siarczanego.

Stosunek tych części składowych można zmieniać aż do granicy podanej niżej:

30 *kg.* opiłek,
1 „ salmiaku,
1 „ siarki.

Opiłki są lepsze od wiórów, gdyż mniej bywają zanieczyszczone, ale rzadko można ich tyle zebrać, aby starczyło na zrobienie kitu, więc zwykle używa się wiórów, przesianych przez sito, aby nie były grubsze od ziaren rzepaku. Salmiak również należy potłuc i na sucho dobrze przemięszać, a następnie polewać uryną i urabiać, przez co mięszanina wkrótce rozgrzeje się, wyschnie i skruszeje. W tym stanie należy ją wkładać w szczeliny, i mocno ubijać młotkiem za pośrednictwem dłuta, przez co mięszanina staje się znów wilgotną i miękką. Po zapełnieniu szczeliny należy powierzchnię zewnętrzną wygładzić i pozostawić przynajmniej na dwa dni do wyschnięcia. Krople czarne, wydobywające się przez stwardniałą powłokę zewnętrzną, są oznaką dobrego zakitowania.

Kit ten używa się do uszczelniania tylko części żelaznych, których powierzchnie zetknięcia muszą być wolne od rdzy i tłuszczów, przeszkadzających przywieraniu kitu. Przechowywać go można w garnku żelaznym ściśle ubitym i zalanym wodą, a biorąc do użytku, należy wodę zlać do innego naczynia i, po wzięciu, ile potrzeba, resztę znów zalać tą samą wodą. Przy przerabianiu tego kitu przed użyciem trzeba dodawać świeżych opiłek, aby otrzymać masę żądanej gęstości.

Kit ogniotrwały, dający się używać do rur i wylotów wiatrowych przy ogniskach kowalskich, oraz do

ogrzewaczów powietrznych, otrzymuje się przez zmięszanie:

15 części opiłek,
5 „ gliny,
1 „ soli kuchennej.

Do rozrabiania używa się wody zmięszanej pół na pół z octem.

Opiłki zmięszane z kredą pławioną i rozrobione mocnym octem dają kit szybko tężejący, i dobrze uszczelniający np.: kadzie wodne.

5. Rury żelazne lane, łączone mufami uszczelnia się oprócz kitu żelaznego jeszcze i w następujący sposób.

a) Za pomocą zalewania ołowiem. Cieńszy koniec rury posiada obrzeże, którem po wstawieniu do mufy sąsiedniej opiera się o jej dno. Przestrzeń wolną nad obrzeżem uszczelnia się za pomocą sznurków konopnych nasmołowanych, które powinny wypełnić prawie całą mufę a tylko wązki pierścień na brzegu zalewa się ołowiem i od zewnątrz starannie sztamuje.

Przed nalaniem ołowiu, oblepia się odstęp między rurami od zewnątrz gliną, pozostawiając tylko na górze mały otwór do wlania roztopionego ołowiu.

b) Za pomocą kitu ze smoły szewckiej i cegły tłuczonej. Smołę nagrzewa się do wrzenia w kotłach żelaznych i dodaje się cegły tłuczonej przesianej, z którą należy smołę dobrze wymięszać. Następnie zanurza się w niej sznury konopne grubości palca, któremi zakłada się przestrzeń wolną w mufie, ogrzanej poprzednio przez podłożenie ognia. Zakładanie powinno się odbywać

szybko, a sznur powinien dobrze wypełniać całą przestrzeń tak, żeby jeszcze jeden zwój jego wystawał za mufą. Następnie obmazuje się go smołą, nakładaną za pomocą łopatki i obsypuje cegłą, a po ostudzeniu wygładza ręką wilgotną.

W dalszym ciągu będziemy rozpatrywali różne części maszyn parowych, mogące wymagać różnych napraw; wprawdzie dzięki ostatnim postępom w budowie maszyn, niektóre z robót opisanych utraciły już swe znaczenie, ze względu jednak na istniejące jeszcze dawne urządzenia, opis tych robót nie będzie zbytecznym.

6. Cylinder może wyjść ze swego prawidłowego położenia, wskutek różnych przyczyn, najczęściej jednak wskutek poddawania się fundamentu. Z tego powodu obecnie unikają używania drzewa na fundamenty, gdyż ono nie wiąże się z murem, zmienia swą objętość przez wysychanie, kotwy fundamentowe pomimo że opierają się na drzewie dużemi krążkami, jednak ciągle się poddają i dla tego nigdy nie trzymają pewno.

W razie niejednostajnego dociągnięcia kotew przy fundamencie drewnianym, cylinder niezawodnie zboczy ze swego położenia prawidłowego.

Zdarza się, że rura doprowadzająca parę, dochodzi do samej ściany budynku, a rozgrzana, nie mogąc się w tym kierunku wydłużać, naciska na cylinder, który pod naciskiem ulega skrzywieniu względem osi, a przesunięcie to, choćby niewielkie, staje się szkodliwem dla maszyny.

7. Nieprawidłowe położenie cylindra można poznać po nierównej jego pracy, tarciu i wyrabianiu się tło-

ka, a wreszcie przez sprawdzenie libellą. Zboczenia te bywają niekiedy tak znaczne, że aż się trzon tłokowy krzywi. Jest jeszcze inna oznaka, którą można zauważyć podczas ruchu maszyny, a mianowicie, gdy dławnik ma ruchy prostopadłe do trzona, lub gdy para przeciska się z różnych stron trzona.

Upewniwszy się, że oznaki powyższe nie wynikają ze złego prowadzenia krzyżulca, należy odjąć pokrywę cylindra, a niekiedy i tłok. Przy maszynach z wahaczami ustawia się tłok w położeniu najniższem, wybija klin łączący trzon tłokowy z krzyżulcem, i przywiązuje się mocnym sznurem pokrywę do krzyżulca, obchwytując ją za dławnicę jeszcze nie odkręconą. Wtedy obracając koło zamachowe na pół obrotu, podnosimy pokrywę do góry i zdejmujemy ją z trzona tłokowego, który wraz z tłokiem pozostaje w cylindrze. Tak oswobodzoną pokrywę odwiązujemy ostrożnie i odstawiamy na bok do oczyszczenia.

Śruby, utrzymujące pokrywę, należy po odkręceniu wstawiać, każdą we właściwy otwór i zakręcać mutrami, aby się nie pomięszały lub nie poginęły.

8. Następnie obraca się znów koło zamachowe na pół obrotu, przyczem krzyżulec nadziewa się na trzon tłokowy i można weń wstawić klin, a przez dalsze obracanie podnieść do góry, nie doprowadzając jednak do położenia najwyższego o tyle, aby można było jeszcze krzyrzulec zdjąć z trzona. Dalsze wyciąganie tłoka z cylindra odbywa się bądź to ręcznie, bądź za pomocą wielokrążka, na którym zawiesza się tłok albo za pomocą antab wkręcanych w tłok, albo nareszcie dybami drewnia-

nemi, nałożonemi na trzon w sposób wskazany na Fig. 414, gdzie *a*, *a* są dyby grabowe z wyżłobieniem na trzon i otworami na śruby *b*, *b*, któremi mocno się zaciska po uprzedniem, starannem obtarciu trzona z tłuszczu.

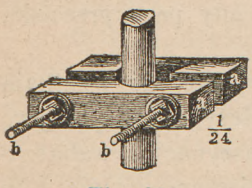


Fig. 414.

Przy wyjmowaniu tłoka opaski jego, wychodząc z cylindra, rozsuwały by się, więc należy je ściskać sznurem, albo jeszcze lepiej za pomocą opasek blaszanych.

W cylindrach poziomych wyjmowanie tłoków jest łatwiejszem, i odbywa się zwykle z końca przeciwległego równoleżnikom. Pokrywy tych cylindrów miewają zwykle wkręcone śruby naciskowe, służące do rozdzielania warstwy uszczelniającej.

9. Gdy cylinder jest nierównomiernie zużyty, np. w jednym końcu jest wyszlifownym u góry, a u dołu matowym, w drugim zaś końcu odwrotnie, to znaczy, że równoleżniki nie leżą w jednej osi z cylindrem. Wtedy wstawia się w obu końcach cylindra deszczułki dokładnie przycięte podług średnicy, z otworem 2 lub 3 *m m* odpowiadającym środkowi cylindra, a trzecią deszczułkę w otwór po trzonie w krzyżulcu. Następnie przeciąga się cienki sznurek przez środkowe otworki we wszystkich trzech deszczułkach; naprężając go mocno spostrzeżemy, czy przechodzi swobodnie przez wszystkie trzy otworki, czy też zawadzi o środkowy i gdzie mianowicie.

W cylindrach pionowych sprawdzanie takie robi się za pomocą sznurka obciążonego na końcu dolnym. Gdyby potrzeba było podklinować cylinder w celu wyprosto-

wania go, to należy uważać, aby przytem nie podnieść go zbyt wysoko, gdyż w takim razie tłok, opuszczając się na dół, mógłby rozbić dno. Należy więc dokładnie wymierzyć wysokość, albo po założeniu tłoka sprawdzić przez powolne obracanie wału i wsłuchiwanie się, czy tłok nie uderza, dochodząc do dolnego położenia; wiadomo bowiem, że przestrzenie wolne w obu końcach cylindra muszą być bardzo małe (17,23).

Składanie maszyny odbywa się w porządku odwrotnym.

10. W maszynach, których tłoki posiadają opaski rozpierane klinami, potrzeba od czasu do czasu sprawdzać, czy kliny te nie wystają za daleko i czy nie trą o ściany cylindra, co mogłoby spowodować wyżłobienie rowka wzdłuż całego cylindra. Takie tarcie daje się słyszeć i zewnątrz cylindra. Kliny, wystające zanadto, należy spiłować lub zastąpić szerszemi. Wogóle jednak należy unikać takich opasek, przy których mogą mieć miejsce podobne wypadki.

11. Pokrywy cylindrowe uszczelniają się za pomocą kitu gęstego, pokostu, gumy wulkanizowanej lub tylko przez dokładne dotarcie.

Guma do uszczelnienia używa się w postaci sznurów 7 do 10 *m m* grubości, których końce w miejscach zetknięcia zszywają się ze sobą. Krążek taki nakłada się na jedno obrzeże bezpośrednio, a na drugie przez tłustą tekturę lub papier, aby przy odejmowaniu łatwo odstawał, przylegając tylko do jednego obrzeża.

12. Na pakunek do dławnic potrzeba konopi długich, cienkich i miękkich, wolnych od zanieczyszczenia

piaskiem lub kurzem, mogącym w następstwie drapać trzon, gdyż powstałe ztąd nierówności przepuszczałyby parę, pomimo dociągania pakunku. Na dno dławnicy wkłada się krążek z włókien splecionych w warkocz, a wyżej obwija się trzon szczelnie pasmami, nasyconemi czystym tłuszczem roztopionym; po założeniu każdych dwóch lub trzech zwojów należy je mocno ubić uderzeniem dławika. Gdy cała przestrzeń została wypełnioną, wtedy zakłada się śruby i dociąga mocno dławikiem. Gdyby przy takiem dociąganiu pakunek osiadł za dużo, należy dołożyć jeszcze kilka zwojów konopnych i dopiero zakręcić na dobre, przyczem dławik nie powinien wchodzić do dławnicy głębiej jak na 3 *cm*.

Nieszczelność dławnic jest szkodliwszą w maszynach pracujących ze skraplaniem pary, w których powietrze zewnętrzne, przedostając się do skraplacza, przeszkadza skutecznej jego pracy, aniżeli w maszynach bez skraplania, gdzie mogą spowodować tylko nieznaczną stratę pary. Niewątpliwą oznaką nieszczelności dławnic jest to, że woda chłodząca w skraplaczu zanieczyszcza się tłuszczem, użytym do smarowania dławnic.

Gdy pakunek jest za mocno ściśnięty i skąpo smarowany, wówczas od tarcia trzona tak się mocno nagrzewa, że może się zwęglić z wydzielaniem gęstego dymu, a niekiedy nawet płomienia. Przy początku zwęglania można jeszcze zaradzić złemu przez zwolnienie śrub i obfite smarowanie, a później potrzeba już cały pakunek założyć nowy.

13. Zamiast pakunków konopnych używa się niekiedy azbestowych lub bawełnianych, wypełnionych tal-

kiem, niekiedy mają nawet zastosowanie pakunki metalowe.

Wydobycie starego pakunku z dławnicy stanowi wielką trudność dla maszynisty niedoświadczonego. Nie należy bowiem czekać, aż dławnica ostygnie, gdyż z ciepłej łatwiej daje się pakunek wyciągnąć. Do czynności tej trzeba sobie zrobić grajcarek na podobieństwo podanego na Fig. 415. W braku tego narzędzia niektórzy maszyniści wyrąbują pakunek meslem, kalecząc przytem trzony.

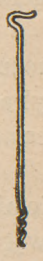


Fig. 415.

14. Najczęstszą wadą tłoków parowych jest ich nieszczelność, o której nie zawsze można się dokładnie przekonać, bez odjęcia pokrywy, jednakże jest dużo oznak ubocznych ostrzegających o istnieniu tej wady. Przedewszystkiem wzrasta rozchód opału, przy tej samej sprawności; wypływ pary zużytej jest silniejszy i nieustanny; skraplacze rozgrzewają się pomimo zwiększonego rozchodu wody chłodzącej.

Cylindry pionowe z oliwiarkami na pokrywach można sprawdzać przez te ostatnie. W tym celu ustawia się tłok w takiem położeniu, aby para świeża znajdowała się pod tłokiem i otwiera się oliwiarkę, z której wypływać będzie para przeciskająca się pomiędzy tłokiem i ścianami cylindra. Próbę taką można zrobić i przez kurki indykatorowe.

Wobec doniosłego znaczenia szczelności tłoka, należałoby go sprawdzać dokładniej przez odjęcie pokrywy cylindra i wpuszczenie pełnej pary ze strony przeciwnej po uprzedniem zahamowaniu koła zamachowego.

15. Maszyny posiadające dla każego końca cylindra samodzielny dopływ pary, można próbować w ten sposób, że odjąwszy pokrywę i wyłączywszy przyrządy rozdzielcze z tego końca cylindra, puszcza się je w ruch jako maszyny działania pojedynczego.

Nieszczelność tłoka zdarza się nie tylko na obwodzie, ale niekiedy, choć rzadko, w jego obsadzie na trzonie, co objawia się kołataniem, przy każdej zmianie kierunku ruchu tłoka.

16. Nieszczelność opasek metalowych w tłokach można poznać po wyglądzie wewnętrznej powierzchni cylindra, na której plamy ciemne matowe wskazują miejsca nieszczelnego przylegania opasek.

Powodem nieszczelności opasek bywa brud i części ziemiste, przynoszone z kotła przez parę, oraz tłuszcze zwęglone, wypełniające szczeliny pomiędzy opaskami i tłokiem, wskutek czego opaski pomimo sprężystości swej nie są w stanie się rozpierać. Zapobiega się temu przez częste oczyszczanie tłoka i przehartowanie sprężyn. Przy składaniu tłoka należy zważać na to, aby każda jego część trafiła znów na swoje miejsce, każde bowiem przestawienie może spowodować nową nieszczelność.

Opaski bardzo zużyte, lub rozchlebotane w tłoku, jak również wymagające nowych klinów rozpierających, najlepiej oddawać do naprawy tej fabryce, która dostarczyła maszynę.

17. Rozdział pary. Suwaki przylegające szczelnie mają powierzchnię przylegania zupełnie gładką i błyszczącą, również jak i zwierciadło skrzynki suwako-

wej. Plamy matowe na tych powierzchniach wskazywały by miejsca nieszczelności.

Powodem nieszczelności suwaków może być: 1) złe przylegania suwaka; 2) złe obrobienie powierzchni przylegania a niekiedy nawet niewłaściwe wymiary suwaka lub okien parowych.

Nierówności i miejsca zmatowane na powierzchniach przylegania, wyrównywają się niekiedy przez szmerglowanie, daleko jest jednak lepiej wyrównywać je za pomocą szabrowania, gdyż po szmerglowaniu łatwo może pozostać cośkolwiek szmerglu, który w następstwie przyspiesza zużycie. Wypukłości znaczniejsze trzeba spiłowywać, lub nawet zrąbywać meslem, ale to są już roboty, wykonywane przez fabrykanta, któremu należy odesłać cylinder uszkodzony. Przy szlifowaniu należy okna parowe pozabijać szczelnie deszczułkami, aby szmergiel nie przedostał się do wnętrza cylindra.

18. Suwaki i tłoki z żelaza lanego psują się nadzwyczaj prędko od użycia smarów, zawierających kwas siarczany, a szczególnie od oleju rzepakowego oczyszczanego, który już wszędzie zarzucają. Widzieliśmy zniszczony w krótkim czasie cały cylinder z tłokiem i suwakiem, skutkiem smarowania tanim olejem oczyszczonym. Ścianki cylindra skruszały do tego stopnia, że można je było skrobać paznogciem, opaski tłokowe w przeciągu dwóch lat wytarły się przeszło do połowy.

Z tego powodu nie należy nigdy używać smarów, nie wypróbowawszy ich poprzednio (**23**,6). Bez obawy używać można tylko olejów mineralnych oraz oleju rzepakowego, wyklarowanego przez długie stanie.

19. Wadliwy rozdział pary można niekiedy naprawić przez przestawienie mimośrodu. Nie należy jednak tej czynności przedsiębrać bez poprzedniego zdjęcia diagramu za pomocą indykatora i bez porady biegłego inżyniera. Gdy skutkiem wytarcia się, wałki w złączeniach trzonów i drążków, poruszających suwaki lub wentyle, staną się luźne, należy zamienić je nowemi.

Opaski mimośrodów, gdy są za mocno ściągnięte, łatwo się nagrzewają, wówczas należy je ochładzać wodą i obficie smarować; niekiedy potrzeba je zupełnie odjąć i poprawić.

20. Maszyny parowe z przyrządami rozdzielczemi, otrzymującemi ruch za pośrednictwem kół zębatych, miewają niekiedy wadliwy rozdział pary z tego powodu, że po rozebraniu do czyszczenia łożysk lub kół zębatych, te ostatnie zczepiono niewłaściwie. Na kołach takich w miejscach przeciwległych sobie powinny się znajdować karby nacięte, lub wypiłowane, a przed rozebraniem należy porobić znaki kredą.

Wały powyższe, gdy się znajdują pod podłogą należy utrzymywać w czystości, w przeciwnym bowiem razie szybko się zacierają, a wówczas jest jeszcze więcej roboty z opalaniem smaru i brudu, wygładzaniem czopów podrapanych, dopiłowywaniem panew i t. d.

Trzony mimośrodów i suwaków drgają niekiedy tak silnie, że zachodzi obawa, aby się nie połamały; co zdarza się czasem, gdy są za cienkie, ale częściej z powodu zbyt ściśniętych dławnic albo z powodu zatarcia się wałków, lub panwi, a nawet samych suwaków. Należy jak najspieszniej usuwać wszelkie drgania podobne szkodli-

wie oddziaływające na ruchy suwaka, rozdział pary i sprawność maszyny.

Niektórzy maszyniści radzą sobie zawieszaniem na częściach drgających ciężarów uniemożliwiających drgania. Sposób ten nie jest właściwym, gdyż części słabe należy zastąpić mocniejszemi, inne zaś powody drgań należy odkryć i usunąć innemi środkami.

21. Regulator. Jakkolwiek większość maszyn obecnych, nawet przy największej zmianie oporów wykazuje zaledwie dostrzegalne odstępstwa od szybkości właściwej, to jednakże samodzielne miarkowanie szybkości często jeszcze pozostawia wiele do życzenia i wymaga wielkiej baczności ze strony maszynisty, aby szybkość nie wzrosła nadmiernie.

Wprawdzie z maszynami zaopatrzonemi w regulator rzadko przytrafiają się poważniejsze wypadki rozbiegania się, a uszkodzenia drobne, jak np. zatarcie się czopów, rozchlebotanie klinów w kołach i t. p. można i dają się naprawić. Gorzej jest jednak, gdy regulator skacze, t. j. gdy wskutek budowy wadliwej raz podnosi się nagle, zamykając zbyt szybko przepustnicę; to znów opada zupełnie, otwierając ją nadmiernie, tak, że zamiast miarkowania szybkości obrotu powoduje ruch niespokojny i wstrząśnienia. Zaopatrzenie takiego regulatora w hamulec złożony z cylindra z olejem i tłokiem oporowym nie zupełnie złemu zaradzi.

22. Niebezpiecznem jest urządzenie pasowe do nadawania ruchu regulatorowi, w razie bowiem, gdy pas osłabnie i zacznie się ślizgać, nie obracając koła, albo, gdy spadnie wskutek tego, że koło jest osadzone niezu-

pełnie współśrodkowo, wówczas regulator przestaje działać, i jeżeli niema w blizkości maszynisty, aby przymknął przepustnicę, obrót maszyny łatwo może dosięgnąć szybkości niebezpiecznej.

Z tego powodu należy oddawać pierwszeństwo przeniesieniu za pomocą wałów i kół zębatych, śrubowych, lub wreszcie tarciowych.

23. Skraplacze mogą otrzymać wodę chłodzącą w dwojaki sposób: albo same ciągną wodę ze studni, lub ze zbiornika wody po którym płyną na statku; albo też są pogrążone w zbiorniku zasilanym przez pompę. Pierwszy sposób zasilania może mieć miejsce przy głębokości studni nie większej nad 5 *m*. (Nawet pompy umyślne nie pociągną wody wyżej nad 7,5 *m*.) Nadto przy wzroście temperatury wewnątrz takich skraplaczy podnosi się współcześnie i ciśnienie, a przez to słabnie siła ssania i skraplacz przestaje działać.

24. Skraplacze pogrążone w wodzie mogą się nagrzać i przestać działać w wypadkach następujących:

1) Gdy kurek natryskowy zatka się, lub przez nieuwagę będzie zamknięty.

2) Gdy pompa dostarcza za mało wody.

3) Gdy wskutek nieszczelności cylindra, tłoka lub suwaka para świeża przeciska się do skraplacza.

4) Gdy maszyna nie jest w porządku i wskutek tego zużywa za dużo pary, której woda chłodząca nie jest w stanie skroplić.

Wypadkowi pierwszemu zapobiega się przez założenie sita przed rurą natryskową, jak zaś zaradzić wypadkom pozostałym było już powiedziane wcześniej.

Temperatura wody odpływającej nie powinna być wyższą nad 37°, co można łatwo odczuć ręką.

25. Przy maszynach, których skraplacze same ssą wodę, nieszczelność tłoka, lub dławnicy w pompie powietrznej sama się ujawnia przez to, że przy puszczaniu maszyny w ruch, podczas pierwszych sześciu do ośmiu skoków woda się nie podnosi, gdyż nieszczelności, przepuszczające powietrze, nie pozwalają na wytworzenie próżni, potrzebnej do wessania wody.

Nieszczelności te można spostrzedz przez przysunięcie płomienia świecy do miejsca wątpliwego. W ten sam sposób odnajdują się nieszczelności w ścianach np. pęknięcia.

Pakunki pomp powietrznych przy skraplaczach ssących, potrzeba zmieniać co cztery miesiące, natomiast przy skraplaczach zanurzonych w wodzie mogą służyć po dwa i nawet do trzech lat.

26. Przy niezbyt czystej i miękkiej wodzie chłodzącej, po kilkoletniej pracy tworzą się w skraplaczu szlamiste osady, powstałe z części ziemistych w połączeniu ze smarami, przedostającemi się z cylindra parowego. Osady te gromadzą się w ilości tak znacznej, szczególnie w skraplaczach cylindrycznych, z pomieszczoną w nich pompą powietrzną, że na oko można zauważyć nieprawidłowe ich działanie. Oczyszczanie z tych osadów dokonywa się za pomocą mesli przyszwejsowanych do długich prętów.

27. Do mierzenia próżni w skraplaczu służy próżniomierz (**II**,71) zaopatrzony kurkiem do rozłączania go na czas puszczania maszyny w ruch, aby się nie uszko-

dził podczas wytłaczania powietrza ze skraplacza. Przy dobrem urządzeniu można otrzymać próżnię, wynoszącą $\frac{14}{15}$ *atm.* t. j. że pozostałe ciśnienie stanowi tylko $\frac{1}{15}$ *atm.*

28. Pompy do wody zimnej doznają częstych przeszkód w pracy, gdy wysokość ssania przewyższa 7,5 *m.* Gdy woda podnosząca się nie może podążyć za tłokiem pompy, wówczas powstają przy każdym skoku uderzenia, oddziaływające bardzo szkodliwie na wentyle.

Niedokładności przypadkowe, mogące wywołać przerwę w działaniu pompy są następujące:

Nieszczelność tłoka, przynosi wielką szkodę, gdyż skuteczność pracy pompy zależy na wytworzeniu w niej zupełnej próżni. Tłoki nurzające się, a raczej dławnice ich daje się łatwo uszczelnić, niekiedy tylko przez dodanie paru zwojów konopi, jak zwyczajnie w dławnicach. Niekiedy dają tylko na dnie dławnicy jeden warkocz konopny i drugi pod samym dławikiem, całą zaś przestrzeń środkową wypełniają trocinami świerkowemi, co uszczelnia również dobrze jak cały pakunek konopny.

Natomiast kołnierze skórzane w tłokach pogrążonych, gdy już przestaną uszczelniać, należy wymienić. Wyrabia się je ze skóry wołowej półgarbowanej, która po namoczeniu daje się łatwo prasować i jest trwałą. Kołnierze skórzane wycierają się bardzo szybko wówczas, gdy tłok krzywo chodzi, nie mając żadnego prowadzenia. Aby je ochronić od szybkiego wycierania, wkładają pomiędzy dwa kołnierze od dwóch do pięciu krążków skórzanych tej samej średnicy.

29. Nieszczelność rur, szczególnie ssących, przynosi taką samą szkodę, jak i nieszczelności tłoków. Wadę tę można zauważyć po syczeniu wsysanego powietrza i po zawilgoceniu zewnętrznem, ale najlepiej sprawdzić można płomieniem świecy, wciąganym podczas ssania. Nieszczelności rur tłoczących ujawniają się same przez wytrysk wody.

Rury ołowiane i miedziane zalutowują się w miejscach nieszczelnych; na rurach zaś żelaznych lanych otworki małe można uszczelnić przez wywiercenie w tych miejscach otworów większych, nagwintowanie ich i zakręcenie ciasno wchodzącemi śrubami; przy większych, lub liczniejszych wadach należy rury wymienić. Zanim się jednak takowe sprowadzi, można tymczasowo zalepić miejsce nieszczelne konopiami, maczanemi w smole szewckiej z cegłą tłuczoną, a następnie wygładzić z wierzchu za pomocą żelaza rozgrzanego. Samo się przez się rozumie, że przed tą czynnością, jak również i przed lutowaniem rur ołowianych lub miedzianych, należy miejsce uszkodzone dobrze osuszyć i rury nagrzać przez podłożenie rozżarzonych węgli drzewnych. W szystkie rury wodociągowe należy tak prowadzić, aby połączenia ich były łatwo dostępne (**20**,3).

30. Nieszczelność wentylów i klap może wynikać z ich zużycia się, lub zanieczyszczenia ciałami obcemi.

Do pomp wodociągowych nadają się najlepiej klapy skórzane, lub kauczukowe, oraz wentyle z takiemiż podkładkami, gdyż łatwo może je naprawić każdy maszynista.

Skórę należy przed założeniem zwilżyć przez jednorazowe pogrążenie w wodzie, a następnie dobrze natrzeć tranem, lub łojem, gdyż w ten sposób przyprawiona, zachowuje przez czas długi swą giętkość i nie łamie się.

Jeżeli pompa wcale nie wyrzuca wody pomimo szczelnych pakunków i kołnierzy i nie czuć wcale gry wentyli (co daje się łatwo odczuć, wsparłszy zęby na pręcie żelaznym, którego drugi koniec opiera się na garnku wentyla), to znaczy, że któryś z wentylów zupełnie nie działa, czy to wskutek złamania, czy też uwięźnięcia jakiegoś ciała obcego np. wióra, lub ryby, gdy woda idzie wprost z rzeki.

W takim wypadku należy odjąć pokrywę garnczka wentylowego i usunąć przeszkodę, lub wentyl naprawić. Pompy, zaopatrzone w dwa wentyle ssące, z których jeden znajduje się przy pompie, a drugi blizko poziomu wody, nie doznają prawie nigdy podobnych przerw (II,21).

31. Zatkanie się rury ssącej może nastąpić wtedy, gdy pompa czerpie wodę nieczystą np. z jakiego strumienia, a otwór rury ssącej nie ma siatki ochronnej; lub też, gdy rura ssąca jest bardzo długa i posiada wiele przykrych załamów, w których wskutek powolnego ruchu wody osadzają się nieczystości.

W takim razie należy rurę ssącą przetykać grubym drutem, lub giętką tyczką, rozłączając w tym celu rury co pewną odległość. Wypadkowi takiemu można zapobiedz przez założenie siatki na końcu rury ssącej, która nie powinna sięgać do dna. W wodzie bieżącej należy otwór rury ssącej ochronić jeszcze skrzynią drewnianą, posiadającą okna, zasłonięte siatką, tamującą

dostęp gałązek korzeni, liści i t. p., któreby mogły przylegać do otworu rury ssącej.

Gdyby zatkanie rury nastąpiło wskutek zamarznięcia wody, wówczas należy ją odkryć prawie na całej długości i ogrzać, aby uchronić od rozsadzenia. Dopóki pompa pracuje, niema obawy zamarznięcia wody w rurach, ale może to nastąpić podczas przerwy południowej, a jeszcze łatwiej w czasie nocy. Przewidując możność zamarznięcia rur, należy spuścić wodę z rury ssącej, zaraz po zatrzymaniu pompy. W tym celu należy otworzyć kurek powietrzny, znajdujący się pod wentylem ssącym, a jeżeli znajduje się jeszcze drugi wentyl w studni, to należy go otworzyć równocześnie.

Rury wodociągowe wystawione na zimno powinny być ułożone przynajmniej na 1 *m* głęboko pod ziemią, albo też pomieszczone w rynnach z bali, mających w świetle o 0,2 *m* więcej, niż wynosi średnica rury i obetkane mchem lub sieczką. Przy dużych i daleko rozchodzących się rurach wodociągowych od kranów wodnych Armstronga, zakładają niekiedy w miejscu najgłębszem mały palnik gazowy do ogrzewania wody.

32. Gromadzenie się powietrza w rurach, niedogodności ztąd wynikające i sposób zapobiegania im były opisane wcześniej (II,23).

Przy rozprowadzaniu rur wodociągowych niepodobna uniknąć wznoszenia się ich i opuszczania. W takich podniesionych w górę kolanach, gromadzi się powietrze, tamujące niekiedy przepływ wody. Należy więc na nich zakładać kurki do wypuszczania nagromadzonego powietrza. W braku takiego kurka można poprzestać na

przewierceniu w rurze otworka, zatykanego kołeczkiem drewnianym, który należy wyjmować na chwilę przed każdem puszczeniem w ruch pompy.

33. Pompy studzienne, dostarczające wodę do podgrzewaczy otwartych (II,30), chociaż są uważane za pompy do wody zimnej, jednak w nich wentyle tłoczące nie mogą być podkładane skórą, gdyż woda, znajdująca się nad niemi, nagrzewa się, szczególnie gdy pompa nie działała ciągle, a od tego skóra kruszeje i łamie się.

W studni pod pompą powinno być dno twarde, aby można było na niem znaleźć śrubę, lub inną część składową pompy, które mogą łatwo upaść podczas roboty, a w mule ginęłyby bezpowrotnie.

Od czasu do czasu, należy studnię czyścić, również jak smok i wnętrze pompy.

34. Przy podgrzewaczach, zasilanych wodą, dopływającą samodzielnie ze zbiornika, znajdującego się wyżej, należy uważać na to, aby kurek wodny nie był za bardzo otwarty, gdyż wówczas woda może nie zdążyć odpływać i wypełni podgrzewacz, tamując w ten sposób odpływ pary zużytej, która przedostając się przez wodę będzie ją unosić do rury odpływowej, wywołując szkodliwe uderzenia. Z tego powodu maszynista nie powinien się oddalać, dopóki nie umiarkuje przepływu wody, przy żądanym poziomie jej w podgrzewaczu podług wskazań pływaka.

35. Jak strumienie górskie, tak również i wody studzienne, osadzają w podgrzewaczach znaczną ilość części stałych (II,30) do usuwania których należy mieć właz w podgrzewaczach dużych, a w mniejszych szlamiki

przy dnie do wygarniania błota. Należy również rozłączać rury parowe, gdyż i w nich tworzy się powłoka twarda, zmniejszająca ich przekrój, do odbicia której należy używać ostrych narzędzi żelaznych.

Jeżeli pompa zasilająca czerpie wodę z podgrzewacza, lub skraplacza, wówczas należy wylot rury ssącej pogrążać możliwie najgłębiej, aby tłuszcze, pływające po powierzchni nie mogły się przedostawać do kotła. Stwierdzono bowiem, że tłuszcze, zawierające w sobie kwasy, wyżerają ściany kotła na poziomie wody (**20**,23).

36. Pompy zasilające rzadko doznają przerw w pracy. Pompy te ustawiają niekiedy w wodzie, aby uchronić od przedostawania się powietrza do wnętrza. Dawne przepisy pruskie wymagały, aby najniższy poziom wody w podgrzewaczu znajdował się o 0,157 m, wyżej nad spodem tłoka w jego położeniu najwyższem. Przepis ten zabezpiecza ciśnienie potrzebne do podnoszenia się wentyla ssącego i napełniania pompy. Zbyt wysoki poziom wody może spowodować za późne zamykanie wentyla ssącego, szczególnie, gdy tłok chodzi powolnie, przez co część wody ucieka z powrotem do rury ssącej. W takim razie należy wentyl ssący obciążyć ołowiem lub sprężynką. Nagromadzenie się powietrza pod dławnicą bywa niekiedy powodem złego działania pompy (II,23).

37. Do smarowania tłoków można używać tylko wody mydlanej, gdyż oleje i tłuszcze zanieczyszczają wodę i oblepiają wentyle. Te ostatnie muszą być mosiężne, gdyż skórzane psują się od wody gorącej, a wskutek tego są trudniejsze do uszczelniania. Gdy siedlisko

wentyla jest ruchome, wtedy wyjmuje się je razem z wentylem i dociera na tokarni, co idzie daleko szybciej. Przy zniszczeniu większem można użyć szmerglu z wodą, ostateczne jednak dotarcie odbywa się za pomocą gliny pławionej i oleju.

Słabe uderzenia wentylów, mały wypływ wody, pomimo szczelności tłoka i nieobecności wody w pompie, są niezawodną oznaką nieszczelności wentylów. Pompy pracują skuteczniej przy małej ilości skoków niż przy dużej.

38. Trzon tłokowy może się skrzywić, gdy cylinder jest ustawiony nieprawidłowo względem prowadników, jak już było wspomniane wyżej (**24**,6).

Gdy trzon jest podrapany, znaczy to, że albo pakunek jest nieczysty i trzeba go zmienić, albo że z parą dostają się osady kotłowe. Niekiedy trzon tłokowy przybiera zabarwienie niebieskawe, pochodzące od rodzaju smaru i zbytniego zakręcenia dławnic, niema to jednak znaczenia poważnego.

Trzony skrzywione najlepiej prostować na tokarniach po słabem nagrzaniu. W tym celu fabrykanci powinni pozostawiać zagłębienia (kernery) na których trzon był toczony.

39. W równoległoboku zużywają się panwie brązowe z tego powodu, że nie były właściwie dociągnięte, niekiedy za słabo, przeważnie jednak za mocno; nadto otworki smarne często się zatykają i z tego powodu panwie zacierają się, a smar spływający unosi starte cząsteczki. Zauważywszy to, należy niezwłocznie wygładzić czopy i panwie i gdy potrzeba dodać podkładki.

40. Rozbierając równoległobok do naprawy, należy wszystkie jego części poznaczyć, aby przy składaniu nie pozamieniać podobnych, ale żeby każda trafiła na swoje dawne miejsce. Smar stężały należy zwilżyć olejem i tak pozostawić przez pół dnia, a następnie oskrobać nożem tępym. Po oblaniu naftą powłoka stężała mięknie odrazu i można ją zaraz oczyścić. Gdyby przy czyszczeniu wypadła potrzeba użycia szmerglu, lub piasku, należy się strzedz, aby ten nie dostał się do panewek.

Aby przy składaniu nie pozamieniać części podobnych, należy zwracać uwagę nietylko na znaki postawione przez fabrykanta, ale jeszcze i na otwory smarne, które są zawsze zwrócone do góry i w stronę łatwiej dostępną. Kliny również miewają zwykle jednakowy kierunek.

41. Uderzenia i drgania w czasie ruchu maszyny mogą pochodzić z następujących powodów:

1) trzon tłokowy nie siedzi mocno w tłoku lub krzyżulcu;

2) kliny w trzonie korbowym nie są dociągnięte;

3) wał korbowy nie leży prostopadle do osi cylindra;

4) korba lub czop są zluzowane;

5) rozdział pary ma zbyt małe wyprzedzanie przy wielkiej szybkości ruchu;

6) opaski tłokowe są za słabe i para je ściska.

Pierwsze dwie wady dają się łatwo usunąć przez dociągnięcie klinów. Wadę trzecią można sprawdzić w sposób wyżej podany (24,8). W maszynach pierwo-

tnie dobrze ustawionych może nastąpić takie zboczenie wału wskutek niejednostajnego osiadania fundamentów, co można sprawdzić za pomocą libelli.

42. Suwaki, znajdujące się na krzyżulcach niektórych maszyn z wahaczami i prawie wszystkich maszyn bez wahaczów należy tak ustawiać za pomocą śrub, aby przylegały do prowadników bez wielkiego jednak tarcia a także potrzeba obficie je smarować. Rolki i tulejki, nie dające się nastawiać, należy zarzucić.

Zatrzymanie maszyny na czas dłuższy.

43. Gdy maszyna ma przez czas dłuższy stać bezczynnie, wówczas należy, podobnie jak przy kotłach parowych (**13**,18), zachować pewne ostrożności, aby zapobiedz uszkodzeniom, mogącym następnie stanąć na przeszkodzie ponownemu puszczeniu jej w ruch.

Przedewszystkiem należy spuścić wodę zewsząd, dokąd mogła się przedostać; następnie rozkręcić wszystkie dławnice, pakunki z nich wyrzucić, i wytarłszy dobrze wszystkie części, oraz posmarowawszy łojem gorącym, złożyć bez dociągania; wentyle należy sprawdzić, dotrzeć, gdyby tego wymagały i dobrze obtarłszy złożyć; wszystkie czopy, panwie, opaski mimośrodowe wałki w zawiasach i t. d. należy rozebrać, oczyścić ze smarów i posmarowawszy łojem złożyć napowrót. Części opiłowane należy doskonale oczyścić i złożyć na sucho, klinów nie wbijać.

Na postój bardzo długi należy odjąć i pakunki konopne z tłoków, a cylindry oskrobać, suwaki z żelaza

lanego odjąć, aby rdzewiejąc nie przywarły do zwierciadeł, które trzeba posmarować łojem, również jak i powierzchnię przylegania u suwaków.

Po takiem opatrzeniu maszyny należy zamknąć izbę maszynową i ochronić od kurzu. Gdyby się to nie dało zrobić w tym wypadku, gdy maszyna stoi w warsztacie, pozostającym i nadal w ruchu, wówczas należy wszystkie części czyszczone pokryć łojem z bielą ołowianą, albo owinąć płótnem szarem.

Postoje nawet krótsze w zimie, jak np. przez święta mogą być niebezpieczne ze względu na zamarznięcie. Należy więc po zatrzymaniu — wszystką wodę spuścić, choćby nawet wypadło przed puszczeniem w ruch wodę świeżą pompować ręcznie (**24**,31).

KONIEC.

BIBLIOTEKA MUZEUM KOLEJNICTWA
PKP
w Warszawie

683
I Par.

Dzieła tymże nak[ładem]

1. **Podręcznik dla palaczy kotłowych** *P. Braussera* i *A. Spenrath*, przetłomaczył na polski i uzupełnił *D-r Felicyan Łaszczyński*, for. 16-ki, str. 159, rysunków 53 . . — 60

2. **Mechanika doświadczalna**, wykład *Roberta S. Balla*, astronoma królewskiego, dawnego profesora matematyki stosowanej i mechaniki w irlandzkiem kolegium naukowem. Z drugiego wydania angielskiego, przełożył *Stanisław Kramsztyk*, for. 16-ki, str. 422, rysunków 103 . . . . . 1 —

3. **Zarys przędzenia wełny czesankowej** opracował *Stanisław Jakubowicz*, inżynier (z rysunkami), for. 16-ki, str. 79, rysunków 21 . . . . . — 45

4. **Słownik polsko-rossyjsko-niemiecki terminów garbarskich**, ułożony przez *Felicjana Przyszychowskiego*, Inż.-Chemika, czeladnika garbarskiego, for. 16-ki, str. 28. — 20

5. **Przewodnik dla maszynistów** *E. F. Scholla*, tłomaczył *Aleksander Podworski*, Inż.-Technolog. Część I-a, for. 16-ki, str. 380, rysunków 235 . . . . . 1 50

6. **Podręcznik mechaniki** dla średnich szkół technicznych i samouków przez *M. Lauensteina*, inżyniera i profesora szoły budowlanej w Karlsruhe. Z wydania niemieckiego przełożył *Józef Hofman* inżynier 1 10

Dzieła te są do nabycia we wszystkich księgarniach w Warszawie i na prowincyi.