

2076  
II 348

ALEKSANDER  
LUCIŃSKI

WODOCIĄGI  
KOLEJOWE

WYDAWNICTWA  
TECHNICZNE  
MINISTERSTWA  
KOMUNIKACJI

Nr 16. — W A R S Z A W A 1939 R.



24.1 628.1

1708

ALEKSANDER  
LUCIŃSKI



5-92

WODOCIĄGI  
KOLEJOWE

2076

20-5-33230



WYDAWNICTWA  
TECHNICZNE  
MINISTERSTWA  
KOMUNIKACJI



U K Ł A D  
G R A F I C Z N Y  
K S I A Ż K I  
O P R A C O W A Ł  
T A D E U S Z  
M Ę D R E C K I  
R Y S O W N I K - G R A F I K

136590

Nr 237

O D B I T O  
3 0 0 0  
J E D N O S T E K

TŁOCZONO W ZAKŁADACH GRAFICZNYCH  
„BIBLIOTEKA POLSKA“ W BYDGOSZCZY

Wiek XIX nosi nazwę „*Wiek pary i elektryczności*“. Jaką otrzyma nazwę wiek XX trudno jest dzisiaj przewidzieć. Technika bowiem idzie naprzód takimi szybkimi krokami, że to, co dzisiaj jest jeszcze w dziedzinie fantazji, może, już w niedalekiej przyszłości, otrzymać formy realne.

Zdobycze wieku XIX, dotyczące pary i elektryczności nie zatrzymały się na miejscu, ale rozwój zastosowywania w życiu ludzkości siły prężności pary i energii elektrycznej nie jest współmierny.

Energia elektryczna ogarnia coraz nowe i nowe dziedziny, wówczas gdy prężność pary wodnej zostaje zastępowana przez prężność gazów spalinowych.

Jest jednak jeszcze bardzo dużo urządzeń technicznych, w których prężność pary wodnej jest i nadal niezastąpiona.

Do takich urządzeń należą w pierwszym rzędzie parowozy kolei żelaznych. Wymagają one dla swojej pracy znacznej ilości wody i to nie tylko dla otrzymania z niej pary, ale też i dla całego szeregu innych pobocznych czynności.

Dla dostarczania jednak wody ze źródła do miejsc użytkowania należy ją doprowadzić i podnieść, częstokroć na znaczną wysokość. Urządzenia mechaniczne, które wykonywują te czynności, są dostatecznie skomplikowane i wymagają dla należytej ich obsługi dokładnej z nimi znajomości — noszą one na kolejach żelaznych nazwę „wodociągów kolejowych“.

Technika takich urządzeń posunęła się w latach ostatnich znacznie naprzód. Jednakże na polskich kolejach żelaznych spotykamy obok najnowszych urządzeń cały szereg urządzeń, budowanych w latach ubiegłych. Widzimy przeto obok najnowszych hydroforni także i wieże ciśnień, do których oko nasze o tyle przywykło, że zdaje się, iż są one nieodzowną koniecznością każdej stacji kolejowej.

Dotychczas jednak Kolejnictwo polskie nie posiadało żadnego podręcznika, dającego wiadomości o wodociągach kolejowych. W poszczególnych pismach techniczno-kolejowych można było spotkać czasami opisy nowych zdobyczy z dziedziny wodociągowej, ale nikt jeszcze ich nie zebrał w jedną całość.

Pan *Aleksander Luciński*, znawca tych urządzeń, tak ze względu na zajmowane stanowisko w Ministerstwie Komunikacji, jak i ze względu na osobiste zainteresowanie tymi zagadnieniami, opracował podręcznik dotyczący



wodociągów kolejowych, o którym wybitny inżynier kolejowy, a jednocześnie projektodawca najnowszych kolejowych wodociągowych urządzeń inż. Włodzimierz Krzyżanowski dał taką opinię: „Podręcznik ten zawiera to wszystko o wodociągach kolejowych, co personel obsługujący wodociągi wiedzieć powinien. Wydanie tej pracy przyniesie bezsprzecznie korzyść Polskim Kolejom Państwowym i należy jak najprędzej wydać tę książkę”.

Opierając się na tej opinii Ministerstwo Komunikacji wydaje ten podręcznik dla użytku pracowników służby mechanicznej, drogowej i ruchowej, tak bardzo chętnej do pogłębiania swej wiedzy fachowej, aby przez jej zwiększenie mogli oni przynosić jak największe korzyści Polskiemu Kolejnictwu.

INŻ. JAN DYBOWSKI

W lipcu 1939 r.



W roku ubiegłym minęło 20 lat od chwili odzyskania Niepodległości Polski.

W każdej niemal dziedzinie życie powróciło do nurtów przedwojennych, a wyrwy powstałe w czasie działań wojennych zostały prawie całkowicie wypełnione i pozornie nie są widoczne.

Koleje żelazne na terenie Polski, a zwłaszcza byłego zaboru rosyjskiego, zostały podczas wojny znacznie zniszczone. Wśród urządzeń kolejowych najbardziej ucierpiały mosty i wodociągi.

Przy odbudowie zniszczonych stacji wodnych, jak również i bieżącej wymianie urządzeń, spowodowanej naturalnym ich zużyciem, zastosowywano najnowsze konstrukcje silników, pomp oraz wieże ciśnień żelazobetonowe i nowoczesne instalacje hydroforni, uzasadnione przewidywanym skutkiem użytecznym zespołów i rentownością całej stacji wodnej.

Z tej też przyczyny na jednej i tej samej linii kolejowej nie ma obecnie, jak w chwili oddania jej do eksploatacji, jednakowych instalacji na wszystkich stacjach wodnych, lecz spotkać możemy na każdej prawie stacji zespoły odmienne, a przy tym zastosowane do różnego napędu.

W wytworzonej sytuacji, personel obsługujący stacje wodne nie ma możliwości uzyskania przeszkolenia wszechstronnego, lecz tylko praktycznie zapoznaje się z obsługiwaniem urządzeń, znajdujących się na tej stacji, na której stale pracuje.

Taki stan wywołuje brak wykwalifikowanych maszynistów (maszynowych), których można byłoby przydzielić do jakiegokolwiek stacji wodnej bez względu na zastosowane na niej urządzenia.

Aby takich maszynistów uzyskać, należy ich odpowiednio wyszkolić.

Dla każdego jednak szkolenia rzemieślników-mechaników potrzebne są oprócz praktyki, odpowiednie podręczniki popularne, które wskazywałyby celowość urządzenia i określały zadanie każdej części składowej w budowie całkowitej.

W dziedzinie wyłącznie wodociągów kolejowych brak jest odpowiednich podręczników w języku polskim. Praca, którą podjąłem, będzie więc pierwszą próbą zapewnienia istniejącej luki.



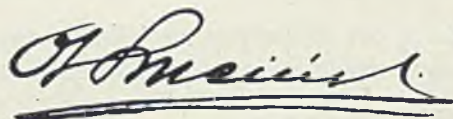
Niektóre główne elementy urządzeń mechanicznych potraktowane są w pracy tej obszerniej, gdyż są podstawowymi dla wodociągów kolejowych, inne znów, np. odżelaziacze, urządzenia do zmiękczenia wody lub urządzenia do chlorowania wody, są w ogóle pominięte, jako mało rozpowszechnione.

Obliczenia elementarne sprawności silników, pomp itp. przytoczyłem w tym celu, aby pobudzić zdolniejszych maszynistów do krytycznego ustosunkowania się względem obsługiwanych urządzeń, co spowodować może ich rewizję i w następstwie da lepsze wyniki eksploatacyjne.

Oddając niniejszy podręcznik do druku, uważam za swój miły obowiązek złożyć podziękowanie Panu Dyrektorowi Departamentu inż. *Mieczysławowi Stodolskiemu* za okazane mi poparcie, Panu Dyrektorowi inż. *Włodzimierzowi Krzyżanowskiemu* za życzliwą ocenę i krytyczne rzeczowe uwagi oraz Panu inż. *Janowi Dybowskiemu* za fachowe i pieczołowite kierowanie wydaniem mej książki.

Przy jej opracowywaniu korzystałem z cennych rad Pana *Tadeusza Mrozowskiego*, długoletniego i doświadczonego kierownika referatu wodociągowego w Dyrekcji Okręgowej K. P. w Warszawie, z licznych podręczników, które przytaczam oddzielnie w rubryce „źródła“ oraz z materiałów, znajdujących się w wydawnictwach poszczególnych wytwórni i w czasopiśmie.

Warszawa, w styczniu 1939 r.

A handwritten signature in dark ink, appearing to read 'J. Mroczkowski', is written over a horizontal line. The signature is cursive and somewhat stylized.





	ROZDZIAŁ	STRONA		
<b>CZĘŚĆ II</b>	5.	POMPA POWIETRZNA (MAMUT), jej opis i działanie	91	<b>CZĘŚĆ II</b>
	6.	POMPA ŻERDZINOWA, jej opis i działanie	93	
	7.	POMPA NURNIKOWA LUB TŁOKOWA KORBOWA DO RUCHU TRANSMISYJNEGO	95	
	a	pompa pojedynczego działania	95	
	b	pompa podwójnego działania tłokowa i nurnikowa	97	
	c	pompa trzycylindrowa stojąca	98	
	d	pompa dwucylindrowa z napędem elektrycznym i przekładnią zębatą	100	
	e	pompa kalifornijska	100	
	f	ogólna charakterystyka pomp tłokowych (tłoczących) i zastosowanie ich do różnych wysokości pompowania	101	
	8.	PULSOMETRY (TĘTNIKI) — opis 2 typów i ich działanie	103	
<b>CZĘŚĆ III</b>	<b>KOTŁY PAROWE I SILNIKI</b>		107	<b>CZĘŚĆ III</b>
	1.	<b>KOTŁY PAROWE</b>	109	
	a	działanie kotła	109	
	b	kocioł systemu Lachapelle'a	110	
	c	kotły stojące płomieniówkowe	113	
	d	kotły stojące systemu Szuchowa	115	
	e	kocioł lokomobilowy	116	
	f	kotły płomiennorurkowe	117	
	g	kotły wodnorurkowe	118	
	h	paliwo i jego spalanie	122	
	i	ogólne pojęcie o osprzęcie kotła	124	
	j	wskazówki dla obsługi kotłów	125	
	k	przykład obliczenia wielkości kotła parowego	129	
	2.	<b>MASZYNY PAROWE</b>	131	
	a	rodzaje maszyn parowych	131	
	b	opis działania maszyny parowej	131	
	c	rozdział (rozrząd) pary	134	
	d	suwak zwykły (pojedynczy)	137	
	e	suwak podwójny	141	
	f	Regulator (miarkownik)	144	
	g	przenoszenie ruchu z maszyny na pompy (przekładnie)	145	
	h	uruchomienie maszyny	146	
	i	wskazówki obchodzenia się z maszynami podczas ich pracy	146	
	j	praca maszyny parowej i jej sprawność	147	
	3.	<b>SILNIKI SPALINOWE (MOTORY)</b>	149	
	a	rodzaje silników spalinowych	149	
	b	działanie czterosuwu	149	
	c	działanie dwusuwu	150	

OPIS CHARAKTERYSTYCZNYCH CZĘŚCI MOTORÓW		151
d	zbiornik do płynnego paliwa	151
e	karburator (gaźnik)	152
f	mieszanka z paliw cięższych	152
g	zbiornik wody chłodzącej	152
h	tłumniki	153
i	miarkownik (regulator) płaski	153
OPISY DZIAŁANIA NIEKTÓRYCH SILNIKÓW		154
j	silnik dwusuwowy „Ursus“	154
k	dwusuw „Perkun“ poziomy	156
l	dwusuw „Perkun“ pionowy	156
m	puszczenie motoru w ruch	157
n	zaburzenia w pracy motoru. Ich przyczyny i środki zaradcze	160
o	silniki „Lech“	162
p	silniki Diesel'a dwusuwowe	163
	ładowanie butli sprężonego powietrza	165
	napełnianie butli kwasem węglowym	165
	rozruch silnika	166
r	praca silników spalinowych	166
s	obliczenie mocy silników za pomocą hamulca-dynamometru	166
t	zużycie paliwa	167
4. SILNIKI ELEKTRYCZNE		168
a	prąd stały i zmienny	168
b	rodzaje silników	169
c	uruchamianie silników trójfazowych	170
d	wskazówki obchodzenia się z silnikami elektrycznymi w czasie ich pracy	173
e	zatrzymanie silnika elektrycznego	174
SPRĘŻARKI (KOMPRESORY) POWIETRZNE		175
1. PRAKTYCZNE WSKAZÓWKI OBSŁUGI SPRĘŻAREK		177
a	rodzaje sprężarek	177
b	sprężarki „Zakładów Ostrowleckich“	177
c	sprężarki „L. Zieleniewski i Fitzner Gamper“	184
2. ŁADOWANIE I DOŁADOWYWANIE ZBIORNIKÓW HYDROFOROWYCH		201
a	wskazówki ogólne	201
b	obliczenie ciśnienia w zbiornikach wodnopowietrznych	201



**RUROCIĄGI  
I MATERIAŁY DO ICH BUDOWY**

		203
1.	<b>RURY I KSZTAŁTKI</b>	205
	a) wymiary rur i kształtek	205
	tablica niemieckich norm rur żeliwnych kielichowych i kołnierzowych	206
	tablica rur lanych kielichowych i kołnierzowych warszawskich i rosyjskich	208
	tablica polskich norm żeliwnych rur wodociągowych kielichowych i kołnierzowych	210
	tablica znakowania rur i kształtek wodociągowych wg norm polskich	212
	b) odchylenia w wymiarach i wagach rur	214
2.	<b>USZCZELNIANIE POŁĄCZEŃ RUR</b>	215
a	uszczelnianie zwykle rur kielichowych	215
b	uszczelnianie wełną ołowianą rur kielichowych	215
c	uszczelnianie rur kołnierzowych	218
3.	<b>UKŁADANIE RUR W ZIEMI</b>	219
4.	<b>NAPRAWA PĘKNIĘTYCH RUR</b>	221
	tablica nasuwek wg norm polskich	221
	tablica nasuwek dwudzielnych wg norm niemieckich	222
5.	<b>ZASUWY</b>	225
6.	<b>UTRZYMANIE SPRAWNOŚCI RUROCIĄGÓW</b>	229
a	przyczyny powodujące zmniejszenie sprawności przewodów wodociągowych	229
b	sposoby oczyszczania przewodów wodociągowych	231
c	przeprowadzania prób szczelności przewodów wodociągowych	237
7.	<b>ILOŚĆ WODY PRZEPEŁYWAJĄCA PRZEZ RUROCIĄGI</b>	243
a	przykład obliczenia średnicy przewodów	243
b	przykład obliczenia wysokości podnoszenia	243
c	przykład obliczenia naporu zbiornika wieży ciśnień	245
	<b>PRZEDRUK PRZEPISÓW</b>	
1.	INSTRUKCJA DLA MASZYNISTY STACJI WODNEJ ZATWIERDZONA ROZPORZĄDZENIEM MINISTERSTWA KOMUNIKACJI Z DNIA 4 CZERWCA 1929 R. N. VI/9042/120/29 (Dz. U. M. K. z r. 1929 Nr 9 poz. 113) — Przepisy Nr M 3	247
2.	ZARZĄDZENIE M. K. W SPRAWIE PRÓBY SIECI WODOCIĄGOWYCH	253
	SPIS RYSUNKÓW	255
	SPIS TABLIC	258
	ŹRÓDŁA	258
	SPIS WYDAWNICTW TECHNICZNYCH MINISTERSTWA KOMUNIKACJI	261

## ZBURZONA WIEŻA CIŚNIEŃ

---

---



---

---

DO KOŃCA 1918 R. NA TERENACH POLSKICH KOLEI PAŃSTWOWYCH ULEGŁO ZNISZCZENIU 489 STACJI WODNYCH (POMPOWNI I WIEŻ CIŚNIEŃ)





CZĘŚĆ PIERWSZA  
OGÓLNE POJĘCIE  
O KOLEJOWYCH  
STACJACH WODNYCH





**PROWIZORYCZNA WIEŻA  
CIŚNIEŃ O KONSTRUKCJI  
DREWNIANEJ ZBUDOWANA  
W CZASIE WIELKIEJ WOJNY**

## ROZDZIAŁ 1.

### CEL STACJI WODNYCH I PRZEPISY O ICH BUDOWIE.

Stacje, które posiadają urządzenia służące do zaopatrywania parowozów w wodę, nazywają się stacjami wodnymi.

Wodociąg kolejowy ma na celu przede wszystkim dostarczenie wody do zasilania parowozów pociągowych i manewrowych (przetokowych), następnie służy dla celów obrony przeciwpożarowej, do mycia wagonów, przemywania kotłów parowozowych i wreszcie dla różnych celów gospodarczych.

#### a) Stacje wodne.

1. Stacje wodne tak są rozmieszczone wzdłuż linii kolejowych i mają taką wydajność, aby w okresie największego przewidywanego ruchu mogły o każdym czasie zaopatrzyć w wodę wszystkie przechodzące pociągi oraz zaspokoić jednocześnie wszystkie inne potrzeby stacji.

2. Na kolejach znaczenia ogólnego ciążkość zaopatrzenia pociągów w wodę jest zapewniona:

(1) bądź przez urządzenie podwójnych zasadniczych elementów wodociągu, a mianowicie: przewodów ssawnych, tłocznych, zespołów pomp, silników i wież ciśnień, w razie zaś ujęcia wody ze studzien, przez budowę co najmniej dwóch studzien, a w wypadku budowy wodociągów pneumatycznych — przez urządzenie najmniej dwóch oddzielnych instalacji hydroforów;

(2) bądź przez wybudowanie, zamiast wyposażenia stacji wodnych podwójnymi urządzeniami wodociągowymi, odpowiedniej ilości stacji wodnych zapasowych, tak rozmieszczonych, aby w razie uszkodzenia którejkolwiek ze stacji zasadniczych, zaopatrywanie pociągów w wodę mogło się odbywać na stacjach wodnych zapasowych.

W każdym razie na stacjach, gdzie są parowozownie główne, jako też na większych stacjach węzłowych, powinny znajdować się wodociągi o podwójnych urządzeniach, wg opisu przytoczonego powyżej w p. (1).

3. Odległość między stacjami wodnymi określana jest odpowiednio do najcięższych warunków ruchu w obu kierunkach, z zastrzeżeniem, że normalne uzupełnienie zapasu wody w tendrze (lub tendrzaku) powinno następować po wyczerpaniu się najwyżej 85% pojemności tendra (lub tendrzaka).



4. Rozmieszczenie stacji wodnych zależy jest też od znalezionych i zbadanych źródeł wody pod względem ilości i jakości wody, którą źródło ma dostarczyć.

5. Źródło wody powinno, w czasie najmniejszej swojej wydajności, zapewniać pokrycie największego zapotrzebowania wody, obliczonego na okres największego przewidywanego rozwoju kolei.

6. Woda zdatna do zasilania kotłów parowozowych może zawierać w litrze nie więcej jak 250 mg ciał tworzących kamień kotłowy.

7. Ilość wody, jaką wodociąg kolejowy ma dostarczać w ciągu doby, składa się:

- (1) z ilości niezbędnej do zasilania wszystkich przechodzących przez stację parowozów pociągowych, zgodnie z wykresami jazdy pociągów;
- (2) z ilości niezbędnej dla pracy manewrowej (przetokowej), na rezerwy, mycie kotłów, a także dla użytku naprawni taboru i na potrzeby stacji. Na stacjach z parowozownią główną ilość wody nie może wynosić mniej niż  $100 \text{ m}^3$  na dobę, na stacjach z parowozownią zwrotną nie mniej niż  $40 \text{ m}^3$  i na wszystkich pośrednich stacjach, nie mniej niż  $10 \text{ m}^3$  na dobę;
- (3) z ilości wody zdatnej do picia, dla użytku przewożonych wojsk, która powinna wynosić na stacjach z punktami żywnościowymi nie mniej niż  $40 \text{ m}^3$ , na stacjach zaś pośrednich, nie mniej niż  $10 \text{ m}^3$  na dobę.

8. Żurawie wodne należy tak rozmieszczać, aby parowozy pociągów osobowych obu kierunków mogły nabierać wodę bez odczepiania ich od pociągu na wszystkich torach głównych zasadniczych i dodatkowych, parowozy zaś pociągów towarowych — dochodzić do żurawi bez cofania się.

Na stacjach parowozowych głównych, na których przewiduje się zmianę wszystkich parowozów w pociągach osobowych i towarowych, ustawienie żurawia wodnych przy torach głównych na stacji nie jest konieczne. Odległość żurawia wodnego od najbliższego ukresu powinna wynosić najmniej 50 m, a w przypadku ustawienia na międzytorzu semaforu, odległość żurawia od semaforu — najmniej 20 m.

9. Na stacjach parowozowych żurawie wodne powinny być ustawiane przy kanałach do odzūżlania parowozów (popielnicach), a w razie potrzeby także przy torach wejścia lub wyjścia parowozów.

10. Wydajność żurawia wodnych, zasilających parowozy pociągów osobowych — pospiesznych, powinna wynosić najmniej  $5 \text{ m}^3/\text{min}$ , a dalekobieżnych towarowych najmniej  $3 \text{ m}^3/\text{min}$ . Wydajność pozostałych żurawia na kolejach pierwszorzędnych powinna być nie mniejsza niż  $2 \text{ m}^3/\text{min}$ .

Na kolejach drugorzędnych, po których nie kursują pociągi dalekobieżne, oraz na kolejach znaczenia miejscowego, wydajność wszystkich żurawia wodnych winna wynosić najmniej  $1,5 \text{ m}^3/\text{min}$ .

11. Na żurawicach wodnych obrotowych należy umieścić sygnały, wskazujące położenie ramienia żurawia, oraz urządzenia służące do zamocowania ramienia wzdłuż toru w położeniu nieczynnym. Żurawie wodne nieobrotowe powinny posiadać na kolumieńce latarnię, która wskazywałaby w ciemności miejsce ustawienia żurawia.

12. Na stacjach wodnych, w pobliżu budynków i składów, ustawiane są w odpowiedniej ilości i w miejscach łatwo dostępnych hydranty pożarowe. W pobliżu budynków mieszkalnych, dworca itp. miejscach, powinny być ustawione hydranty-źródła dla celów przeciwpożarowych i na potrzeby gospodarcze. Na stacjach nie posiadających urządzeń wodocięgowych, należy budować w tym celu studnie.

13. Każda stacja powinna być zaopatrzona w wodę zdatną do picia sposobem, jaki w danych warunkach okaże się najodpowiedniejszy.

### b) Pompownie.

1. Budynek pompowni należy umieszczać, o ile możliwości, w pobliżu miejsca ujęcia wody, albo bezpośrednio nad źródłem. Budynek pompowni powinien być umieszczony poza granicą największego rozlewu rzeki względnie ponad najwyższym zwierciadłem wielkiej wody.

2. Wielkość i kształt budynku pompowni powinny być dostosowane do typu projektowanych zespołów pompowych (silnika i pompy) i zapewniać dogodną ich obsługę. Budynek pompowni powinien być tak projektowany, aby w razie potrzeby mógł być rozszerzony bez stosowania przerwy w pracy pompowni.

3. Budynek pompowni powinien być ogniotrwały. Pomieszczenia pompowni powinny być ogrzewane, dobrze oświetlone i wentylowane. W pompowniach z kotłami parowymi powinny być zachowane „Przepisy o budowie, ustawianiu i dozorcze kotłów parowych“.

4. Jeżeli budynek pompowni jest zbudowany nad studnią, w której opuszczono pompę głębinową, to jego wysokość powinna być uzależniona od długości ogniwa wału pionowego pompy i powinna dawać możliwość wydobycia pompy. W stropie pompowni powinny być umocowane haki względnie suwnice z wyciągarkami do podnoszenia cięższych części maszyn.

5. Mieszkanie maszynisty powinno się znajdować, o ile możliwości, w oddzielnym budynku.

6. W pobliżu pompowni powinien być urządzony skład paliwa. Do przechowywania paliwa płynnego powinny być urządzone zbiorniki, umieszczone w dobrze odwodnionych piwnicach, odsuniętych od pompowni najmniej o 10 m.

7. W pompowni powinny znajdować się urządzenia sygnałowe, dzwonek lub świetlne, alarmujące samoczynnie o najwyższym i najniższym poziomie wody w zbiorniku wodnym terenowym względnie w wieży ciśnień lub hydroforni, znajdującej się na terenie stacji, lub w jej pobliżu.



### c) Zbiorniki wodne i powietrzne lub wodnopowietrzne (hydrofory).

1. Do zaopatrywania stacji w wodę mogą być stosowane zbiorniki wodne i powietrzne lub wodnopowietrzne.

Pożądaną jest, aby oba rodzaje zbiorników były umieszczane w poziomie bliskim do poziomu gruntu.

Jeżeli układ terenu nie daje możliwości uzyskania odpowiedniego wzniesienia projektowanego zbiornika wodnego, dopuszcza się, w razie trudności innego rozwiązania, umieszczenie go na wieży.

2. Pojemność zbiorników powinna być taka, aby podczas największego przewidywanego rozchodu wody, zapas wody w zbiorniku pokrywał całkowite zapotrzebowanie jej w ciągu przerwy pracy pomp.

3. Zbiorniki na poziomie gruntu jak również zbiorniki na wieżach powinny być podwójne lub dwudzielne, dla możliwości ich oczyszczenia lub naprawy bez przerwy działania.

4. Pomieszczenia na zbiorniki powinny być dobrze wentylowane.

Przejście pomiędzy zbiornikiem a ścianą zewnętrzną powinno mieć najmniej 0,6 m szerokości.

5. W celu zabezpieczenia wody w zbiornikach od zamarzania, zbiorniki naziemne powinny być przykryte warstwą ziemi grubości około 1 m, obsianej trawą, względnie pomieszczenia na te zbiorniki winny być ogrzewane.

6. Przy ciśnieniu zmiennym pojemność hydroforów powinna być najmniej dwukrotnie większa od wymaganego zapasu wody.

7. Zależnie od wielkości, hydrofor powinien mieć jeden lub dwa włązy.

8. Hydrofory powinny być wypróbowane na ciśnienie o 50% wyższe od roboczego.

9. W hydroforniach z kilkoma hydroforami, zbiorniki powinny być połączone ze sobą przewodami tak, aby każdy hydrofor mógł być w razie potrzeby wyłączony bez przerwy działania pozostałych.

10. Hydrofory powinny być tak ustawione na podporach, aby badanie hydroforów i ich naprawa były dogodne.

11. Aby obciążenie podpór przez zbiorniki (np. leżące) było równomierne, układa się pomiędzy podpory i powierzchnią zewnętrzną zbiorników arkusze blachy ołowianej.

#### d) Wieże ciśnień.

1. Wysokość wieży ciśnień powinna być określona na podstawie projektu wodociągu kolejowego opracowanego według największego zapotrzebowania wody.

Przy określaniu wysokości wieży ciśnień decyduje różnica poziomów dna zbiornika i szyn oraz odległość najdalszego żurawia wodnego.

Wysokość wieży ciśnień nie powinna przewyższać 25 m, licząc od poziomu główki szyny na stacji do dna zbiornika.

Jeżeli wymagane jest większe ciśnienie, należy budować wyłącznie wodociągi pneumatyczne.

Wieże ciśnień mogą być budowane ze zbiornikami żelazobetonowymi lub żelaznymi.

2. Pojemność zbiorników powinna być podobnie jak hydroforów taka, aby podczas największego przewidywanego rozchodu wody, zapas wody w zbiornikach pokrywał całkowite jej zapotrzebowanie w ciągu przerwy pracy pomp.

3. Ściany zbiornika należy obliczyć w zależności od przyjętej konstrukcji. W zbiornikach żelaznych do grubości ścian otrzymanych z obliczenia należy dodać około 3 m/m na rdzewienie żelaza.

4. Zbiornik powinien być podzielony na dwie części celem umożliwienia oczyszczenia go bez stosowania przerwy w pracy wodociągu, lub też powinny być 2 zbiorniki tak ze sobą połączone, aby mogły być używane oddzielnie lub wspólnie.

5. Pomieszczenie na zbiornik powinno być dobrze wentylowane i posiadać okna, których łączna powierzchnia powinna stanowić co najmniej  $\frac{1}{12}$  część powierzchni podłogi.

Zbiornik powinien być należycie zabezpieczony od zamarzania w nim wody.

6. Pod zbiornikiem żelaznym, w poziomie przynajmniej o 1,5 m niżej od dna zbiornika, powinien być zrobiony strop z odpowiednim urządzeniem do odprowadzania skraplającej się wody. Strop winien posiadać izolację.

7. W wieży ciśnień konstrukcje dachu i zbiornika powinny być niezależne od siebie.

8. Wieża ciśnień powinna być opatrzona piorunochronem.

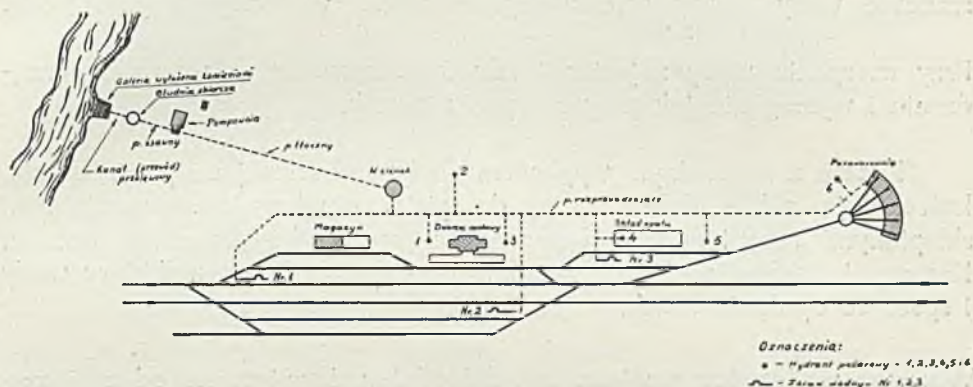


e) Średnie jednostkowe normy rozchodu wody.

	Norma
1. Dla zasilania każdego czynnego parowozu ma- newrowego . . . . .	20 m <sup>3</sup> /dobę
2. Do zimnego płukania parowozu i napełnienia kotła po płukaniu . . . . .	20 m <sup>3</sup> /dobę
3. To samo — do gorącego płukania . . . . .	10 m <sup>3</sup> /dobę
4. Dla chłodzenia silnika spalinowego lub sprę- żarki na 1 KM mocy. . . . .	25 l/godz.
5. Dla zasilania kotła parowego na 1 m <sup>2</sup> pow. ogrzewalnej . . . . .	20 l/godz.
6. Do mycia wagonu towarowego po przewozie bydła . . . . .	1/2 m <sup>3</sup> /1 wagon
7. Dla dezynfekcji wagonu towarowego . . . . .	100 l/1 wagon
8. Dla celów gospodarczych w budynkach nieska- nalizowanych na 1 mieszkańca . . . . .	40 l/dobę
To samo w budynkach skanalizowanych . . . . .	75 l/dobę
9. W kąpieliskach (łazienkach) na 1 kąpiącego się	100 l
10. W umywalniach warsztatowych, przy parowo- zowniach, domach noclegowych na 1 pra- cownika . . . . .	40 l/dobę
11. Dla zaopatrywania wagonów osobowych na 1 pociągo/wagon a) dla umywalni . . . . .	300 l
b) dla ogrzewania . . . . .	150 l
12. Dla pojenia przewożonego bydła i nierogacizny:	
a) dla 1 konia . . . . .	50 l/dobę
b) dla 1 krowy . . . . .	60 l/dobę
c) dla 1 wieprza . . . . .	20 l/dobę
d) dla 1 owcy lub kozy . . . . .	6 l/dobę



TYPOWY WODOCIĄG KOLEJOWY  
I JEGO GŁÓWNE CZĘŚCI SKŁADOWE.



Rys. 1

Rys. 1 przedstawia ogólny plan wodociągu z oznaczeniem jego głównych części składowych, mianowicie: nad brzegiem rzeki znajduje się studnia zbiorcza, od której prowadzi przewód ssawny do pompy ustawionej w pompowni; dalej ułożony jest przewód tłoczny do wieży ciśnień, skąd rozchodzi się sieć przewodów rozprowadzających w obie strony stacji do żurawi wodnych Nr 1, 2 i 3 oraz do budynku parowozowni i hydrantów pożarowych 1, 2, 3, 4, 5 i 6.

a) Źródła wody i ich ujęcia.

Stacje wodne korzystają z najrozmaitszych źródeł wody, a więc z rzek, rzeczek, potoków, jezior, stawów i obfitych krynic-źródełek, z błot, ze studzien kopanych zasilanych wodą podskórną i gruntową (wgłębną) oraz ze studzien wierconych.

Czerpanie wody rzecznej, uważanej za źródło o wydajności na ogół nieograniczonej, odbywa się bądź ze specjalnych studni, budowanych w samej rzece, lub na jej brzegu i zwanych wówczas „zasilającymi“, które mogą być kopane (rys. 4) lub wiercone, bądź ze zbiorników na brzegu, zwanych „studniami zbiorczymi“, a połączonych z rzeką otwartym lub zakrytym kanałem, względnie rurą żelazną (rys. 3), bądź w razie dostatecznie czystej wody za pomocą specjalnych smoków (zakończenie rury ssawnej sitem) umieszczanych w samej rzece.

We wszystkich tych przypadkach urządzenia wspomniane muszą być zabezpieczone zarówno od wszelkich możliwych uszkodzeń, np. przez silny prąd, krę i statki, jako też od zanieczyszczania przez pływające w rzece przedmioty. Niezmiernie ważne jest, aby urządzenia te nie zamarzały.

Przy znacznej odległości pompowni od miejsca czerpania, wodę z rzeki lub ze studzien zasilających nad rzeką doprowadza się najlepiej za pomocą lewaru do studni zbiorczej przy pompowni, z której dopiero odbywa się czerpanie wody za pomocą przewodu ssawnego.

Na małych rzeczulkach, przy nieznacznym przepływie, urządzone są sztuczne tamy i śluzy, w celu nagromadzenia większego zapasu wody.

Przy czerpaniu wody z jezior i stawów stosowane są wszystkie urządzenia i wymagania jak przy czerpaniu z rzek.

Źródła z naturalnym wypływem wody podziemnej na powierzchnię, które dają także dobrą wodę do picia, obudowuje się specjalnymi sklepionymi studniami lub komorami z cegieł, kamienia lub betonu. Komory i studnie posiadają przelew do odprowadzania nadmiaru wody i spust do opróżniania ich.

Warstwa wodonośna powinna być dokładnie zabezpieczona od zanieczyszczenia przez przesiąkanie wody powierzchniowej z opadów atmosferycznych, a same studnie i komory, od wpływu światła (bakterie, wodorosty) i mrozu.

Studnie kopane płytkie są budowane w miejscowościach niezamieszkałych w pobliżu wód powierzchniowych tj. rzek, jezior, stawów, mokradeł i błot.

Przy niewielkich głębokościach do 5 m studnie bywają czasami drewniane, a do 30 m murowane, betonowe i żelbetowe, przy większych zaś — z rur stalowych.

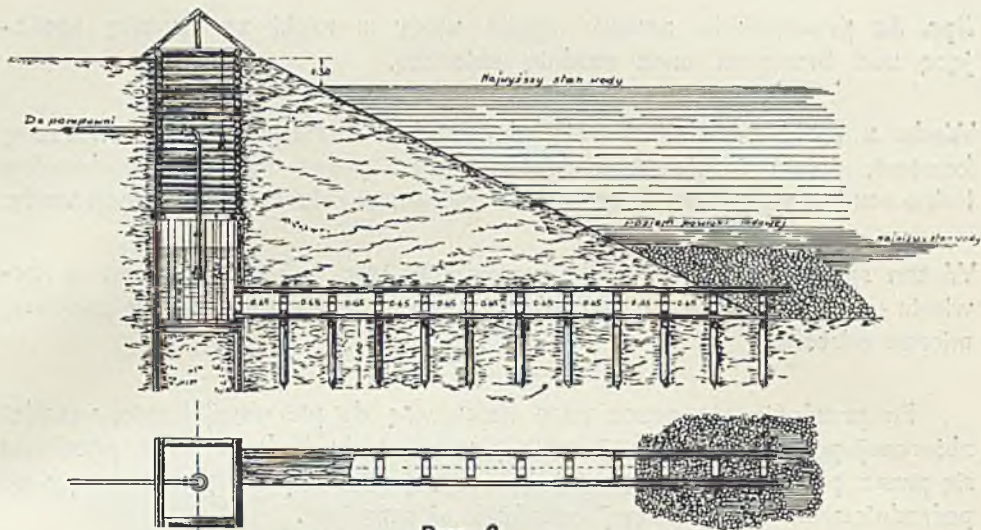
Za użyteczną wydajność studzien uważana jest ta największa jej wydajność, przy której poziom wody w studni pozostaje bez zmiany przynajmniej w ciągu 16 godzin nieustannego pompowania.

Studnie artezyjskie budowane są w tych przypadkach, kiedy nie można otrzymać w pobliżu st. wodnej wody powierzchniowej i wody wgłębnej z małej głębokości, albo też gdy woda na tej głębokości nie odpowiada stawianym wymaganiom.

Studnie artezyjskie mają zupełnie szczelne rury obsadowe, aby woda z rur nie mogła przesiąkać z powrotem do ziemi, lub odwrotnie, z górnych warstw wodonośnych do studni.

Urządzenie ujęć źródeł wody jest dostosowane do rozporządzanych i wybranych źródeł oraz warunków terenowych w pobliżu pompowni. Na przykład, na *rys. 2 i 3*, pokazane są przekroje ujęcia wody z rzeki lub stawu.





Rys. 2

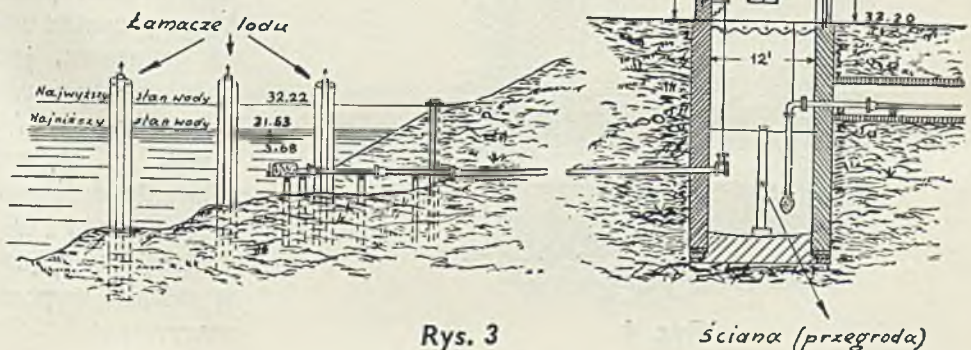
Rys. 2 przedstawia studnię zbiorczą drewnianą nad brzegiem rzeki, wyprowadzoną do góry ponad najwyższy poziom wody, aby był do niej dostęp nawet w czasie powodzi. Studnia ta jest połączona drewnianym kanałem podziemnym z korytkiem rzeki. Wylot kanału znajduje się w pobliżu dna rzeki, poniżej najniższego stanu wody.

Wylot ten jest obsypany kamieniami, które zatrzymują różne zawiesiny znajdujące się w wodzie i różne przedmioty, aby nie przedostawały się one do studni zbiorczej.

Rys. 3 przedstawia studnię zbiorczą, która jest rozdzielona przegrodą murowaną.

Część studni od strony rzeki służy do odmulenia wody, czyli odgrywa rolę odstojnika, a część druga służy jako studnia zbiorcza dla wody odstanej, tj. odmulonej, odpowiedniejszej do pompowania. Górna krawędź przegrody znajduje się o tyle poniżej najniższego poziomu wody w rzece, aby przez nią zawsze przelewała się woda z lewej do prawej części studni w dostatecznej ilości.

Studnia ta jest połączona z rzeką rurociągiem żelaznym, zakończonym w studni zasuwą, a w rzece sitem — smokiem. Smok ten jest zabezpieczony od zniszczenia przez krę słupami okutymi, wbitymi w dno rzeki.



Rys. 3

ściana (przegroda)



**Rys. 3a** przedstawia nowsze ujęcie wody z rzeki ze studnią zasilającą nad brzegiem oraz studnią zbiorczą.

Woda z rzeki przedostaje się do studni zasilającej przez warstwę kamieni, żwiru i ścianki drewniane oraz przez warstwę wodonośną i dno studni, wyłożone tłuczniem ze żwirem w celu lepszej filtracji wody.

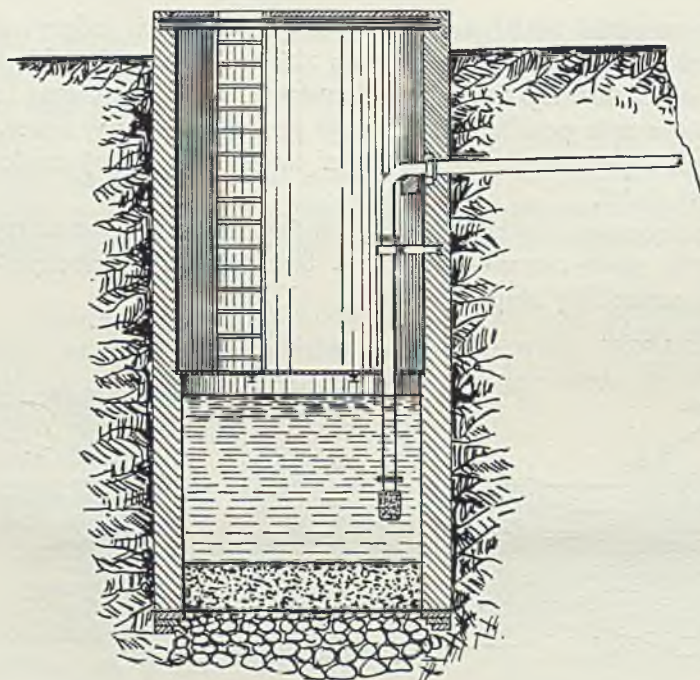
W ten sposób woda w studni zasilającej jest już oczyszczona z zawiesin mechanicznych, a w górnej swojej warstwie jest w znacznej mierze odstała.

Po przelaniu się przez rurę nalewową do pierwszej komory studni zbiorczej pozostawia tam jeszcze pewne osady i dopiero po przelaniu się przez przegrodę do drugiej komory, jest czerpana przez pompy za pośrednictwem rury ssawnej zakończonej smokiem.

Na **rys. 4** przedstawiony jest przekrój studni murowanej zasilającej  $\varnothing$  3 m i głębokości 8 m. Na rysunku tym widzimy w jaki sposób jest zawieszony przewód ssawny oraz, że smok znajduje się na wysokości około 60 cm ponad dnem.

Nad najwyższym stanem wody w studni na 2 belkach żelaznych ułożona jest podłoga.

W górnej pokrywie studni, która jest zupełnie szczelna, znajduje się



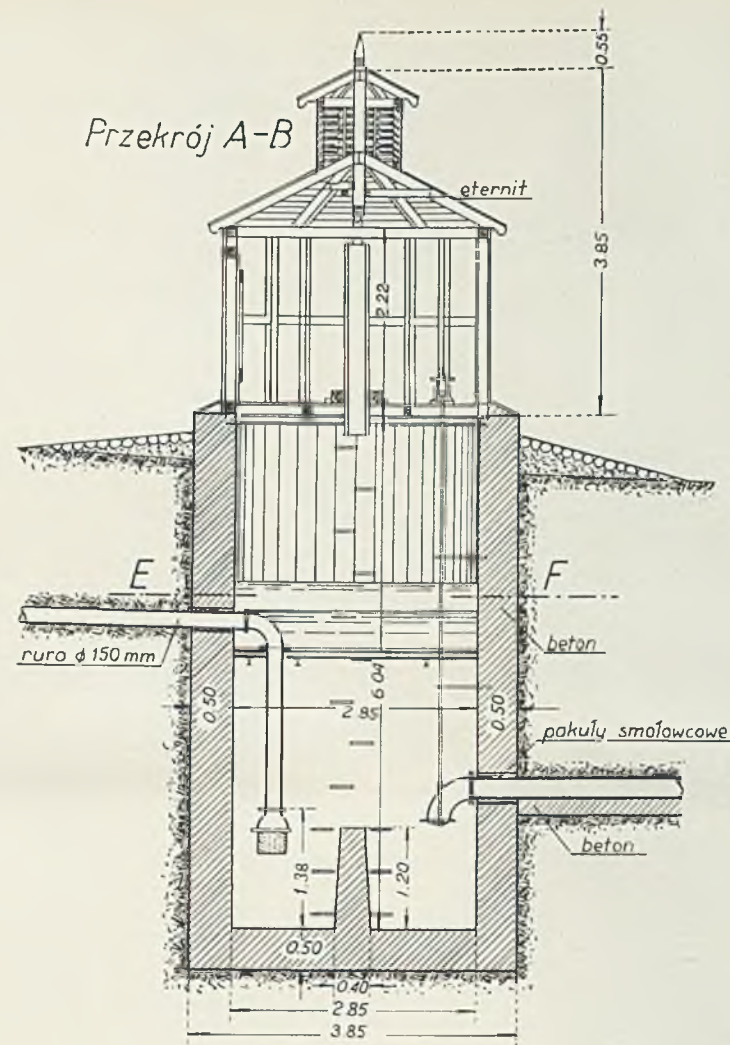
otwór wejściowy (właz), przykryty zamykaną klapą lub drzwiczkami. Od tego wejścia w głąb studni, względnie do podłogi prowadzą żelazne schodki (klamry) lub drabina.

Dno studni, przez które przenika woda gruntowa, jest wyłożone warstwą żwiru w celu filtracji, tj. zatrzymywania drobnego piasku i mułu z wody napływającej w miejsce wypompowywanej.

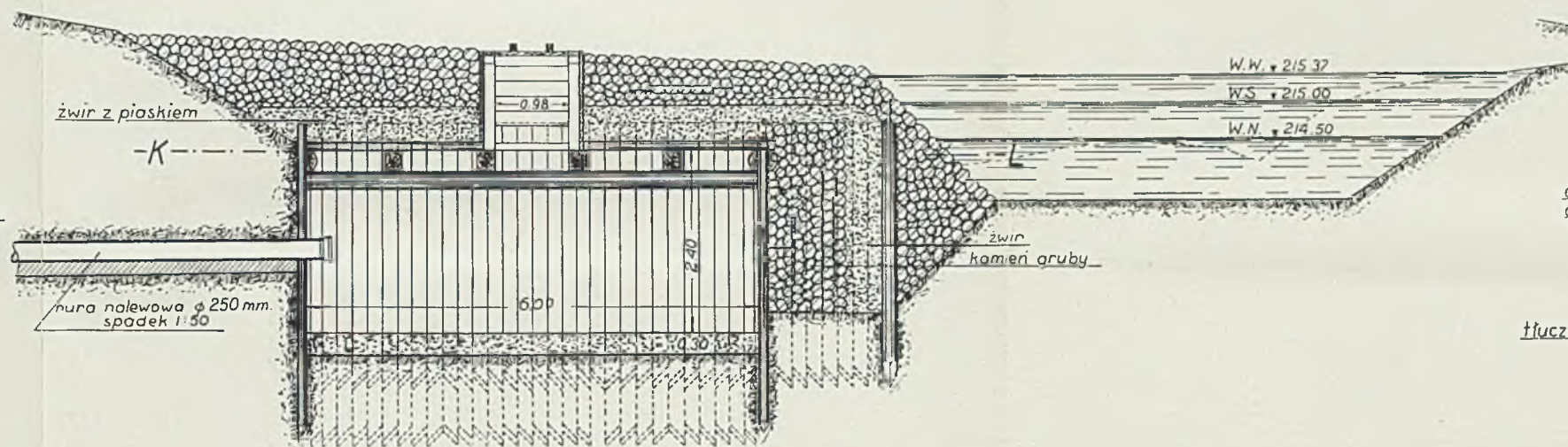


Nowsza konstrukcja ujęcia wody z rzeki

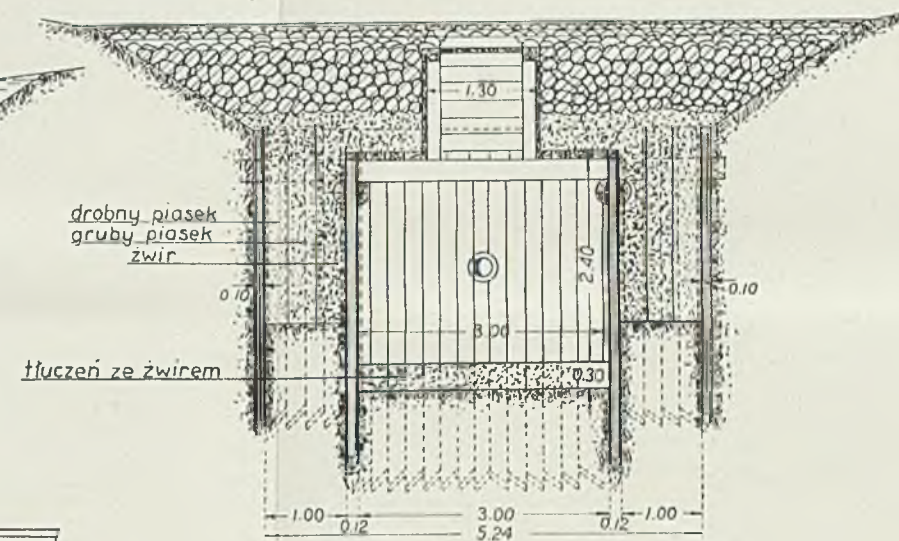
Rys. 3 a



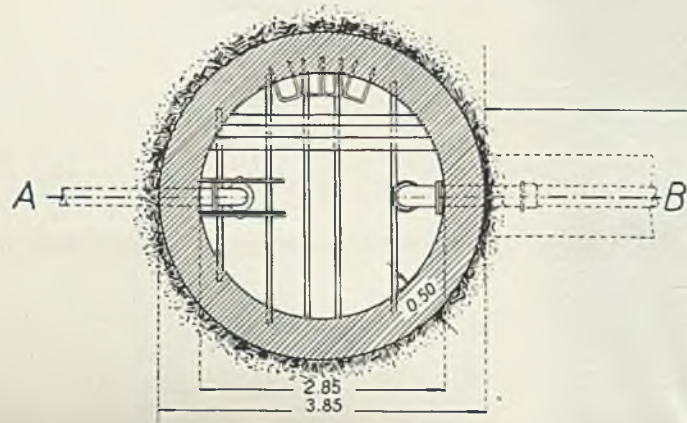
Przekrój ujęcia G-H



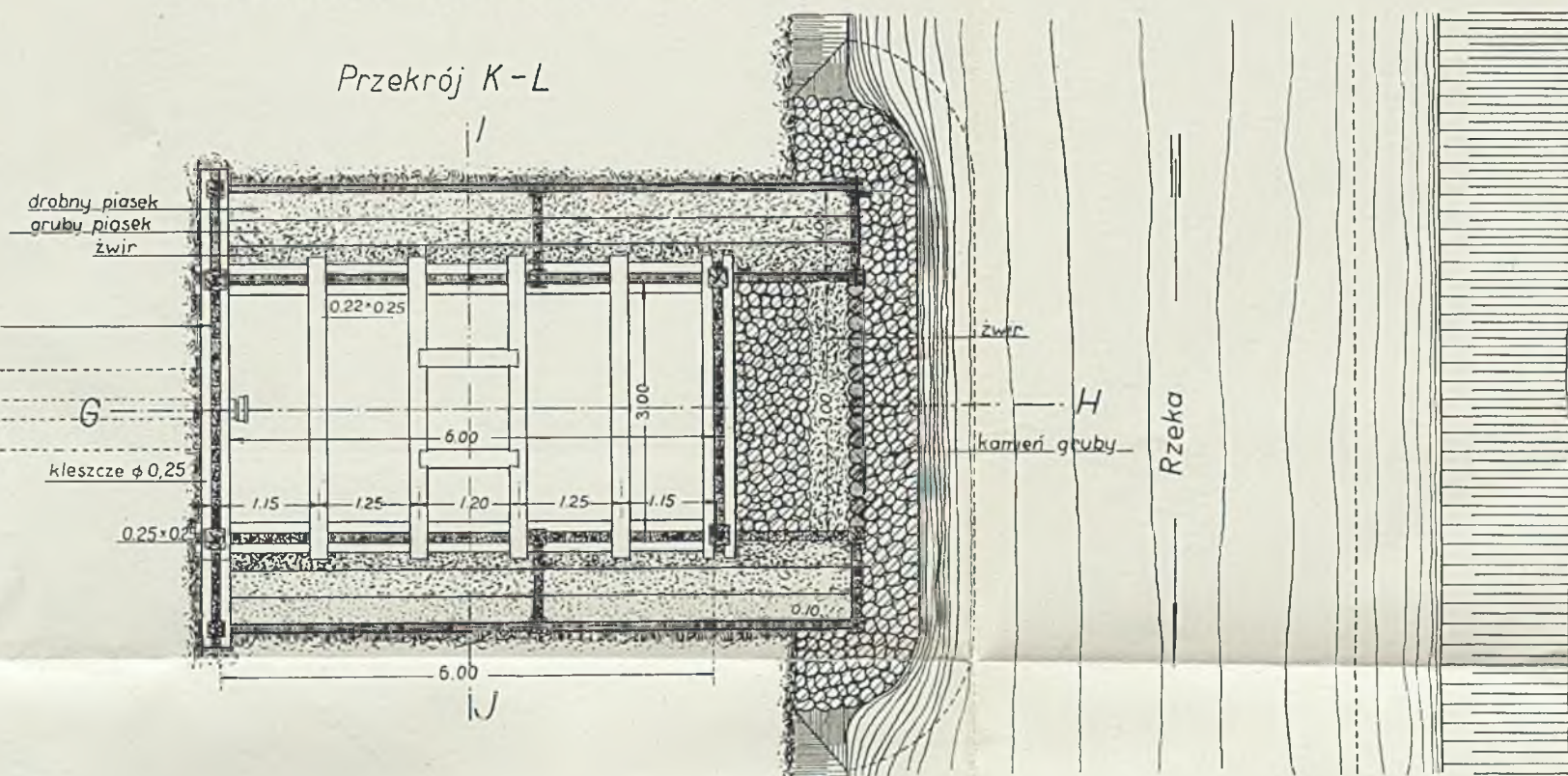
Przekrój ujęcia I-J



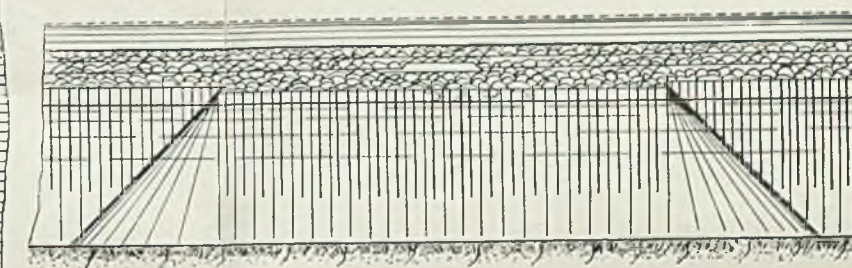
Przekrój E-F



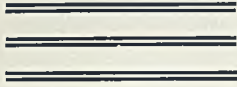
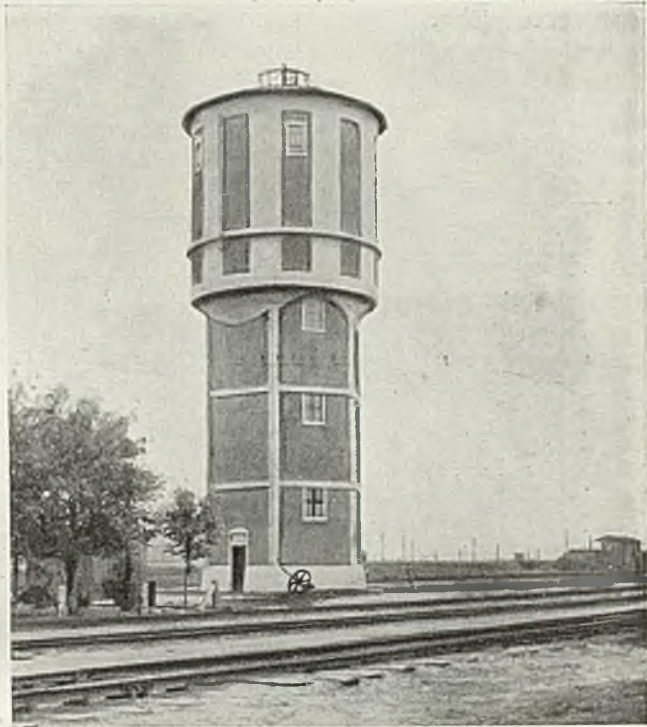
Przekrój K-L



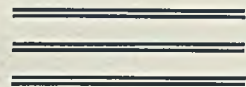
Widok od strony rzeki





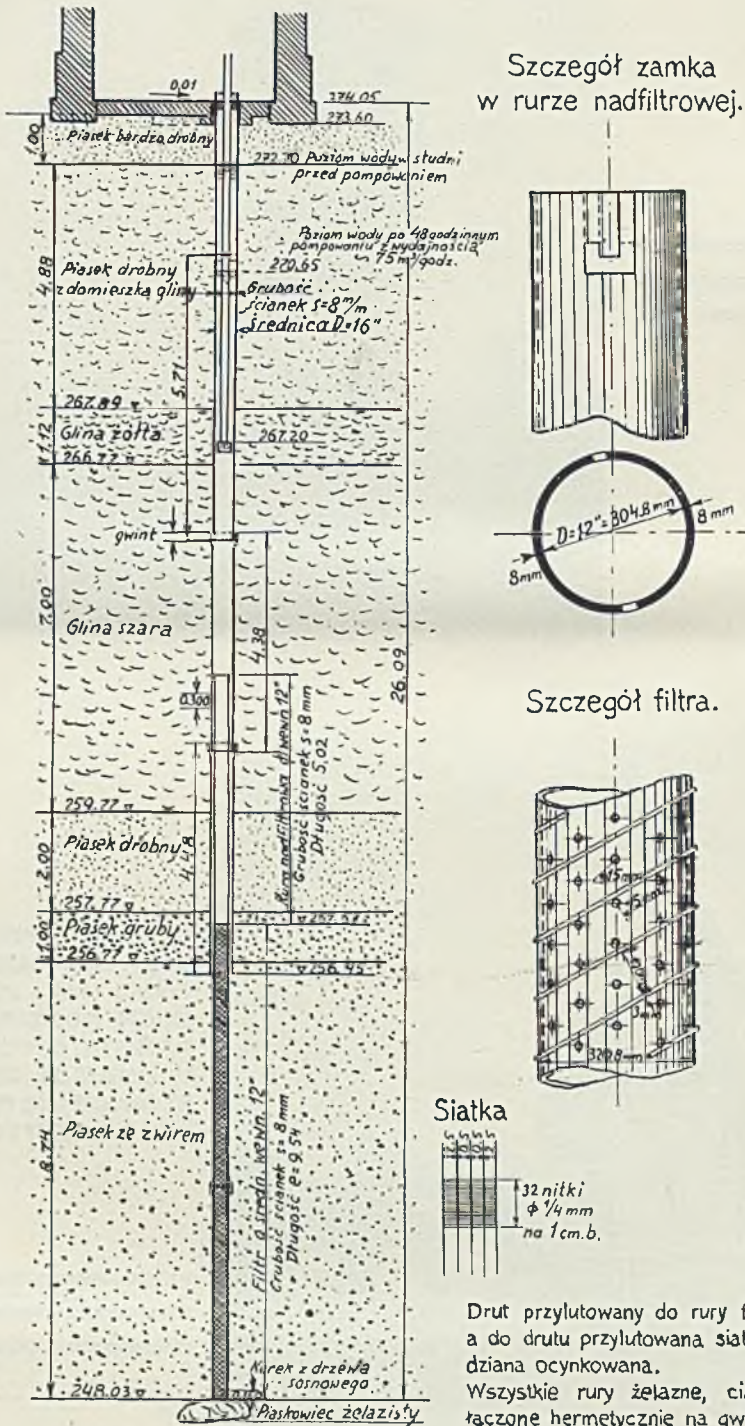


**TYPOWE WIEŻE  
CIŚNIEŃ BUDO-  
WANE NA POL-  
SKICH KOLEJACH  
PAŃSTWOWYCH  
W MIEJSCE ZBU-  
RZONYCH LUB PRO-  
WIZORYCZNYCH.**





Na rys. 5 przedstawiony jest przekrój studni wierconej, zwanej także studnią artezyjską.



Drut przylutowany do rury filtrowej, a do drutu przylutowana siatka miedziana ocynkowana. Wszystkie rury żelazne, ciągnięte, łączone hermetycznie na gwint.

Widzimy, że rury największej średnicy są u góry, a im niżej się zagłębiają, średnica ich jest mniejsza, wreszcie najgłębiej, w warstwie wodonośnej, zapuszczona jest rura filtrowa o najmniejszej średnicy, która służy do zatrzymywania mułu i piasku.

Średnice rur zależą od wymaganej wydajności studni i od jej głębokości i wahają się od 500 do 250 mm. Głębokość wynosi od 20 m do paruset metrów.

Widzimy również przekrój geologiczny studni z zaznaczeniem poszczególnych pokładów gruntu. Zwierciadło wody znajduje się znacznie wyżej ponad warstwą wodonośną. Zwierciadło to ulega jednak pewnemu obniżeniu podczas pompowania (depresji), co uwzględnia się przy zakładaniu smoka przewodu ssawnego, który opuszcza się poniżej tego zwierciadła wody, obniżonego wskutek pompowania.

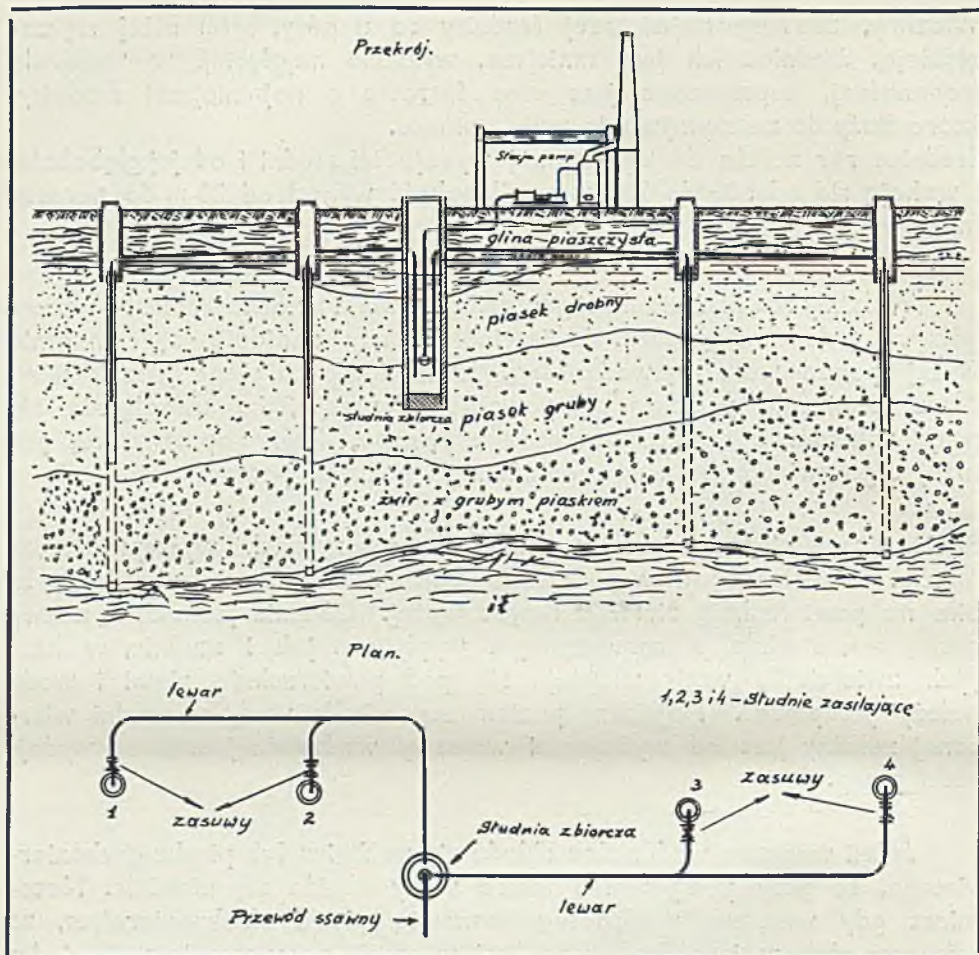
Poziom zwierciadła wody w studniach artezyjskich występuje rozmaicie. Dawniej tę nazwę dawano tylko studniom, z których woda biła na powierzchnię ziemi a nawet wyżej. Obecnie jednakową nazwę noszą tak studnie z samoczynnym wypływem jak i studnie, w których zwierciadło wody znajduje się pod powierzchnią ziemi i wodę należy pompować. Najniższy poziom zwierciadła wody w studni wierconej zależy od wydajności warstwy wodonośnej oraz od wydajności pomp.

Jeżeli warstwa wodonośna składa się ze żwiru lub piasku gruboziarnistego, to przy pompowaniu lustro wody obniża się niewiele. Natomiast gdy warstwę wodonośną stanowią piaski drobnoziarniste, to wówczas słabszy jest dopływ wody i w czasie pompowania zwierciadło wody obniża się znacznie. Aby uzyskać większą wydajność studni, należy cylinder pompy opuszczać głębiej, gdyż wówczas osiągamy możliwość większego obniżenia zwierciadła wody i w związku z tym uzyskujemy większą różnicę poziomów pomiędzy normalnym poziomem wody a czynnym zwierciadłem wody, co wpływa na zwiększenie prędkości przepływającej wody w warstwie wodonośnej i powoduje większy jej dopływ do studni.

Na ogół nie stosuje się większej depresji (różnicy poziomów zwierciadła wody w stanie normalnym i najniższym po odpompowaniu wody) jak 20 m, aby nie uszkodzić filtra i w następstwie nie zapiaszczyć studni.

Jeżeli wydajność jednej studni wierconej jest niewystarczająca, a warstwa wodonośna jest obfita i czynne zwierciadło wody znajduje się niezbyt głęboko od powierzchni (około 12 m), to wówczas buduje się kilka studzien wierconych, które są studniami zasilającymi. Studnie te łączy się przewodami lewarowymi do studni zbiorczej, skąd dopiero czerpie się wodę.





Rys. 6.

Na rys. 6 przedstawiony jest schemat 4 studzien zasilających. W środku znajduje się studnia zbiorcza, której dno znajduje się o 10 m głębiej od rury lewarowej. Lewar ułożony jest możliwie pod zwierciadłem wody gruntowej z małym wzniesieniem w stronę studni zbiorczej; jest on opuszczony w studnię zbiorczą jak najgłębiej i na końcu zaopatrzony w zasuwę. Rura ssawna zakończona smokiem znajduje się powyżej wylotu rur lewarowych, gdyż w ten sposób po wypompowaniu zapasu wody zwierciadło jej nie opadnie poniżej smoka i nie odstąpi wylotów lewaru, a więc do lewaru nie przedostanie się powietrze.

Lewar musi być bardzo szczelny, aby nie dostawało się do niego powietrze. Wysokość wzniesienia wody w rurze lewarowej dochodzi najwyżej do 7,0 m.

Ruch wody w lewarze jest wywołany różnicą poziomów wody w studni zbiorczej i zasilających.



Każdą studnię zasilającą można wyłączyć od lewara przez zamknięcie zasuw na odgałęzieniu lewara do danej studni zasilającej.

Aby uruchomić urządzenie lewarowe, lewar musi być zalany wodą, lub powietrze musi być z niego wysane, a wtedy dopiero nastąpi dopływ wody ze studzien zasilających do studni zbiorczej. Ponieważ do lewara może wraz z wodą, lub przez nieszczelności, dostać się pewna ilość powietrza, które zbiera się w najwyższym miejscu lewara i zamyka przepływ wody, stosowany jest specjalny przyrząd, służący do usuwania tego powietrza.

Przy małych urządzeniach lewarowych można nagromadzone powietrze wysać pompą ręczną i to z chwilą, gdy zauważymy zmniejszanie dopływu wody do studni zbiorczej.

Przy wielkich urządzeniach lewarowych stosuje się specjalne pompy próżniowe o napędzie mechanicznym, które pracują automatycznie, gdy stan próżni przekroczy ustalone granice dla danej instalacji.

Lewary mogą mieć długość paruset metrów, jednak muszą być bardzo dokładnie i starannie wykonane oraz ułożone na podłożu stałym, aby nie było nierównomiernego osiadania poszczególnych rur, co powodowałoby nieszczelności w miejscach ich połączeń, przez które powietrze przedostałoby się do lewara.

## b) Studnie zbiorcze.

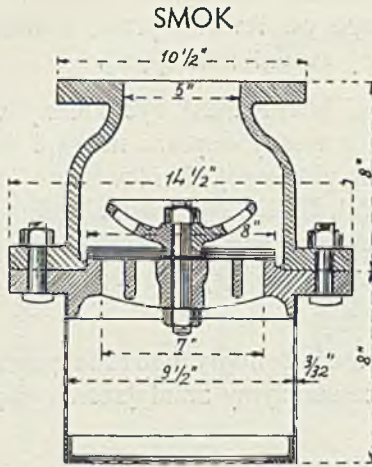
Studnię zbiorczą, jak widzimy z *rysunków 2, 3, 4 i 6*, nazywamy taką studnię, z której czerpiemy, tj. przepompowujemy do zbiorników, już odstałą wodę, doprowadzoną do niej ze źródła wody. W studni tej są umieszczone przewody ssawne, a często, jeżeli studnie te znajdują się w pobliżu pompowni lub wieży ciśnień, umieszczane są w nich również pompy (np. pulsometry, pompy Worthington'a itp.).

Studnie zbiorcze w odróżnieniu od studzien kopanych, które są studniami zasilającymi, posiadają dna murowane, nieprzepuszczalne dla wody gruntowej.

## c) Przewód ssawny.

Między studnią zbiorczą i pompą jest przewód ssawny ułożony zwykle z rur żeliwnych kielichowych. Sposób umieszczenia tego przewodu w studni pokazany jest na *rys. 2, 3 i 4*, przy czym w studni zawieszają się rury żeliwne kołnierzowe.

Przewód ssawny układany jest w ziemi, z jednostajnym spadkiem od pompy w stronę studni, na głębokości najmniej 1,5 m od powierzchni gruntu dla uniknięcia zamarzania, lub głębiej w zależności od warunków miejscowych terenu.



Rys. 7

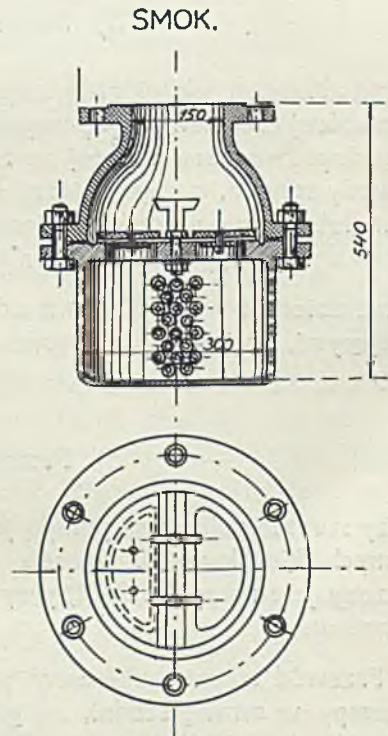
Na końcu przewodu ssawnego umieszczony jest kosz ssawny (smok) z klapą zwrotną (zwaną inaczej zaworem wylotowym lub stopowym) ze skóry lub w postaci brązowego grzybka, kłapy, a nawet gumowej kuli — rys. 7 i 7a. Sito stosowane jest z blachy cynkowej lub żeliwne. Powierzchnia otworów dwa razy większa jak przekroju rury ssawnej. Smoki do studzien wierconych są nieco odmiennej budowy i posiadają wymiary odpowiednie do średnicy studzien. Przed puszczeniem w ruch, pompa i rura ssąca powinny być napełnione

wodą. Przy napełnianiu woda zamyka ten zawór i w ten sposób utrzymuje się w rurze słup wody, który wypycha z przewodu powietrze poza komorę ssawną pompy.

Przewód ssawny posiada średnicę odpowiednią do swojej długości i do wydajności pompy, zwykle o 1" (25 mm) większą od przewodów tłocznych. Długość przewodu ssawnego na ogół nie przekracza 50 m. Długie przewody wymagają ustawienia powietrzników ssawnych bez których praca pomp jest nieprawidłowa.

Szczelność ułożonego przewodu sprawdza się ciśnieniem wodnym do 10 atm, a strzałka manometru nie powinna przy tym opadać w przeciagu najmniej 15 minut.

Najczęściej spotykamy na P. K. P. przewody średnicy od 125 do 300 mm.

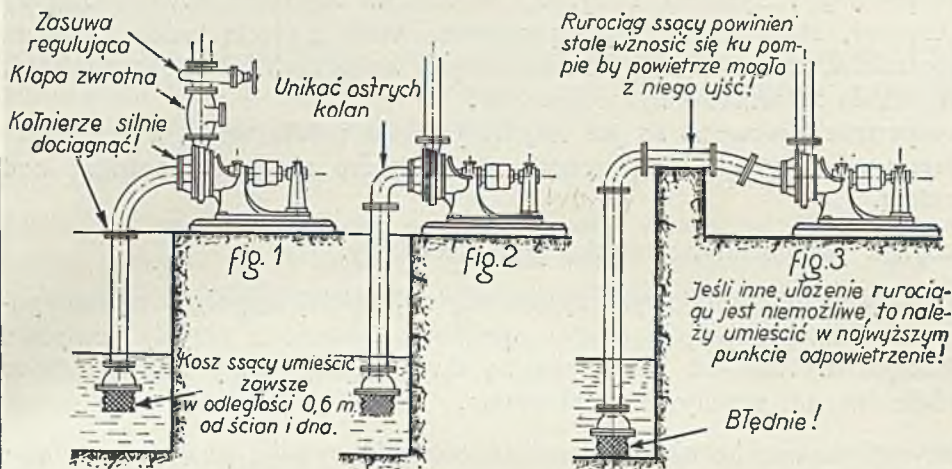


Rys. 7a



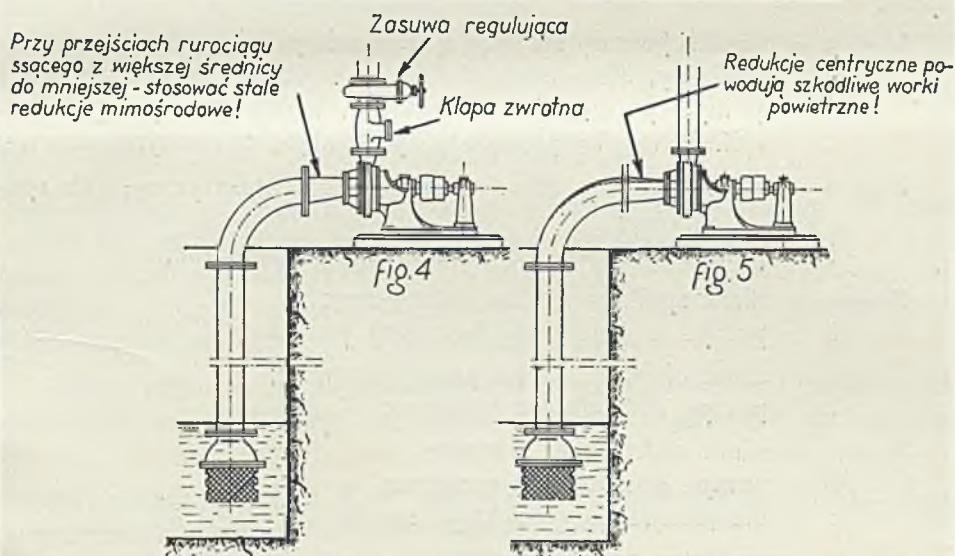
Ustawienie właściwe.    Ustawienie błędne.

Ustawienie błędne.



Ustawienie właściwe.

Ustawienie błędne.



Rys. 8

Na rys. 8 przedstawione jest właściwe i błędne zmontowanie przewodu ssawnego o jednolitej średnicy oraz o średnicy zredukowanej przy połączeniu z pompą odśrodkową.

Zaznaczone błędy powodują złą pracę pomp, a nawet przerwy w ruchu.

Jeżeli w studni zainstalowano dwa przewody ssawne do dwóch zespołów pompowych, to często są one ze sobą połączone, aby można było nimi pracować na przemian. W tym przypadku na przewodach ssawnych zaraz za kolanem powinna być wstawiona zasuwka, aby każdy z przewodów mógł być wyłączany.

#### d) Pompownie.

Pompownią nazywamy budynek, w którym są zainstalowane zespoły pompowe, służące do przepompowywania wody z ujęcia źródła wody do zbiorników, umieszczonych na naturalnych wznieszeniach lub wieżach ciśnień, lub też do zbiorników hydroforowych.

Pompownie budowane są jak najbliżej ujęcia źródła wody, a jeżeli źródłem wody jest studnia (artezyska) to często nawet są stawiane nad studnią.

Budynek pompowni najczęściej jest murowany.

W pompowniach kolejowych spotykamy najczęściej zespoły pompowe parowe, rzadziej zespoły pompowe spalinowe i wreszcie zespoły pompowe elektryczne. Również stosowane są dwa zespoły pompowe o różnym źródle energii, pracujące na przemian.

Ze względu na charakter urządzeń wodociągowych spowodowany warunkami lokalnymi lub względami specjalnymi, jak również w zależności od czasu ich powstania, zespoły pompowe przedstawiają na ogół kilka typów:

- 1 — a — kocioł parowy stojący, syst. Lachapelle'a, albo płomiennorurkowy, stanowiący źródło energii;  
b — pompa parowa Worthington'a, która jest pompą dwucylindrową, bezpośrednio sprzęgniętą z maszyną parową;
- 2 — a — silnik parowy lokomobilowy, silnik elektryczny, lub spalinowy;  
b — pompa tłokowa lub nurnikowa transmisyjna;
- 3 — a — silnik spalinowy albo elektryczny;  
b — pompa odśrodkowa (wirowa) pozioma;
- 4 — a — silnik elektryczny na pionowym wale;  
b — pompa odśrodkowa pionowa;
- 5 — a — silnik elektryczny poziomy;  
b — pompa odśrodkowa pozioma;  
c — urządzenie do głębokiego ssania;
- 6 — wodociąg pneumatyczny;  
a — silnik elektryczny lub spalinowy;  
b — pompa odśrodkowa;  
c — sprężarka powietrzna z napędem elektrycznym, spalinowym, a nawet parowym, do sprężania powietrza w zbiornikach (często także w zastosowaniu do pomp „Mamut“, jeżeli są takie zainstalowane);
- 7 — a — silnik elektryczny albo spalinowy lub też parowy (lokomobilowy);  
b — pompa żerdzinowa;
- 8 — silnik elektryczny bezpośrednio sprzęgnięty z pompą odśrodkową głębinową, zanurzone razem w studni wierconej poniżej najniższego poziomu lustra wody.



**Tablica I** przedstawia pompownię w 4 przekrojach z pokazaniem ustawionych zespołów pompowych i kotłów parowych oraz wzajemne ich usytuowanie.

Widzimy też komunikację rur wodnych ssawnych i tłocznych wraz z powietrznikiem ssawnym i tłocznym, oraz komunikację rur parowych z przyrządami zasilającymi (inżektorami).

Przy pompowni znajduje się także mieszkanie maszynisty.

Nadmienić należy, że tam, gdzie w pompowniach są kotły parowe bardzo często, ze względów zdrowotnych, urządzone są łazienki z wannami i natryskami dla użytku pracowników kolejowych i ich rodzin.

O wielkości urządzenia możemy urobić sobie pojęcie z rozmiarów podanych w „objaśnieniu“.

**Tablica II** przedstawia zamiast oddzielnego budynku pompowni wieżę ciśnień, w której na parterze umieszczono zespoły pompy. Takie instalacje, zwykle znajdujące się na małych stacjach, były dawniej budowane w tych przypadkach, kiedy źródło wody znajdowało się w obrębie stacji. Obecne przepisy kotłowe nie pozwalają instalować kotła parowego w pomieszczeniu nakrytym sklepieniem trwałym.

### e) Przewód tłoczny.

Przewód tłoczny ułożony jest pomiędzy pompą i zbiornikiem. W ziemi układa się go zwykle z rur żeliwnych kielichowych, natomiast w pompowni i wieży ciśnień (hydroforni) używa się rur kołnierzowych. Aby woda w nim nie zamarzła przewód ten ułożony jest na głębokości nie mniejszej jak 1,50 m od powierzchni ziemi.

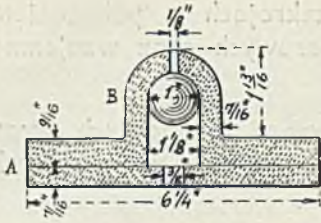
Profil podłużny tego przewodu odpowiadać powinien ogólnemu charakterowi profilu gruntu. Krótkich wzniesień i spadków nie uwzględnia się.

Przewody tłoczne na P. K. P. spotykamy niejednokrotnie bardzo długie — wynoszą bowiem nawet kilka kilometrów.

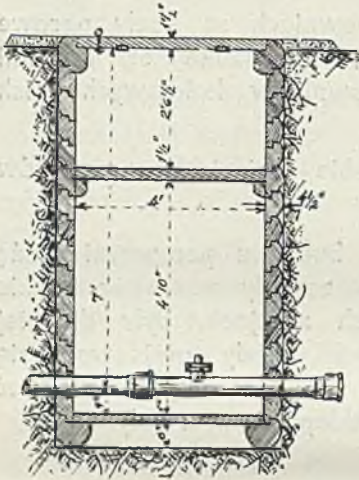
Na przewodach powietrznych przy pompie najczęściej widzimy ustawiony powietrznik tłoczny. Objętość powietrza w powietrzniku tłocznym jest kilkakrotnie większa od objętości cylindra pompy. Im dłuższy jest przewód tłoczny, tym większa powinna być objętość powietrza w powietrzniku.

Jak jest umieszczony powietrznik ssawny i tłoczny widzimy na **tablicy I**. Na powietrznikach są umocowane kurki probiercze, a często oprócz tego wodowskaz oraz manometr.

Na załamaniach przewodu w płaszczyźnie pionowej (wzniesienie — spadek) w najwyższych punktach przewodów ustawione są odpowietrzniki dla odprowadzania na zewnątrz rur powietrza wydzielającego się z wody, które zbierać się może w długich przewodach.



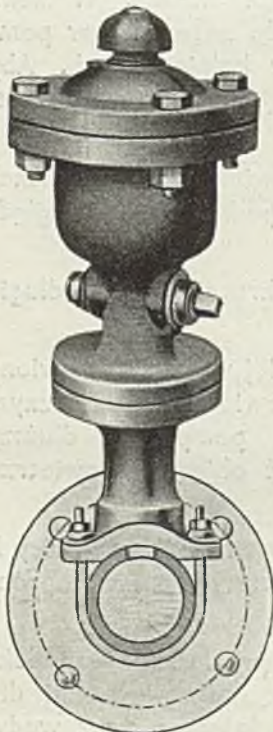
Rys. 9



Rys. 10

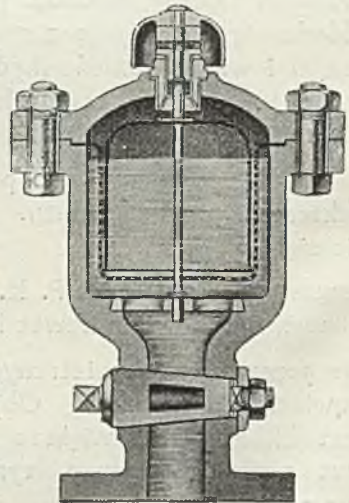
Odpowietzniki te są najrozmaitszej konstrukcji.

Na rys. 9 pokazany jest odpowietznik samoczynny, z zaworem kulowym metalowym wewnątrz pustym. W górnej jego części zbiera się powietrze, które, będąc w nadmiarze, wycisnie z tej przestrzeni wodę do przewodu. Gdy poziom wody obniży się na tyle, że woda nie będzie utrzymywać tego zaworu-pływaka w położeniu górnym, zamykającym otwór wypustowy dla powietrza, to pływak własnym ciężarem opadnie i odsłoni otwór wypustowy. Przez otwór wypustowy wyjdzie tyle powietrza nadmiernego, aż do przestrzeni górnej odpowietznika wejdzie taka ilość wody, która uniesie pływak w położenie najwyższe, tj. zamykające otwór wypustowy. Na rys. 10 przedstawiona jest studzienka drewniana, przez którą przechodzi przewód tłoczny a na nim ustawiony jest odpowietznik typu pokazanego na rys. 9. Obecnie studzienki dla osprzętu rur wodociągowych buduje się murowane lub betonowe.



Rys. 11

Na rys. 11 przedstawiony jest widok zewnętrzny, a na rys. 12 przekrój wzdłuż osi pionowej samoczynnego zaworu iglicowego z pływakiem, tj. odpowietznika do usuwania powietrza z przewodów wodnych o konstrukcji więcej skomplikowanej niż odpowietznik pokazany na rys. 9, lecz bardziej niezawodnej w działaniu.



Rys. 12

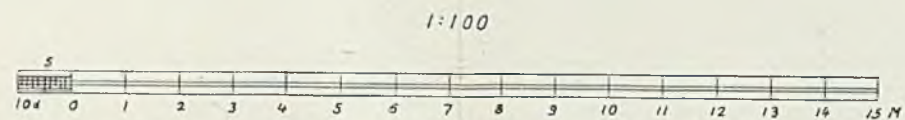
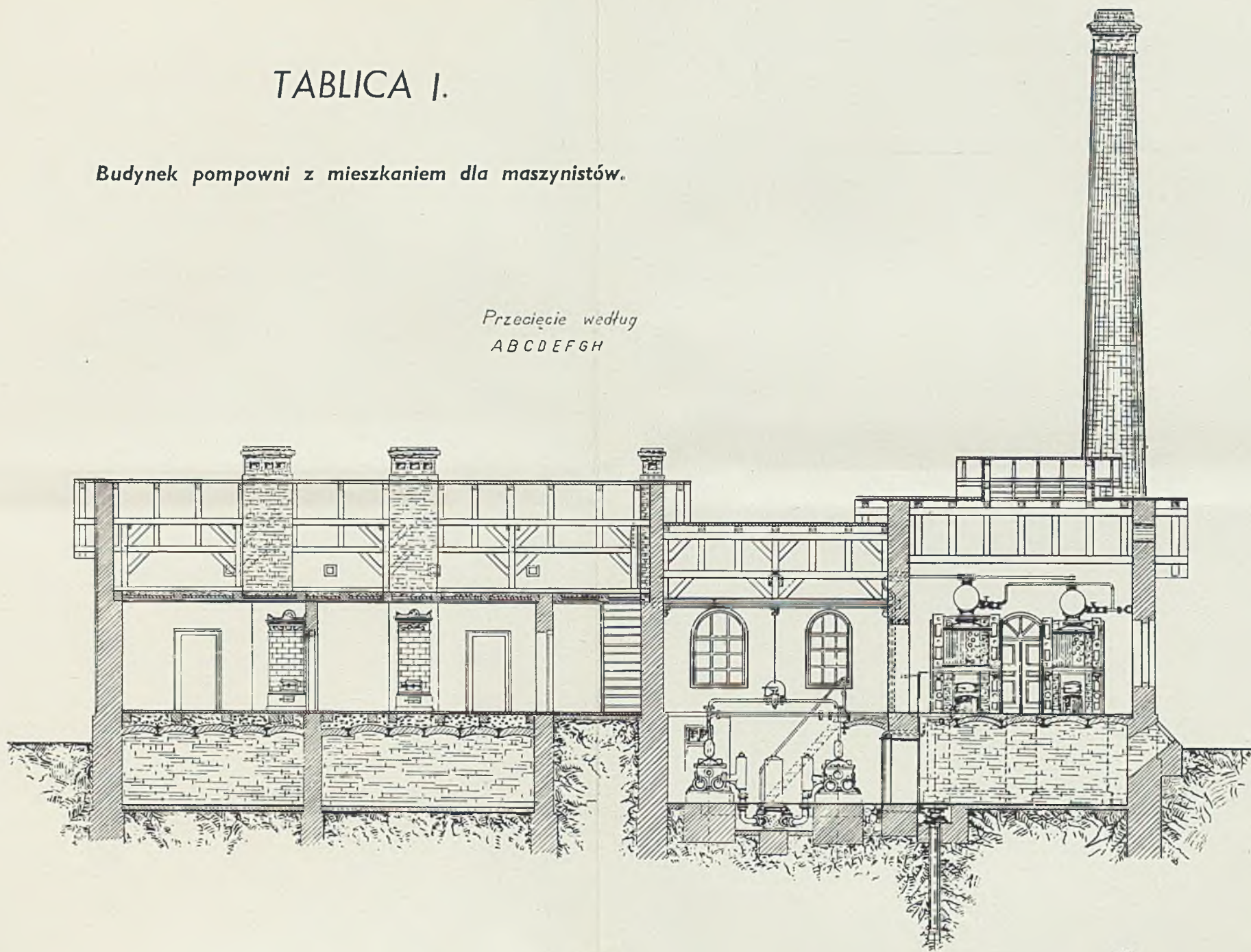
Na załamaniach przewodu w płaszczyźnie pionowej (spadek-wzniesienie), w najniższych punktach przewodów spotykamy wmontowane garnki osadnikowe, tzw. błotniki lub szlamiki do okresowego odmulaniania przewodów z mułu i błota, które razem z wodą dostało się do przewodów.



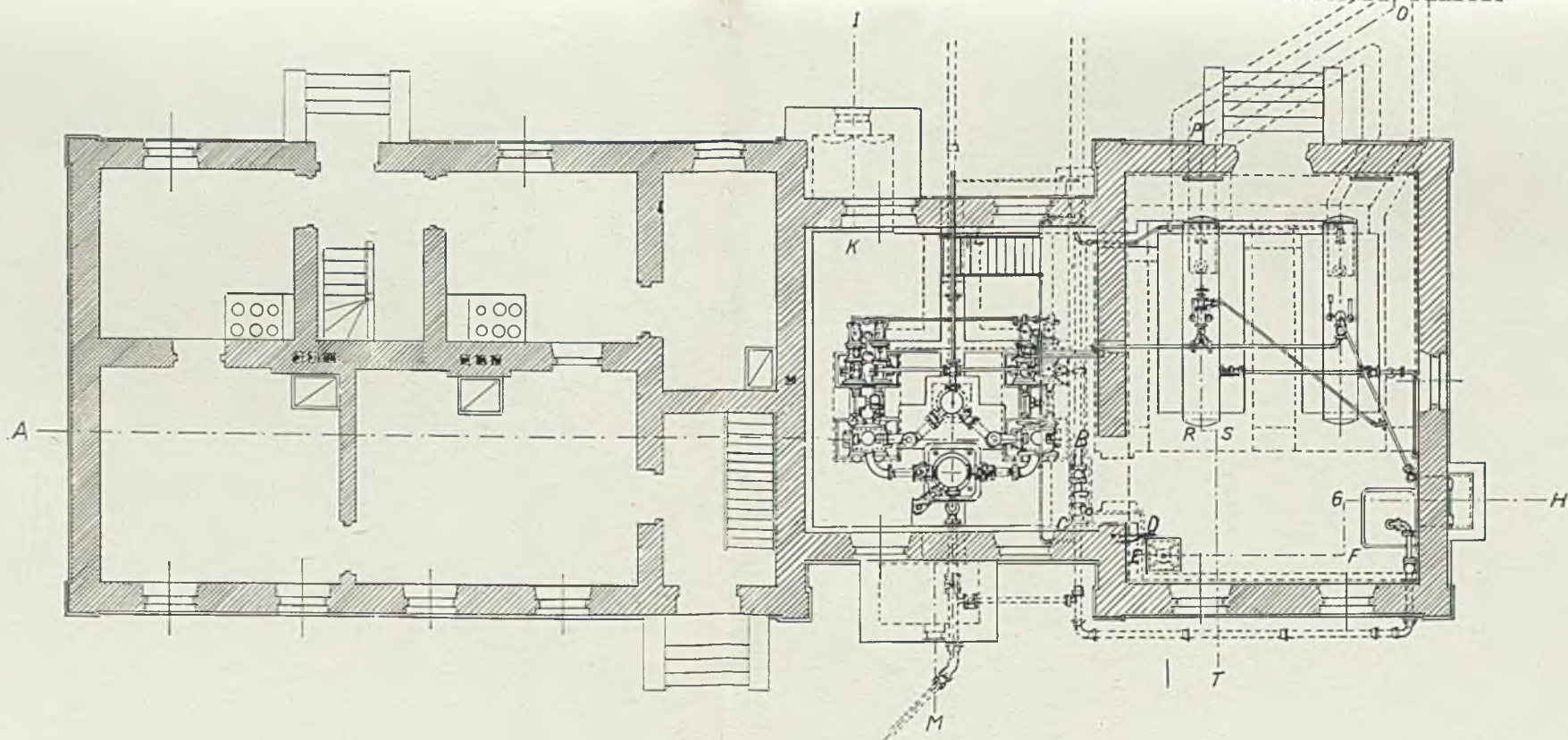
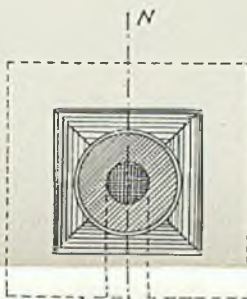
# TABLICA I.

Budynek pompowni z mieszkaniem dla maszynistów.

Przecięcie według  
ABCDEFGHIH



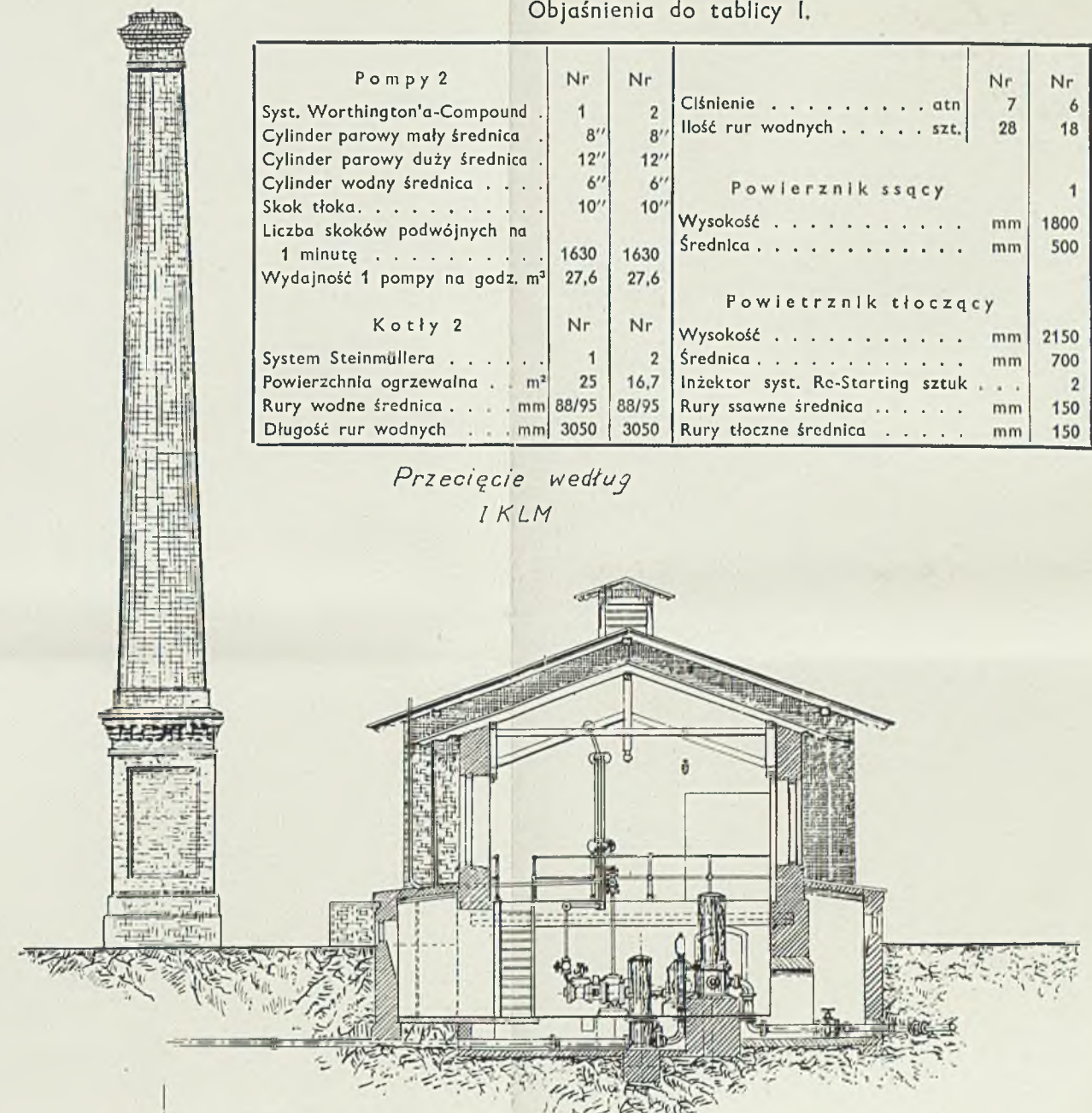
Plan



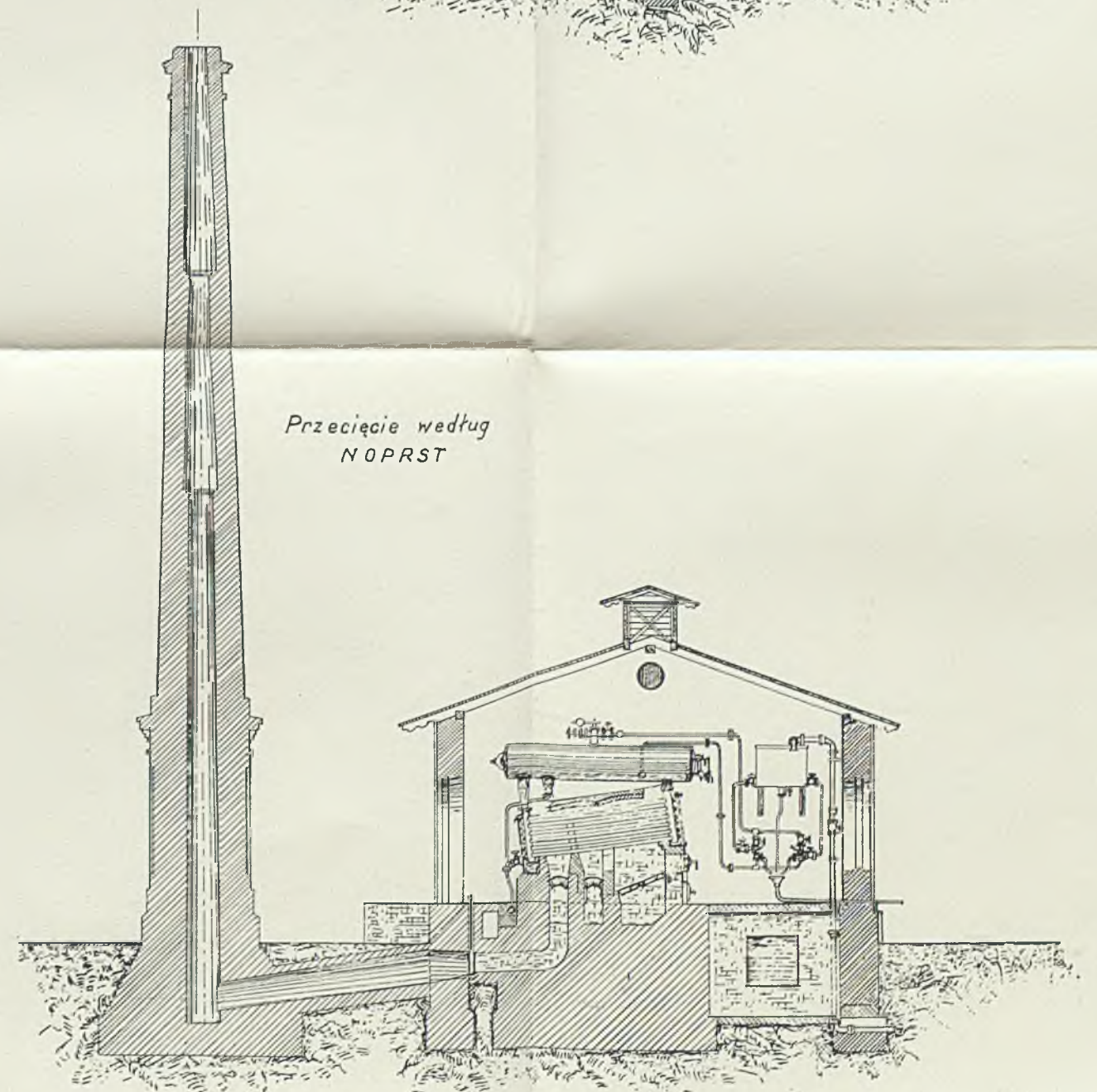
Objaśnienia do tablicy I.

Pompy 2		Nr	Nr		Nr	Nr
Syst. Worthington'a-Compound	1	2	Clśnienie . . . . . atn	7	6	
Cylinder parowy mały średnica . . . . .	8"	8"	Ilość rur wodnych . . . . . szt.	28	18	
Cylinder parowy duży średnica . . . . .	12"	12"				
Cylinder wodny średnica . . . . .	6"	6"				
Skok tłoka . . . . .	10"	10"				
Liczba skoków podwójnych na 1 minutę . . . . .	1630	1630				
Wydajność 1 pompy na godz. m <sup>3</sup>	27,6	27,6				
Kotły 2		Nr	Nr		Nr	Nr
System Steinmüllera . . . . .	1	2	Wysokość . . . . . mm	2150		
Powierzchnia ogrzewalna . . . . . m <sup>2</sup>	25	16,7	Średnica . . . . . mm	700		
Rury wodne średnica . . . . . mm	88/95	88/95	Injektor syst. Re-Starting sztuk . . . . .	2		
Długość rur wodnych . . . . . mm	3050	3050	Rury ssawne średnica . . . . . mm	150		
			Rury tłoczne średnica . . . . . mm	150		

Przecięcie według  
IKLM



Przecięcie według  
NOPRST

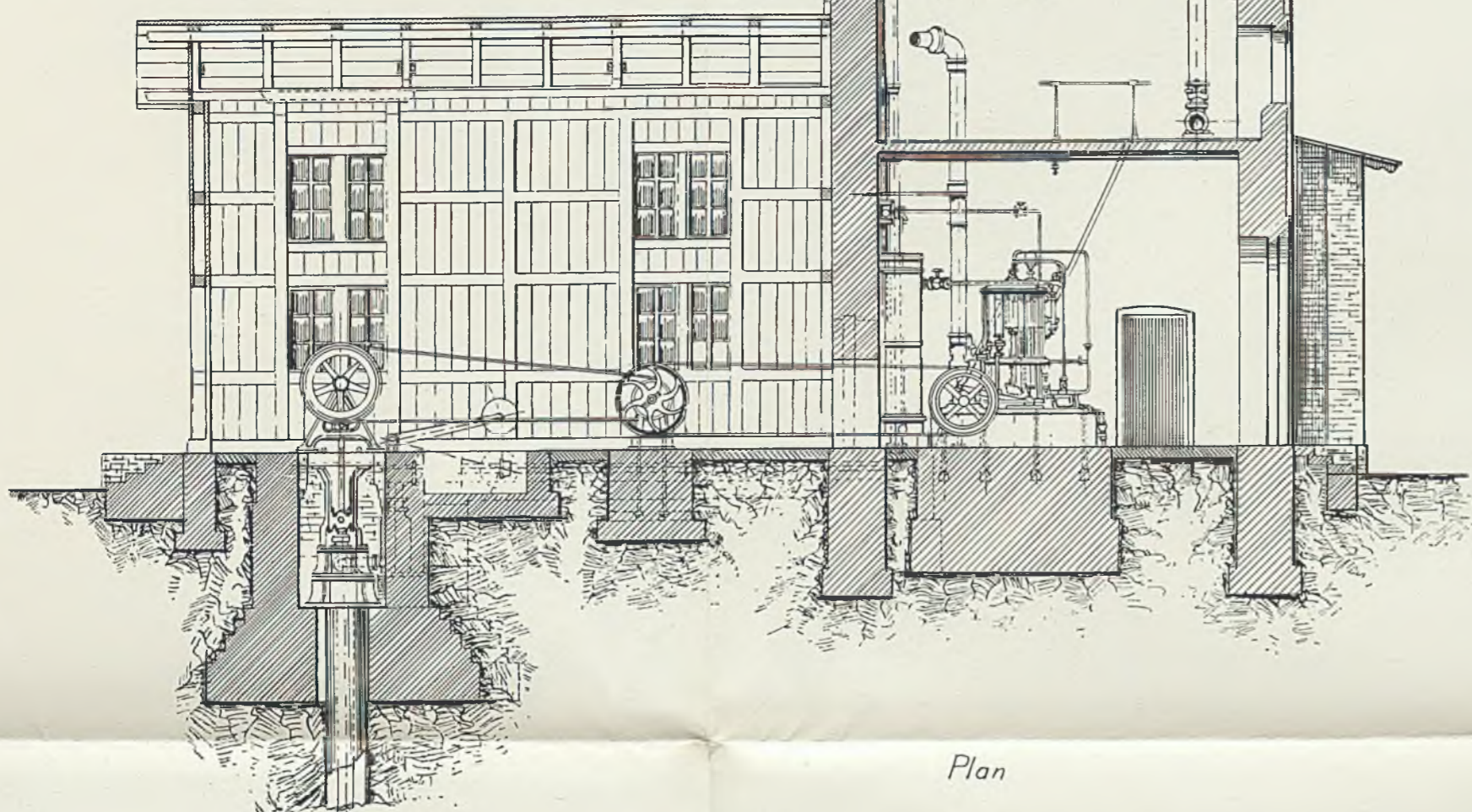




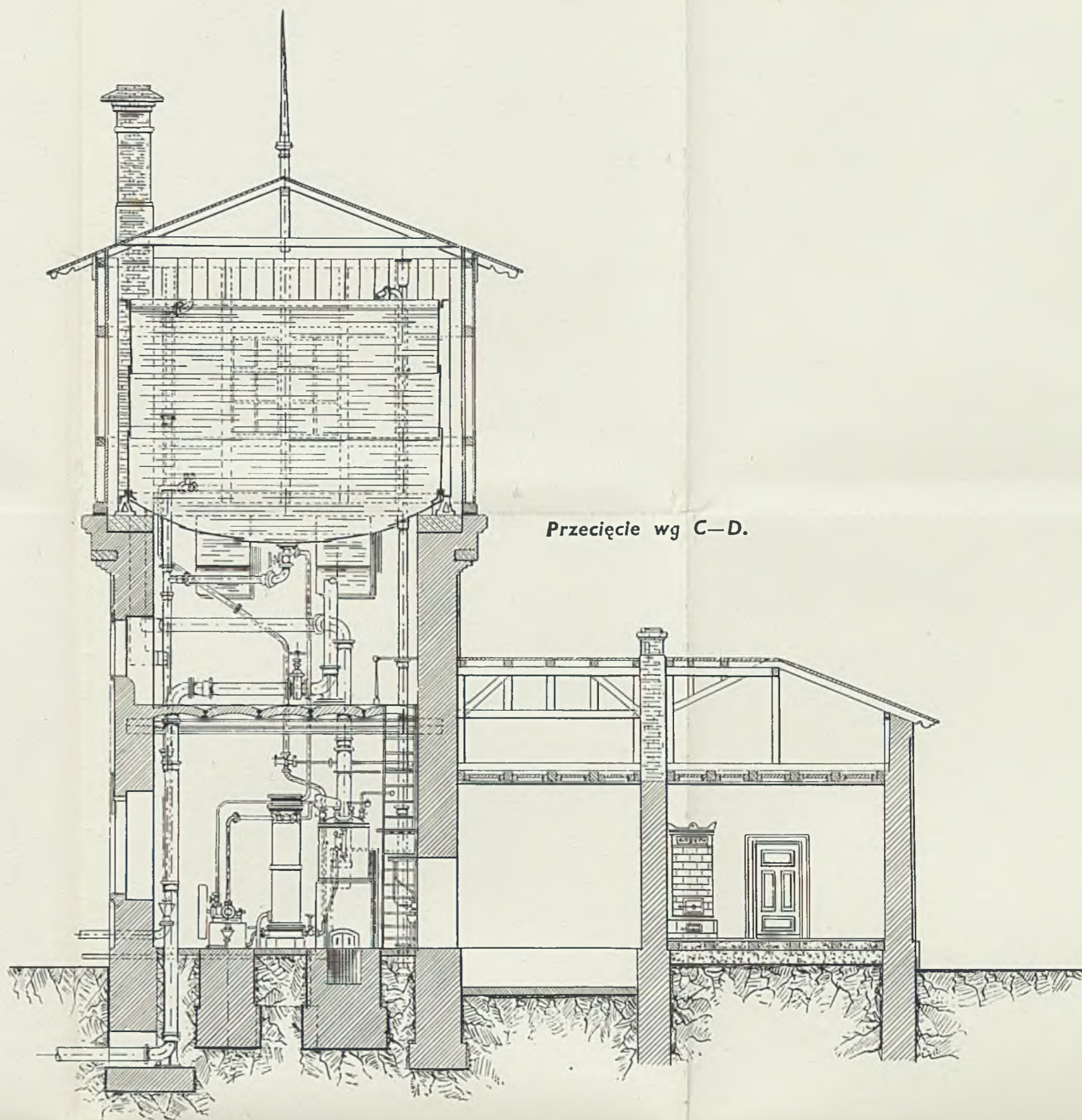
# TABLICA II.

Wieża ciśnień  
murowana z 1 żelaznym zbiornikiem.

Przecięcie wg A—B.



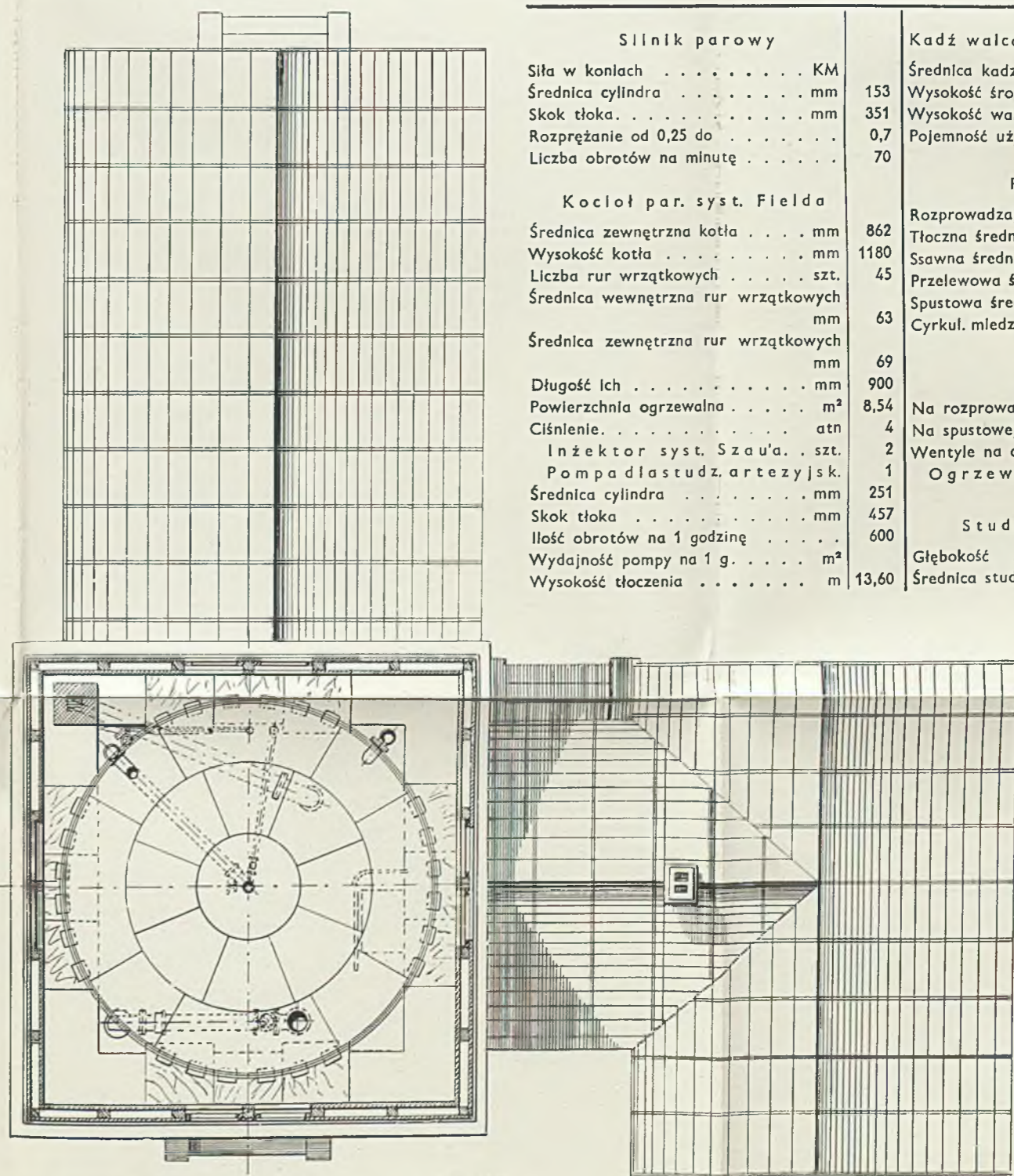
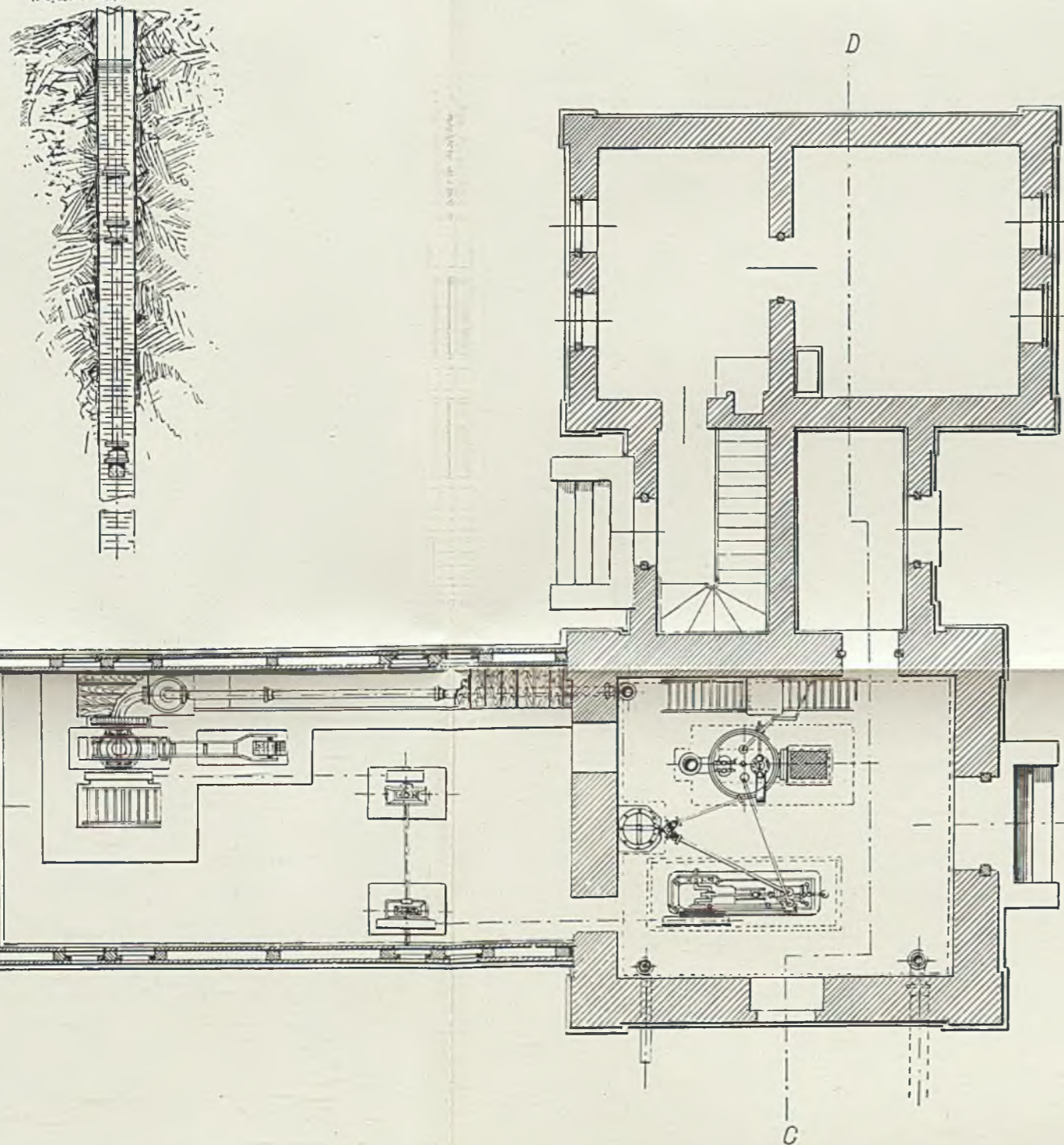
Przecięcie wg C—D.



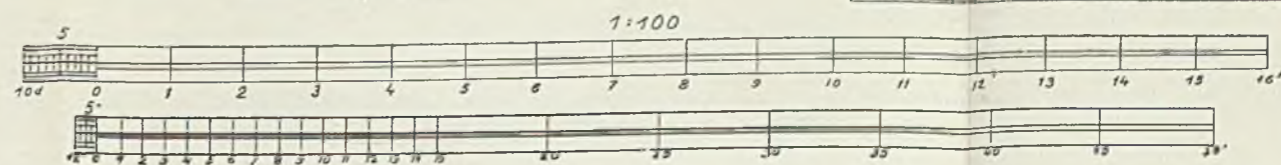
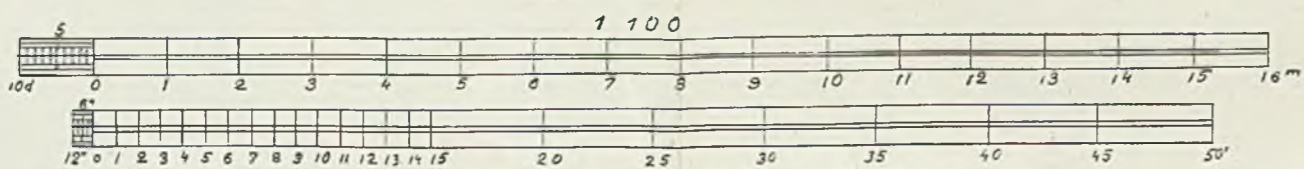
Plan

Plan zbiornika

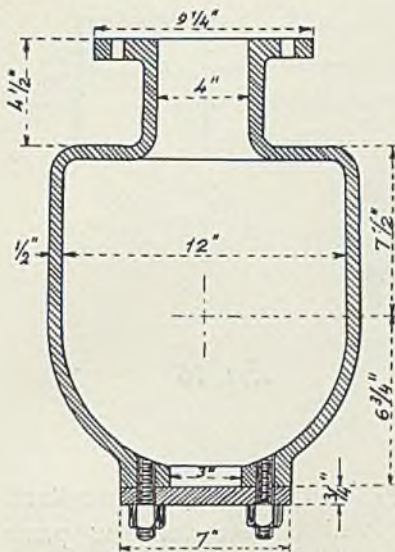
Objaśnienia do tablicy II.



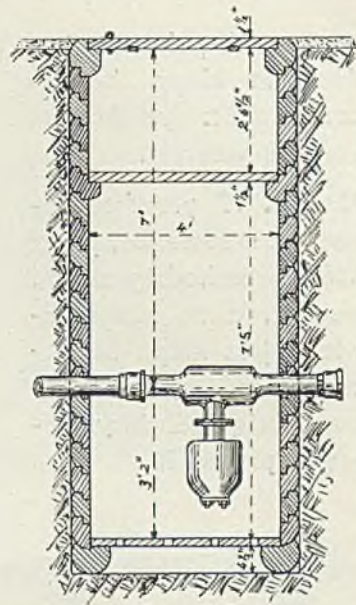
Silnik parowy		Kadz walcowa o dnie kulistym	
Sila w koniach	70	Średnica kadzi	6507
Średnica cylindra	153	Wysokość środkiem kadzi	5105
Skok tłoka	351	Wysokość walca kadzi	4270
Rozprężanie od 0,25 do	0,7	Pojemność użyteczna	141,64
Liczba obrotów na minutę	70		
Kocioł par. syst. Fielda		Rury	
Średnica zewnętrzna kotła	862	Rozprowadzająca średnica wewn.	229
Wysokość kotła	1180	Tłoczna średnica wewnętrzna	127
Liczba rur wrzątkowych	45	Ssawna średnica wewnętrzna	127
Średnica wewnętrzna rur wrzątkowych	63	Przelewowa średnica wewn.	102
		Spustowa średnica wewn.	102
		Cyrkul. międz. od ogrzewacza	50
		Zasuwy	
Długość icht	900	Na rozprawdz. rurze $\varnothing$ 229	1
Powierzchnia ogrzewalna	8,54	Na spustowej rurze	2
Ciśnienie	4	Wentyle na cyrkul. rur — 50 mm $\varnothing$	2
Injektor syst. Szau'a.	2	Ogrzewacz cyrkulac.	1
Pompa dla studz. artezyjsk.	1		
Średnica cylindra	251		
Skok tłoka	457		
Ilość obrotów na 1 godzinę	600		
Wydajność pompy na 1 g.	13,60		
Wysokość tłoczenia	13,60		
		Studnia artezyjska	
		Głębokość	37,650
		Średnica studni	24







Rys. 13



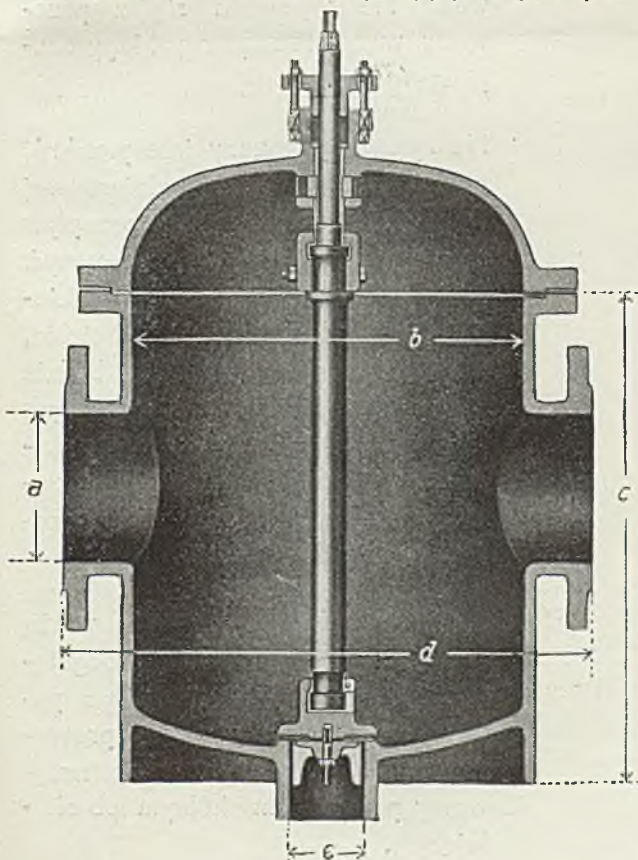
Rys. 15

Na *rys. 13* pokazany jest przekrój takiego garnka, z którego usuwa się zebrany muł przez odkręcenie dolnej pokrywy i zasunięcie jej oraz dokręcenie wówczas, kiedy wypływa już tylko czysta woda.

Na *rys. 14* pokazany jest przekrój nowszego typu błotnika z zaworem grzybkowym do usuwania zebranego mułu.

Na *rys. 15* przedstawiona jest studzienka, przez którą przechodzi przewód tłoczny, a na nim umocowany błotnik (szlamik) typu pokazanego na *rys. 13*.

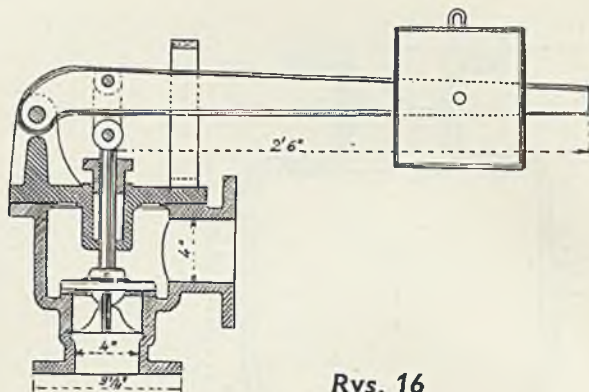
W przypadkach dużego ciśnienia pokonywanego przez pompę tłokową, kiedy jest możliwość przekroczenia ciśnienia dopuszczalnego dla danego przewodu tłoczego, ustawia się na tym przewodzie klapę bezpieczeństwa tak obciążoną, aby nadmiar wody przy tłoczeniu powodujący zwiększenie ciśnienia był wypuszczany na zewnątrz.



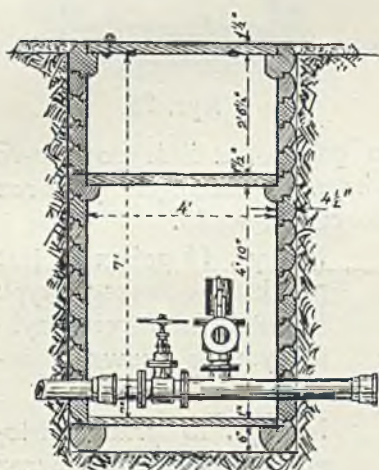
Rys. 14

Na rys. 16 pokazana jest dźwignia kłapy bezpieczeństwa z przekrojem korpusu wentyla.

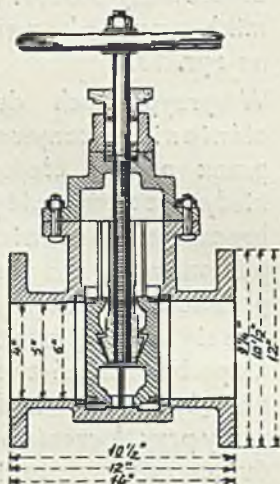
Na rys. 17 przedstawiona jest studzienka, przez którą przechodzi przewód tłoczny, a na nim ustawiona jest kłapa bezpieczeństwa, skierowana swoją osią podłużną w poprzek przewodu.



Rys. 16



Rys. 17



Rys. 18

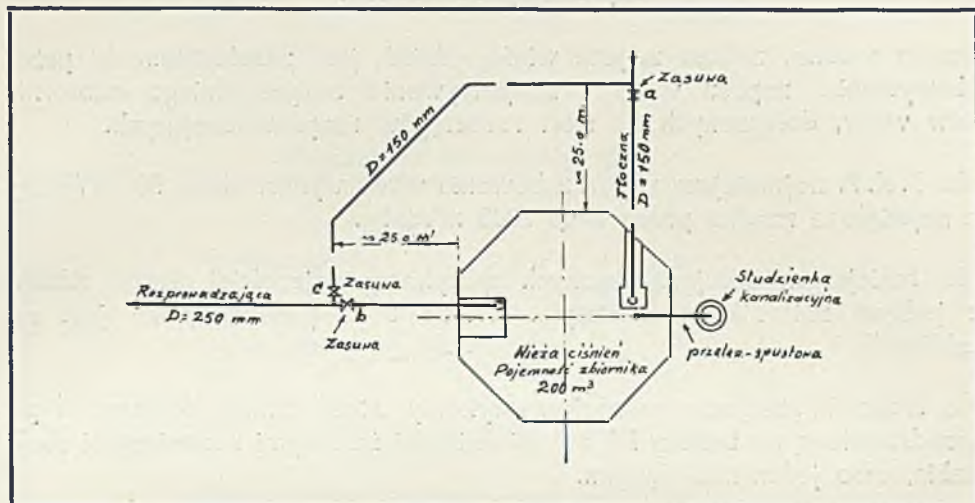
Na tymże rysunku przedstawiona jest również wstawiona w przewód zasuwa (śluz) wodna kołnierzowa, za pomocą której można odciąć część przewodu tłocznego od strony zbiornika, aby woda nie wylewała się z przewodu w czasie naprawy kłapy bezpieczeństwa.

Na rys. 18 pokazany jest przekrój takiej zasuwy wodnej kołnierzowej w pozycji zamykającej przepływ wody. Aby zasuwę taką otworzyć, należy kółko osadzone na wrzecionie otwierać w lewo, tj. od siebie, wówczas suwak (serce, klin) będzie się przesuwał wzdłuż wrzeciona w górę i w końcu schowa się całkowicie w górnej części kadłuba zasuwy, odsłaniając całkowicie prześwit przewodu.

Przewód tłoczny przed wieżą ciśnienia (lub hydrofornią) odgałęzia się w celu bezpośredniego połączenia z przewodem rozprowadzającym. To odgałęzienie nazywamy przewodem okólnym lub okalającym.



## Przewód okalający wieżę ciśnień.



Rys. 19

Na rys. 19 pokazany jest plan takiego przewodu.

Na wypadek uszkodzenia zbiornika w wieży ciśnień lub hydroforni można tłoczyć wodę bezpośrednio do sieci rozprowadzającej.

Oczywiście tak na przewodzie tłocznym, jak i rozprowadzającym, muszą być studzienki, a w nich odpowiednie zasuwy *a*, *b* i *c* w celu odpowiedniego połączenia przewodów i izolowania zbiorników.

Jeżeli w wieży ciśnień lub hydroforni jest więcej zbiorników niż jeden, a tylko jeden przewód tłoczny, to jest on odpowiednio połączony z tymi zbiornikami, aby można było tłoczyć wodę do któregośkolwiek zbiornika.

Przewód tłoczny jest ze zbiornikiem w wieży ciśnień najrozmaiciej połączony:

- (a) — albo wyprowadzony ponad zbiornik i woda wylewa się swobodnie do niego (*tablica II*),
- (b) — albo dołączony jest do dna zbiornika, więc woda jest wtłaczana do niego.

W tym przypadku taki przewód może także służyć jako przewód rozprowadzający, bezpośrednio zasilający odbiorniki wody.

## f) Wieża ciśnień lub urządzenie zastępujące działanie tejsze (hydrofornia).

Baszta wodna, zwana zwykle wieżą ciśnień, jest zasobnikiem do przechowywania zapasu wody i zaopatrywania bezpośredniego odbiorców wody, dołączanych do sieci rurociągów rozprowadzających.

Na P.K.P. najmniejsze zapotrzebowanie wody wynosi około 50 m<sup>3</sup>/dobę, a największe rzadko przekracza 2000 m<sup>3</sup>/dobę.

Na mniejszych stacjach wodnych spotykamy najczęściej wieżę ciśnień z jednym zbiornikiem żelaznym. Wieża taka przedstawiona jest na **tablicy II**.

Na średnich stacjach wodnych spotykamy wieżę ciśnień dawnego typu przedstawioną na **tablicy III** z 2 zbiornikami żelaznymi ustawionymi obok siebie, albo jeden nad drugim.

Wieże nowego typu są żelazobetonowe z 2 zbiornikami żelazobetonowymi, umieszczonymi współśrodkowo tj. jeden w drugim lub z 1 zbiornikiem podzielonym na dwie równe części.

Na **tablicy III** na przekroju **AB** widzimy między innymi wewnątrz wieży ciśnień dwa przewody tłoczne oddzielne od każdej pompy; na przekroju **CD** pokazany jest także przewód przelewowy z odgałęzzeniami do obu zbiorników oraz komunikacja rurowa pod zbiornikami przewodów spustowych i rozprowadzających.

W lewym zbiorniku jest zawieszony pływak na lince przerzuconej przez blok i przeprowadzonej do wskaźnika przesuwającego się po wodowskazie (tj. łacie z podziałką) i w ten sposób określającego objętość wody w zbiornikach.

Do wskazywania największego i najmniejszego stanu wody w zbiornikach stosowane są też urządzenia samoczynne, zazwyczaj sterowane elektrycznie, oddziałujące na pompę, tj. wstrzymując ją, gdy się kadź zaczyna przepełniać, i wznowiając jej pracę, gdy się poziom wody w kadzi obniży poza pewne granice.

Zwykle spotykamy żelazne zbiorniki (kadzie) cylindryczne, które mają dna wypukłe lub nawet półkuliste, gdyż takie są najoszczędniejsze pod względem wagi.

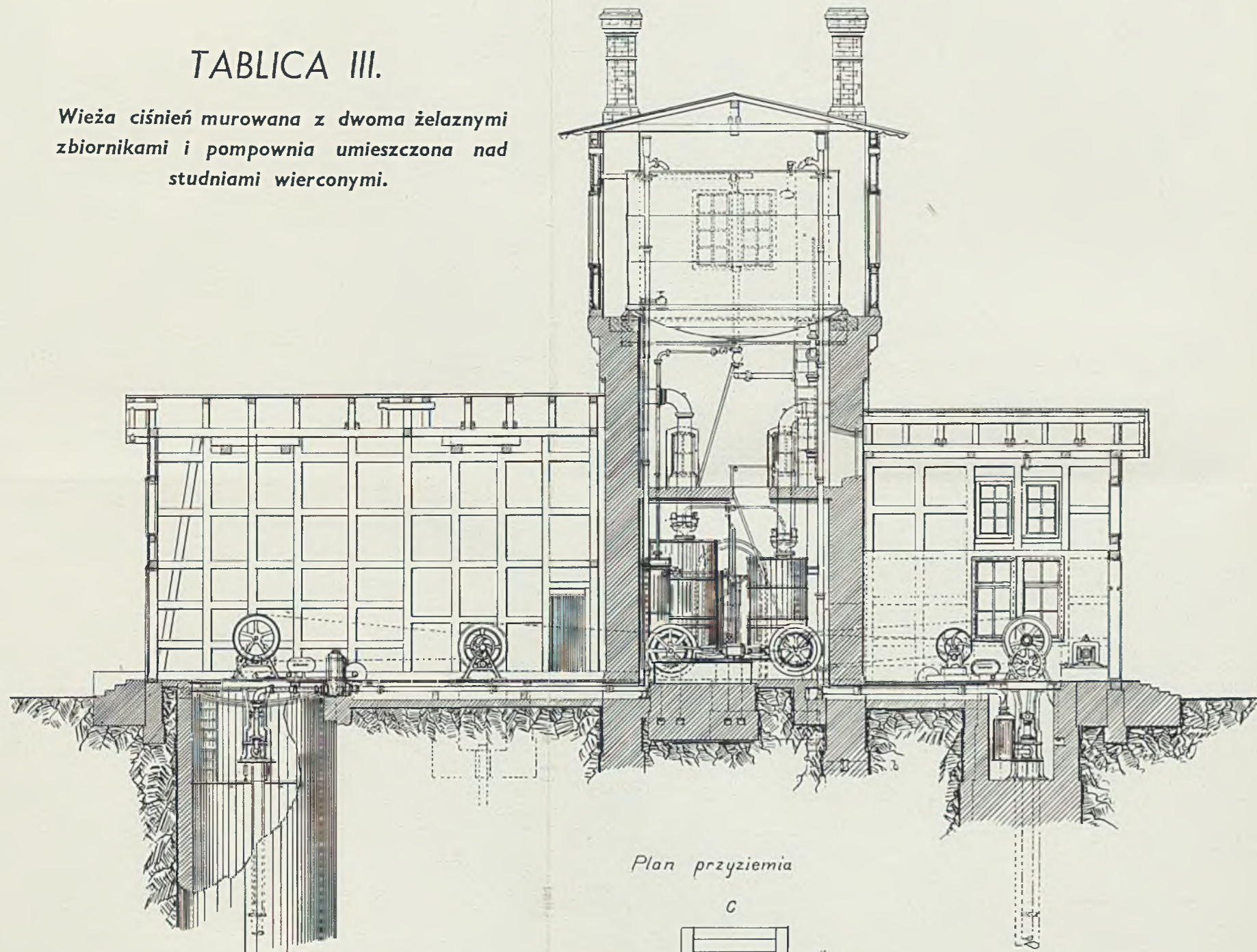
Wewnątrz wieży umieszczony jest fundament pod piec ogrzewczy oraz studzienka (piwnica) dla przeprowadzenia rurociągów i łatwiejszej ich konserwacji.

Jeżeli w pobliżu stacji znajduje się wzgórze, to zamiast wieży ciśnień buduje się w ziemi zbiornik terenowy (żelazobetonowy).



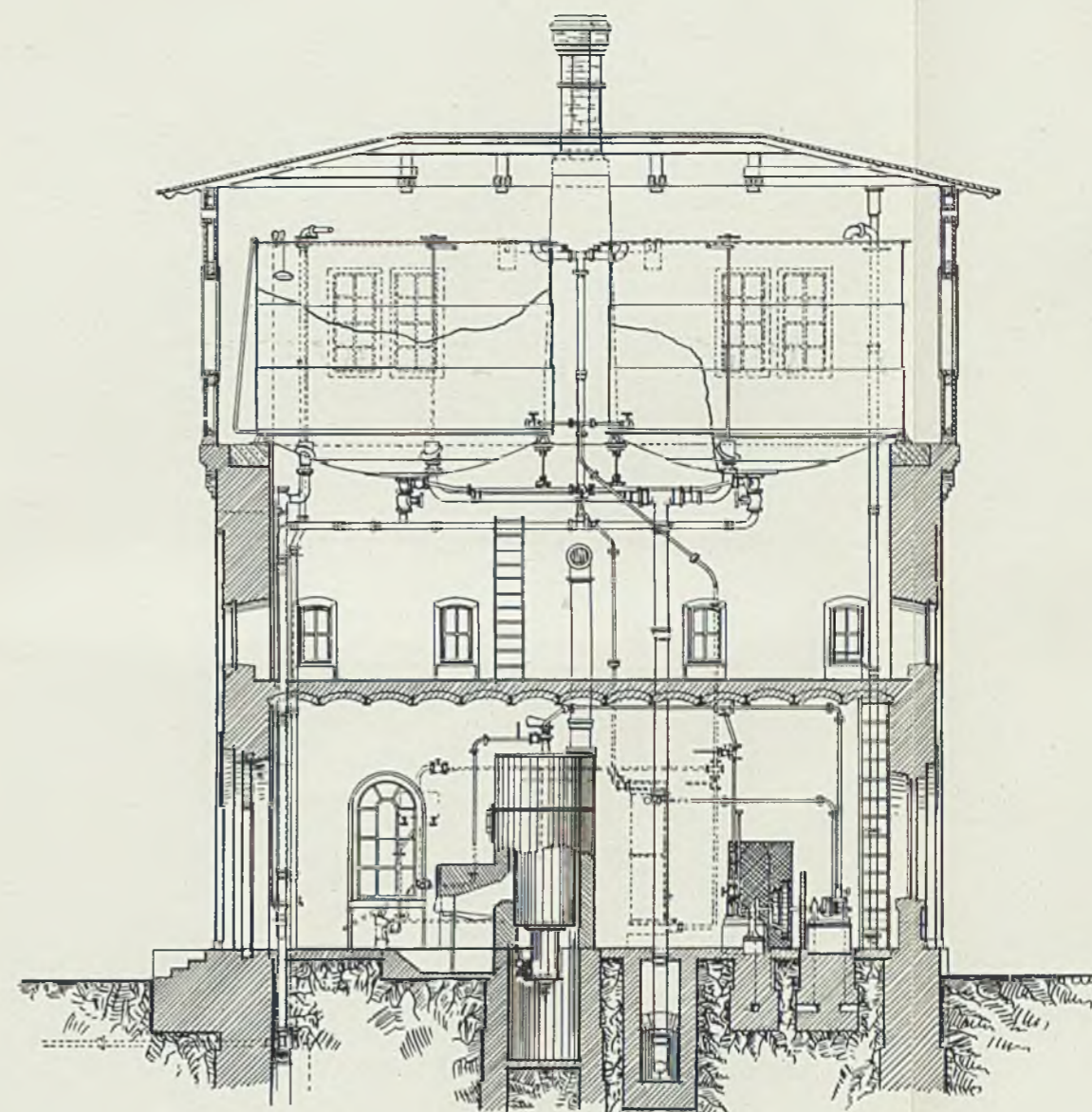
TABLICA III.

Wieża ciśnieniowa z dwoma żelaznymi zbiornikami i pompownią umieszczoną nad studniami wierconymi.

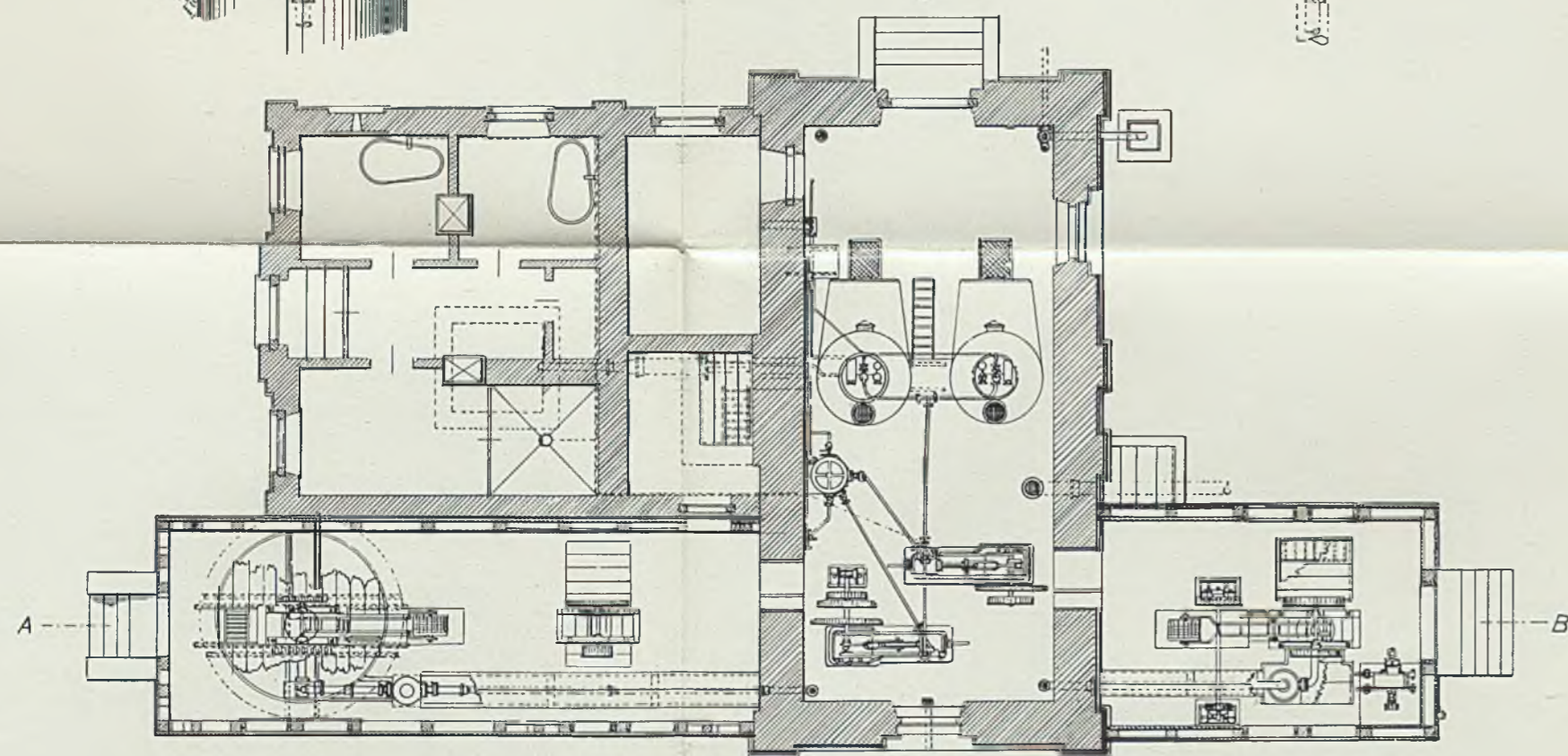


Plan przyziemia

C

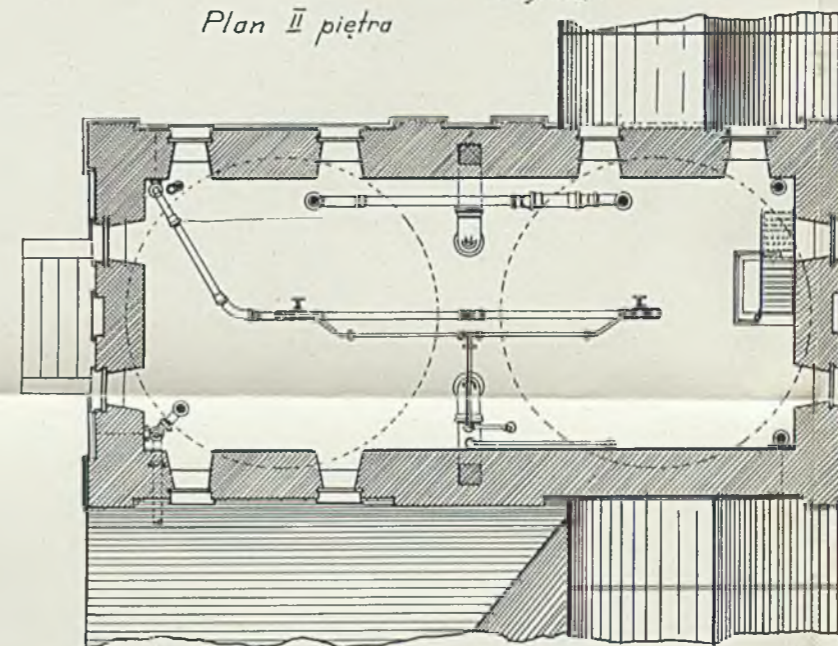
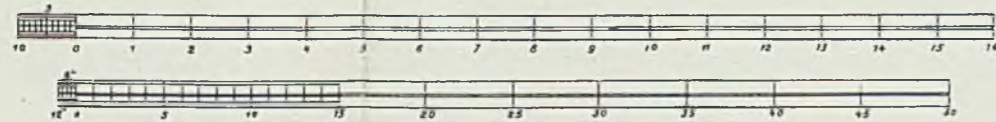


Plan II piętra

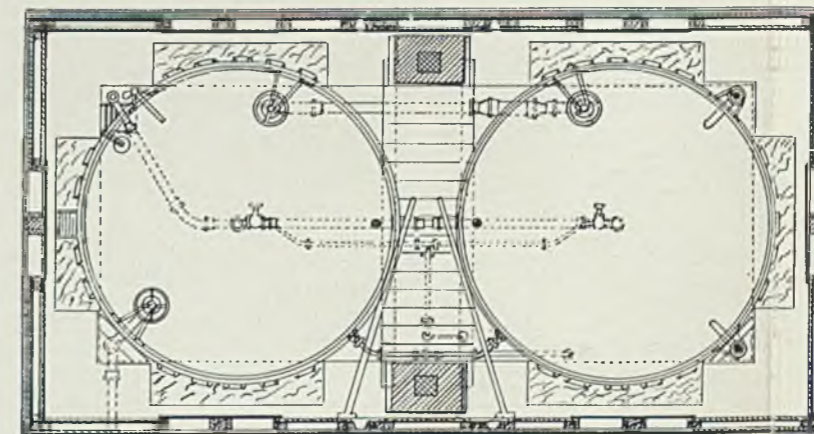


D

1:100



Plan zbiorników



Objaśnienia do tablicy III.

Maszyny parowe	Nr 1	Nr 2
Średnica cylindra . . . . . mm	210	210
Skok tłoka . . . . . mm	314	314
Rozprężanie . . . . .	0,45	0,45
Liczba obrotów na minutę . . . . .	45	75
Moc . . . . . KM	—	—

Kotły parowesyst. Dupuis:

Średnica zewnętrzna kotła . . . . . mm	1118	1118
Wysokość kotła . . . . . mm	2750	2250
Liczba płomieniówek . . . . .	18	16
Średnica zewnętrzna . . . . .	88	88
Długość ich . . . . .	2850	2350
Powierzchnia ogrzewalna . . . . . m <sup>2</sup>	16	12
Ciśnienie . . . . . atn	4	4

Pompy pojedynczego działania:

Średnica cylindra . . . . . mm	251	251
Skok tłoka . . . . . mm	457	457
Ilość obrotów na 1 godzinę . . . . .	360	360
Wydajność . . . . .	—	—

Dynamomaszyna:

Moc . . . . . KM	6,5	—
Napięcie prądu . . . . . Volt	110	—
Ilość obrotów na 1 minutę . . . . .	530	—
Powietrzniki . . . . . szt.	2	—
Injektory syst. Schau'a . . . . .	1	—
Ręczna pompka zasilaj. . . . .	1	—

Podgrzewacz wody . . . . .	Nr 1	Nr 2
	1	—

Kadź walcowa o dnie kulistym:

Średnica kadzi . . . . . mm	5490	5499
Wysokość walca kadzi . . . . .	3577	3577
Wysokość środkiem kadzi . . . . .	4340	4340
Pojemność użyteczna . . . . . m <sup>3</sup>	84,6	84,6

Rury:

Tłoczne od pompy Nr 1 w murowanej studni . . . . . ∅ mm	263
Tłoczne od pompy Nr 1 w budynku . . . . . ∅ mm	100
Tłoczne od pompy Nr 2 w studni artez. 610 mm . . . . . ∅ mm	263
Tłoczne od pompy Nr 2 w budynku . . . . .	76
Rozprowadzająca . . . . .	229
Spustowa . . . . .	100
Rozprowadzająca do parowozowni . . . . .	125

Studnia murowana Nr 1

Średnica górnego kręgu . . . . . mm	3350
Średnica dolnego kręgu . . . . . mm	1900
Głębokość . . . . . m	29,64

Studnia artezyjska

Średnica . . . . . mm	610
Głębokość . . . . . m	36,6



**Tablica IV** przedstawia wieżę żelazobetonową ze zbiornikami współrodkowymi żelazobetonowymi typu nowoczesnego, stosowanego na P. K. P.

Zasada wodociągu pneumatycznego polega na zastosowaniu zamiast otwartego zbiornika wody, umieszczonego powyżej odbiorników, dwóch oddzielnych szczelnie zamkniętych zbiorników — jednego z wodą, drugiego ze sprężonym powietrzem.

Ten ostatni służy właśnie jako zasobnik ciśnienia. Całe urządzenie ustawia się zwykle w ziemi (w piwnicy), co wpływa dodatnio na stałość temperatury wody. Ma to znaczenie zwłaszcza dla wody zdatnej do picia.

W większych urządzeniach ustawiane są całe grupy zbiorników (baterie) z wodą i powietrzem, aby poszczególne zbiorniki można było wyłączać z pracy w czasie ich rewizji, naprawy i malowania.

Hydrofory stosuje się w przypadku, kiedy wieża wodna daje za małe ciśnienie.

Nieodzowną częścią składową tego urządzenia, poza zespołem pompowym, jest również zespół sprężarkowy elektryczny lub spalinowy, a nawet zdarza się parowy (parowozowa pompa Westinghouse'a).

Zbiorniki z wodą, jak również zasobniki powietrzne, zaopatrzone są w osprzęt: zawory bezpieczeństwa, manometry, zawory zwrotne na rurach tłocznych, włączy do rewizji i czyszczenia zbiorników i kurki spustowe. Oprócz tego zbiornik z wodą posiada wodowskaz.

W przypadku zastosowania zespołów pompowych o napędzie elektrycznym, instalowane są w hydroforni przyrządy do samoczynnego włączania pomp, kiedy ciśnienie opadnie ponad miarę i wyłączania ich z pracy, kiedy ciśnienie osiągnie swoją najwyższą granicę.

W zbiornikach z wodą stosowane są samoczynne zawory, zapobiegające przedostaniu się powietrza ze zbiornika do sieci rur w razie zupełnego opróżnienia zbiornika.

Dawniej stosowane były dwa systemy wodociągu pneumatycznego: o zmiennym ciśnieniu w zbiorniku z wodą i o stałym ciśnieniu.

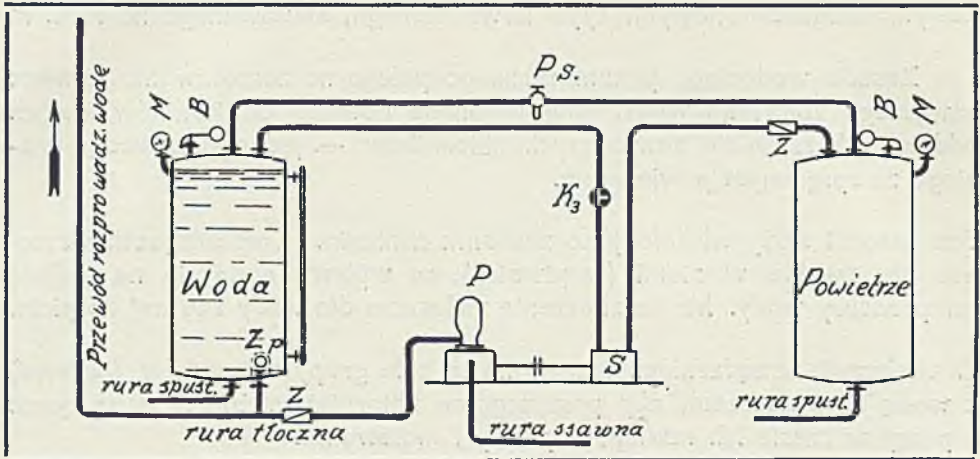
W pierwszym wypadku obydwie zbiorniki połączone są rurą bezpośrednio, w drugim — za pośrednictwem przylączki samoczynnego, miarkującego ciśnienie w zbiorniku z wodą.

Obecnie stosowane są też zbiorniki wodno-powietrzne zwykle poziome, które poza wspomnianym osprzętem muszą mieć wentyle samoczynne, zapobiegające przedostawaniu się wody do przewodów powietrznych.

Na **rys. 20** pokazany jest schemat najprostszego wodociągu pneumatycznego o stałym ciśnieniu.



## Schemat hydroforni.



Rys. 20.

Objaśnienia znaków:

- M** — manometry
- B** — zawory bezpieczeństwa
- Ps** — przemykadło samoczynne, miarkujące ciśnienie w zbiorniku z wodą (wentyl redukcyjny)
- Z** — zawory zwrotne
- P** — pompa
- S** — sprężarka
- K<sub>3</sub>** — kurek trójdrogowy
- Zp** — zawór samoczynny, zapobiegający przedostawaniu się powietrza do sieci rur na wypadek zupełnego opróżnienia zbiornika.

Kreski na rurach oznaczają zawory do wyłączania bądź części przewodu, bądź też oddzielnej części osprzętu.

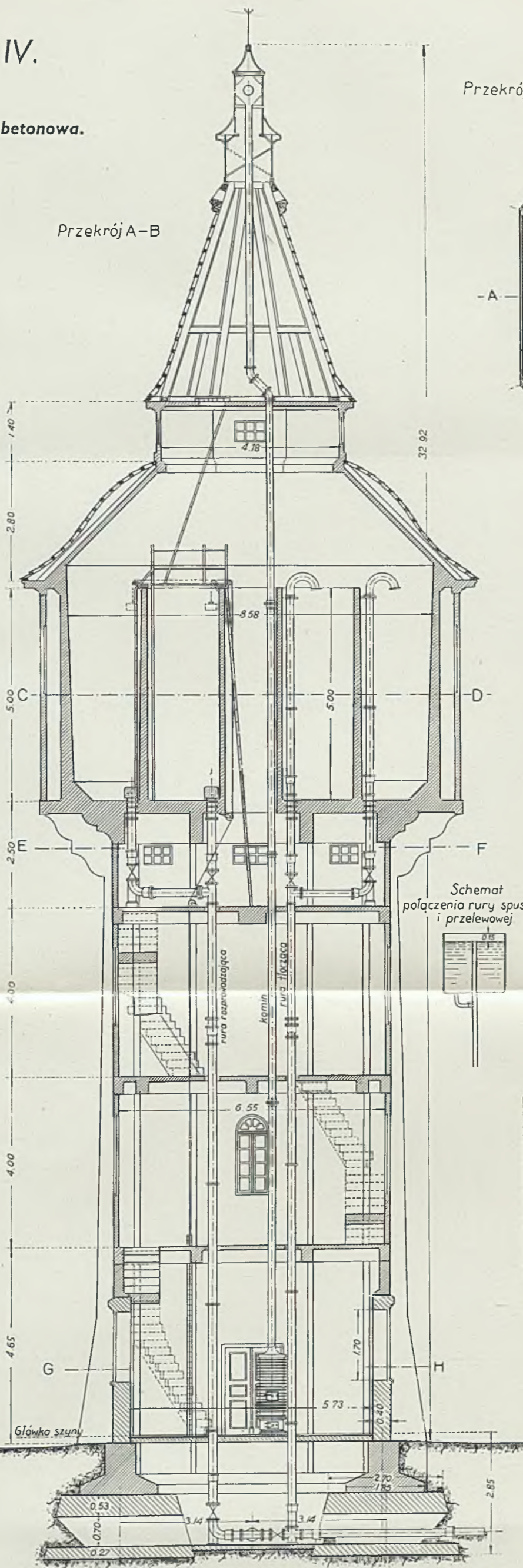
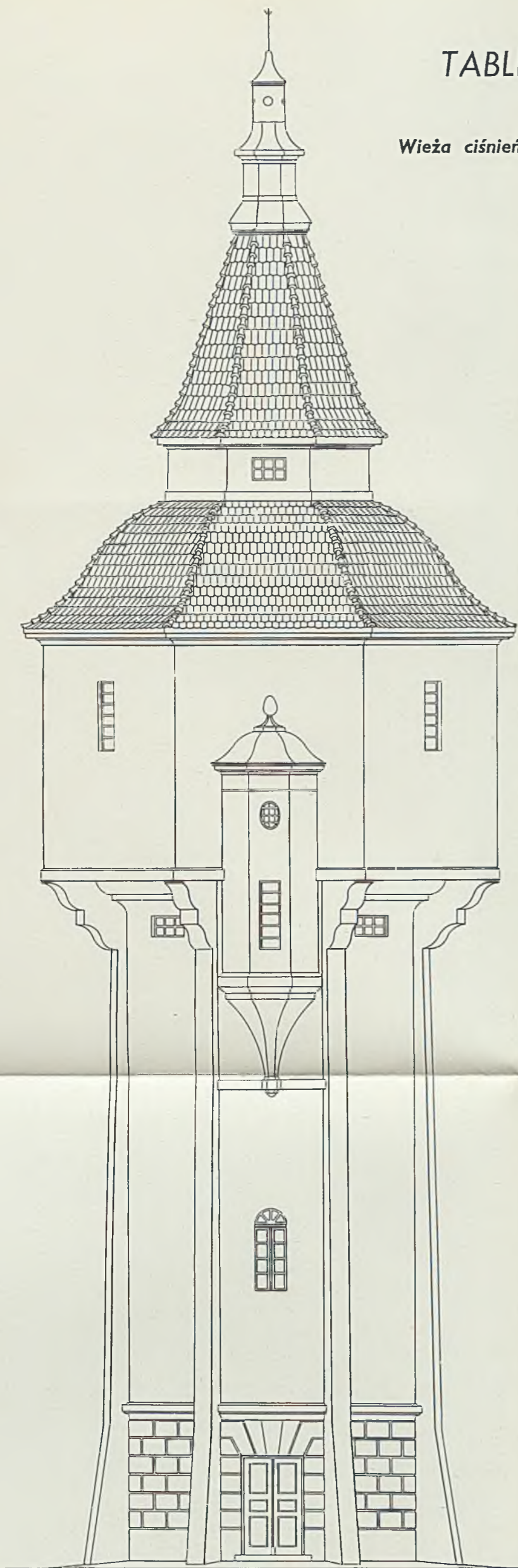
Na schemacie widzimy jeszcze przewód z kurkiem trójdrogowym **K<sub>3</sub>**. Za pośrednictwem tego przewodu można przepompowywać powietrze, przy napełnianiu zbiornika wodą, z tegoż zbiornika do zasobnika powietrznego. Jest to potrzebne dlatego, że w czasie pompowania poziom wody w zbiorniku będzie się podnosił, a powietrze będzie się coraz bardziej sprężać. Ponieważ przemykadło samoczynne **Ps** (wentyl redukcyjny) nie przepuszcza powietrza z powrotem, przeto powstaje niebezpieczeństwo przekroczenia ciśnienia dopuszczalnego. Aby usunąć niebezpieczeństwo i nie tracić powietrza przy wypuszczaniu go przez zawór bezpieczeństwa, uruchamia się równocześnie z pompą sprężarkę **S**, która ssie powietrze ze zbiornika wodnego i tłoczy do powietrznego. W ten sposób nie traci się wytwarzanego w zbiorniku wodnym nadmiaru powietrza, lecz powraca ono do zbiornika powietrznego.

Można też powietrze wypuścić na zewnątrz i przez odpowiednie nastawienie kurka **K<sub>3</sub>** połączyć sprężarkę z otaczającym powietrzem.

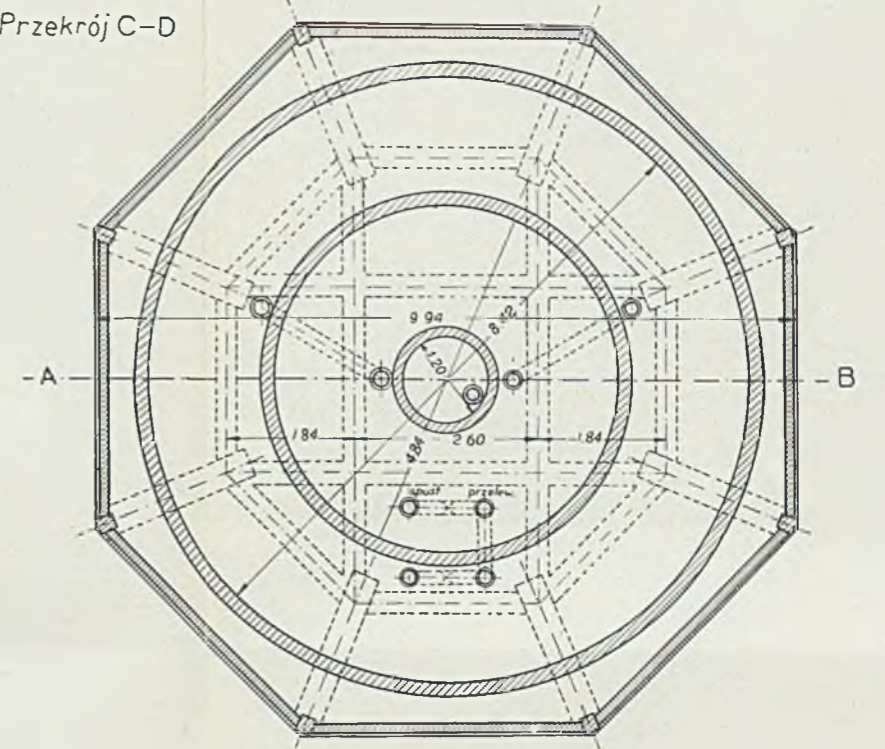


# TABLICA IV.

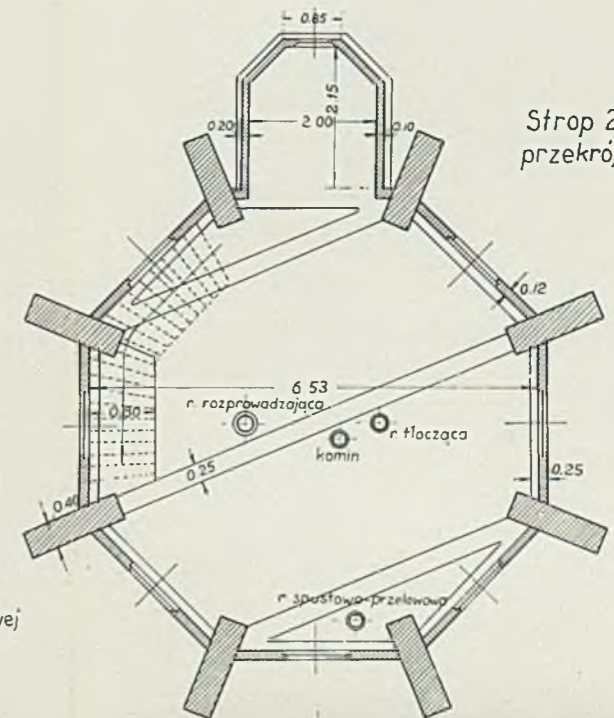
Wieża ciśni żelazobetonowa.



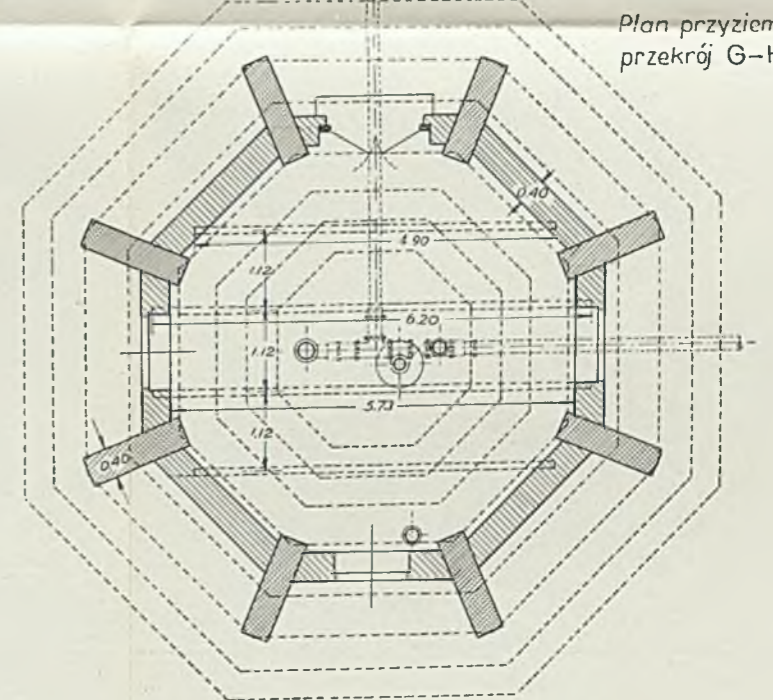
Przekrój C-D



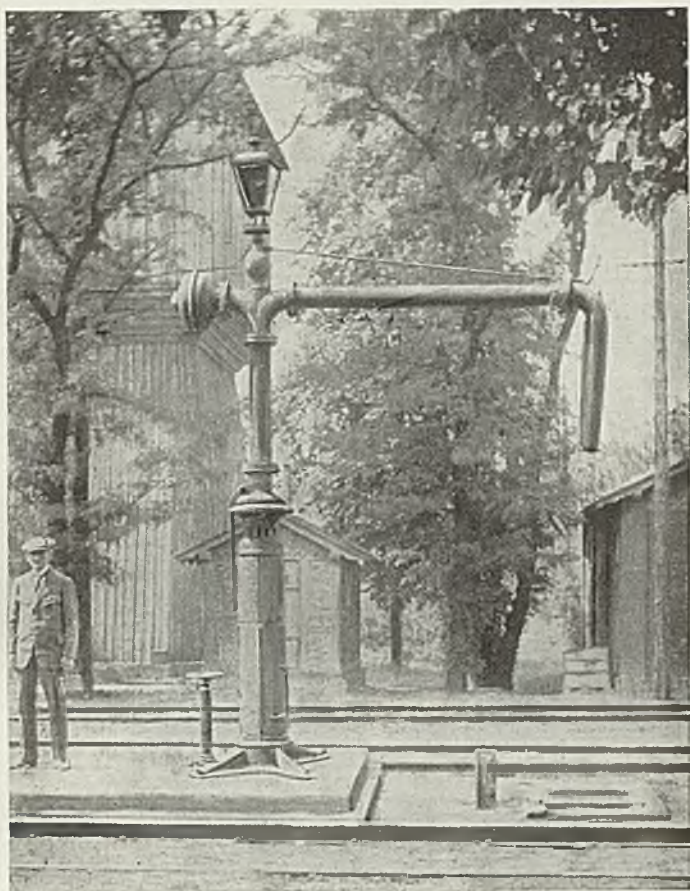
Strop 2 i 3 p. przekrój E-F



Plan przyziemia przekrój G-H



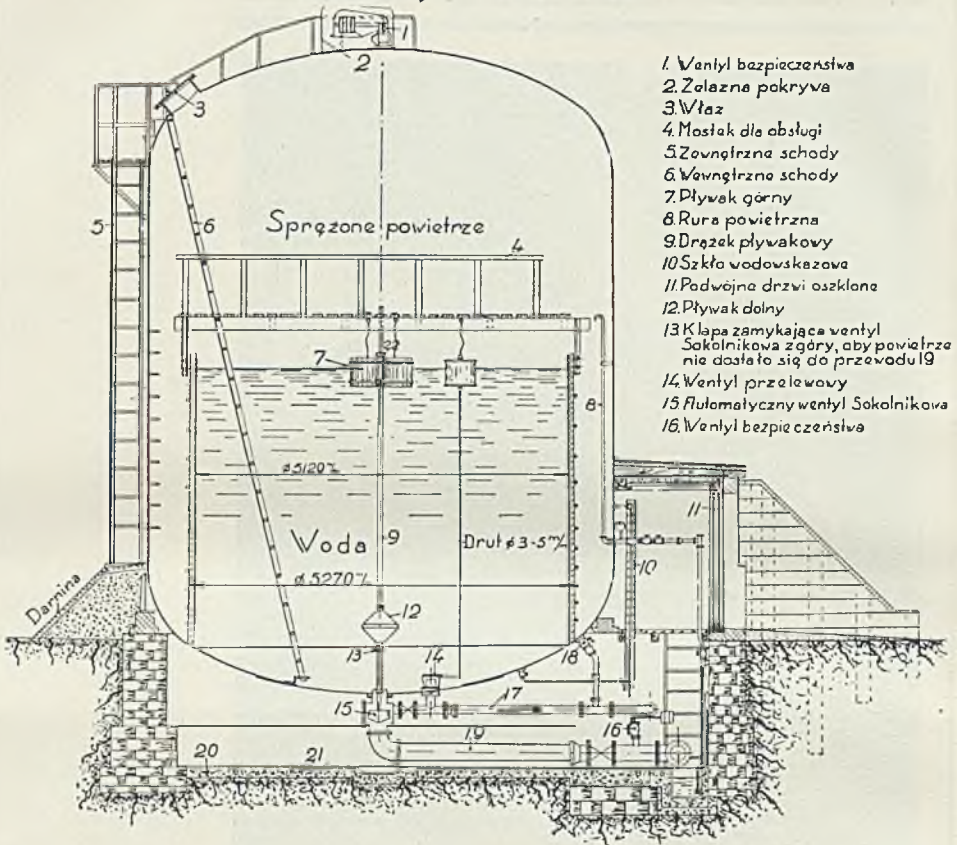




ŻURAW TYPU ROSYJSKIE-  
GO. NA DRUGIM PLANIE  
WIDAĆ WOJENNĄ PRO-  
WIZORYCZNĄ DREWIA-  
NĄ WIEŻĘ CIŚNIEŃ



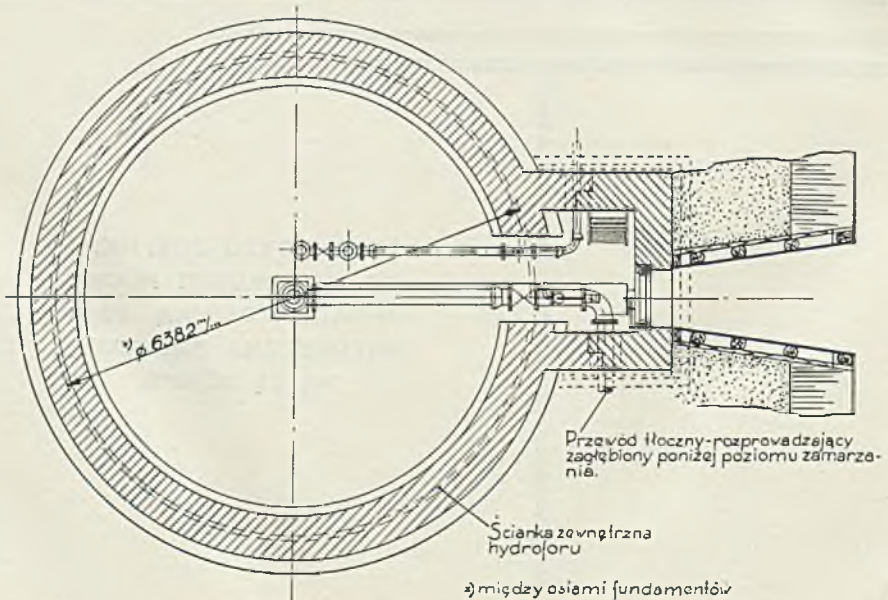
# Hydrofor systemu inż. A. A. Rożnowskiego stosowany na kolejach Z. S. R. R.



1. Ventyl bezpieczeństwa
2. Żelazna pokrywa
3. Wtaz
4. Mostak dla obsługi
5. Zewnętrzne schody
6. Wewnętrzne schody
7. Pływak górny
8. Rura powietrzna
9. Drążek pływakowy
10. Szko wodowskazowa
11. Podwójna drzwi oszklona
12. Pływak dolny
13. Kłapa zamykająca ventyl Sokolnikowa z góry, aby powietrze nie dostało się do przewodu 19
14. Ventyl przelewowy
15. Flumatyczny ventyl Sokolnikowa
16. Ventyl bezpieczeństwa

17. Przewód przelewowo-spustowy  $\phi 100'''$
18. Przelotowy kran dla wody skropionej z powietrza
19. Przewód tłoczny-rozprowadzający  $\phi 200'''$

20. Beton
21. Podłoga cementowa
22. Tarcza keramiczna dla pływaka





Wodociągi pneumatyczne są najrozmaitszych rozmiarów od jednozbiornikowych, jak na *rys. 20*, do kilkuzbiornikowych, a przy tym zbiorniki są ustawiane albo pionowo albo też poziomo.

Nadmienić należy, że obecnie w wodociągach miejskich, gdzie są zastosowane pompy odśrodkowe takich rozmiarów, że wytwarzają dostateczne ciśnienie dla celów przeciwpożarowych w sieci przewodów rozprowadzających oraz pokrywają najwyższe godzinowe zapotrzebowanie wody, nie budują już wież wodnych ani ciśnień. Oczywiście nieprzerwany ruch pomp musi być zapewniony przez ustawienie pomp zapasowych i dostarczenie energii do napędu pomp przynajmniej z dwóch niezależnych źródeł.

### g) Przewody (sieć) rozprowadzające.

Przewody rozprowadzające ułożone są pomiędzy zbiornikiem i odbiornikami wody, tj. żurawiami wodnymi, hydrantami itp.

Przewody główne mają zwykle średnicę nie mniejszą jak 6" (tj. 150 mm średnicy wewnętrznej.)

W wieży ciśnień przewody te zwykle składają się z rur kołnierzowych żeliwnych, zaś w ziemi układa się je z rur żeliwnych kielichowych na głębokości nie mniejszej jak 1,50 m od powierzchni ziemi, aby nie zamarzała w nich woda.

Od głównego przewodu rozprowadzającego (magistrali) rozchodzą się odgałęzienia do odbiorników wody. Na odnogach zwykle są studzienki, a w nich umieszczone są zasowy wodne, aby można było odgałęzienia te wyłączyć w razie potrzeby.

Zwykle, licząc od zbiornika, w każdą stronę stacji odprowadzony jest oddzielny przewód rozprowadzający, aby w czasie jednoczesnego poboru wody w obu stronach stacji nie było z tego powodu zmniejszonego ciśnienia, a więc, aby taki przypadek nie wpłynął ujemnie na wydajność odbiorników.

Szczelność przewodów rozprowadzających, jak i przewodów tłocznych, powinna być także duża, wobec czego próbowane są one obecnie na ciśnienie nie mniejsze jak 10 atn, dawniej zaś próbowane były na 6 atn.

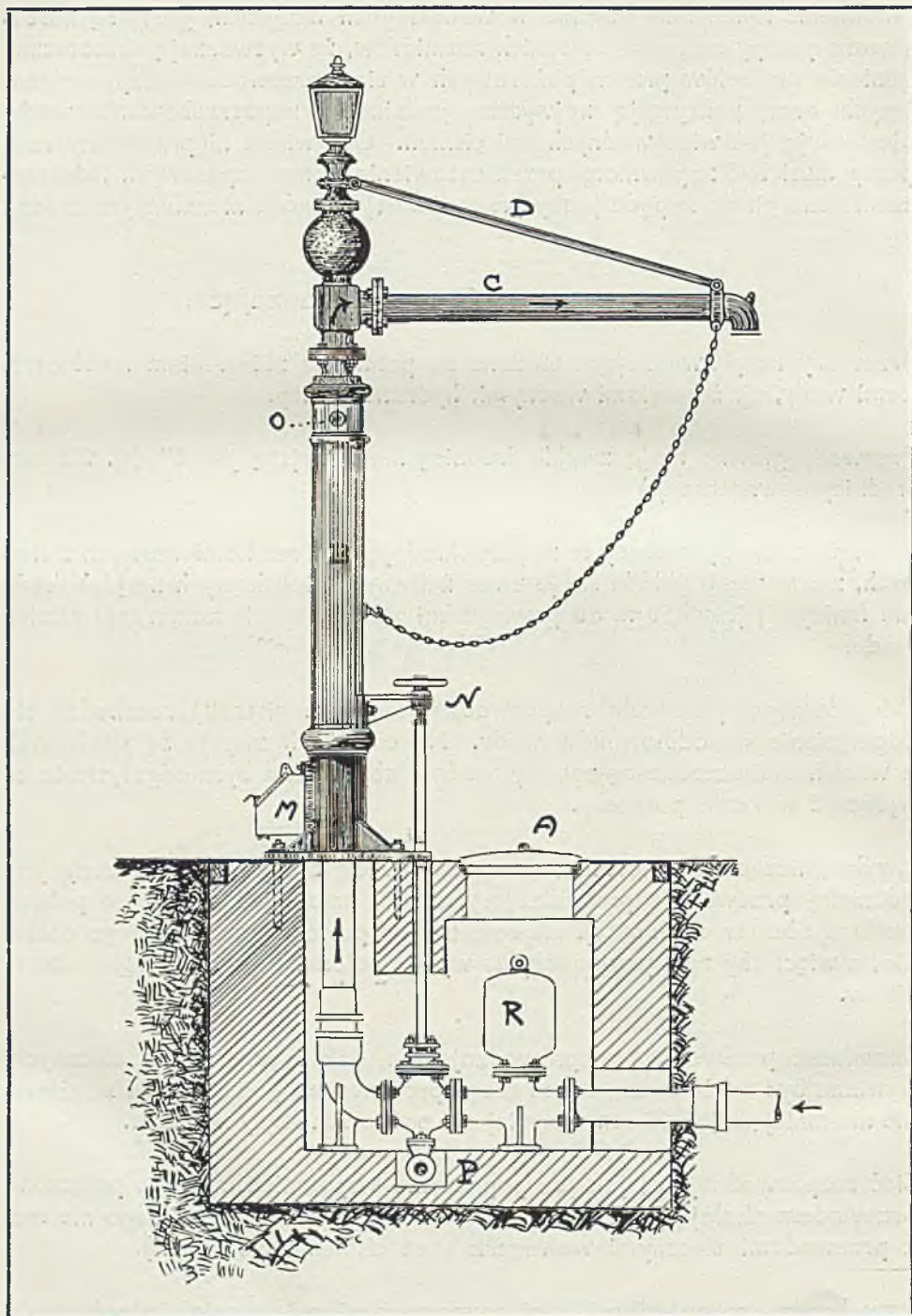
Sieć rozprowadzająca, jak już poprzednio wspomnieliśmy, jest połączona przewodem okalającym z przewodami tłoczными, lub gdy takiego nie ma, z przewodami tłoczными wewnątrz wież ciśnień (hydroforni).

Przy bardzo rozgałęzionej sieci rozprowadzającej stosuje się połączenia poszczególnych odcinków w celu zabezpieczenia dopływu wody do odbiorników z różnych stron.



h) Odbiorniki wody.

Żuraw wodny obrotowy typu rosyjskiego.





**Rys. 21** przedstawia żuraw obrotowy, który służy do napełniania wodą tendra parowozu.

Żuraw ten jest typu używanego dawniej na kolejach b. zaboru rosyjskiego. Jest on ustawiony na fundamencie, którego rozmiary pozwalają na to, aby w studziencie pomieścić cały mechanizm oraz móc go w razie potrzeby obejrzeć i rozbierać.

Żuraw składa się z żeliwnej kolumny **B**, wewnątrz której znajduje się rura tej samej średnicy co i przewód rozprowadzający; rura ta łączy się z poziomym ramieniem (rękawem) **C**. Ramię to jest podtrzymywane przez pręt **D** i obraca się poziomo o  $180^\circ$  za pomocą łańcucha. Część obrotowa kolumny jest oparta na specjalnym łożysku-dławnicy. Do kolumny umocowany jest z jednej strony wspornik **N**, w którym osadzone jest wrzeciono od zasuwy wodnej otwierającej lub zamykającej dopływ wody, a z drugiej strony skrzynia piecyka żeliwnego **M**, dla którego jako komin służy przestrzeń pomiędzy kolumną i rurą wodną. Wylot dla dymu wskazują otwory **O** w górnej części kolumny poniżej ramienia.

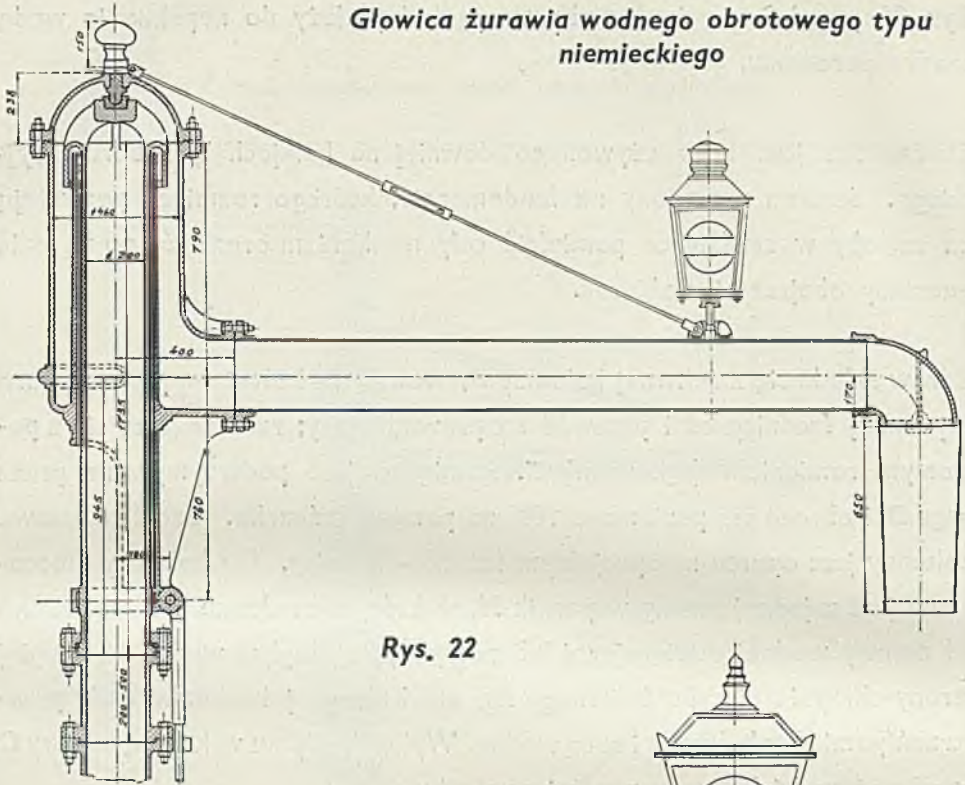
W czasie silnych mrozów w piecyku tym pali się, aby ogrzać rurę wodną i nie dopuścić do zamarzania w niej wody. Oprócz tego na zimę całą kolumnę otula się słomą, aby rura nie pokrywała się lodem. Niezależnie od tego mechanizm zasuwy jest połączony z kranem spustowym w taki sposób, że po użyciu żurawia, zamknięciu zasuwy i powrocie ramienia do pozycji normalnej otwiera się kurek spustowy, przez który wszystka woda z rury pionowej żurawia wycieka i jest odprowadzana za pomocą rury kanalizacyjnej **P** ze studzienki żurawia do kanalizacji lub też niższego miejsca na stacji.

Na okres zimy również cała studzienka jest pokrywana warstwą izolacyjną (trocinami, igliwem itp.), aby zabezpieczyć rurociągi od zamarznięcia i w następstwie tego od popękania.

W studziencie znajduje się zbiornik odpowietrzający **R**, w którym sprężone powietrze pod naporem wody służy jako sprężyna (bufor) do wyrównywania ciśnienia wody (uderzeń) w czasie otwierania i zamykania zasuwy.

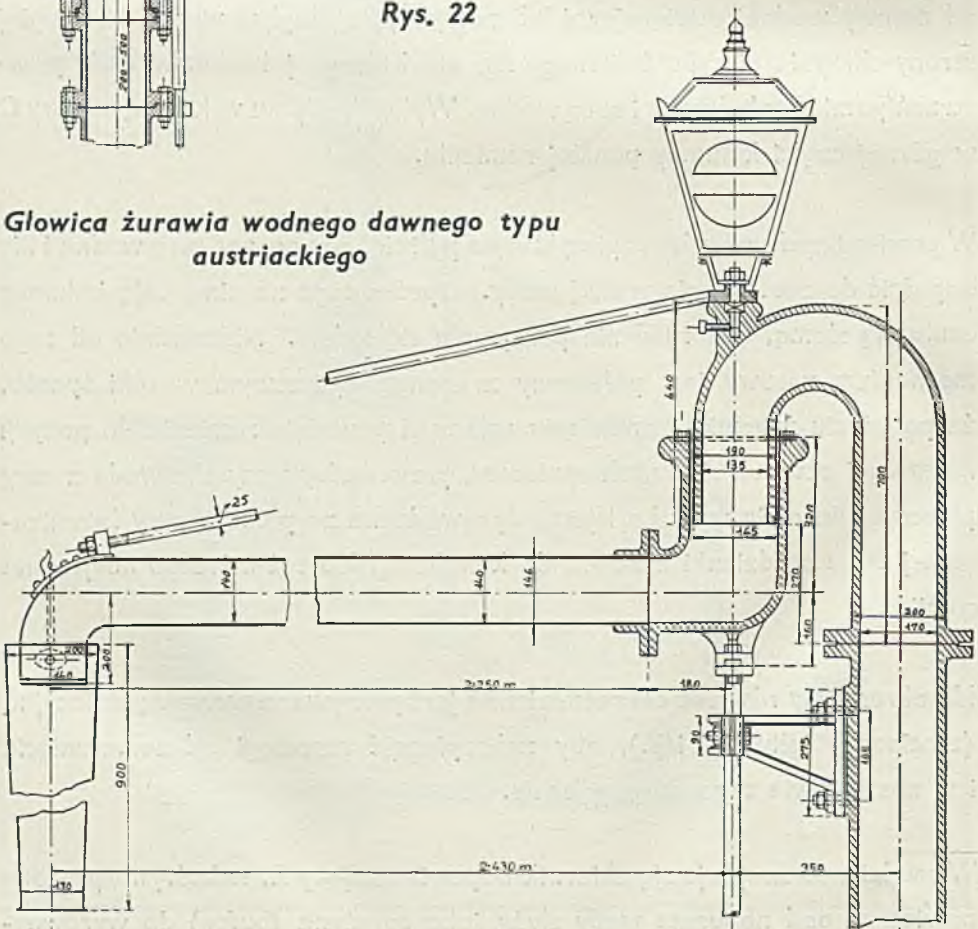


*Głowica żurawia wodnego obrotowego typu niemieckiego*



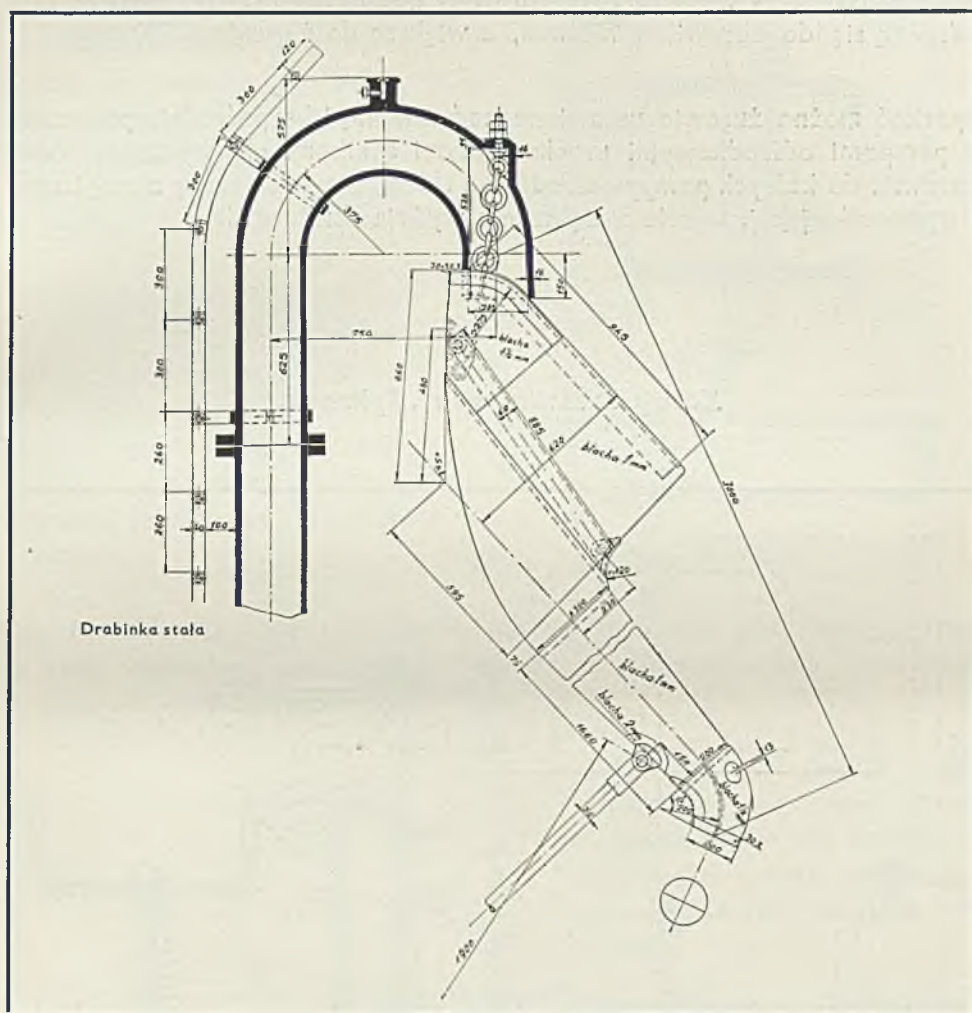
*Rys. 22*

*Głowica żurawia wodnego dawnego typu austriackiego*



*Rys. 23*

## Głowica żurawia wodnego nieobrotowego typu „Spitznera“



Rys. 24

Żurawie wodne są ustawiane w miejscach, gdzie zatrzymują się parowozy pociągów towarowych i osobowych, aby bez odzepiania od pociągów mogły parowozy dobierać wodę, oraz przy kanałach popielnicowych i przy składach węgla, aby w czasie oczyszczania paleniska lub też zaopatrywania się w węgiel jednocześnie nabierały wodę.

Na **rys. 22** pokazana jest górna część kolumny, tj. głowica obrotowa z ramieniem typowego żurawia niemieckiego, a na **rys. 23** górna część kolumny z ramieniem obrotowym żurawia austriackiego, dawnego typu.

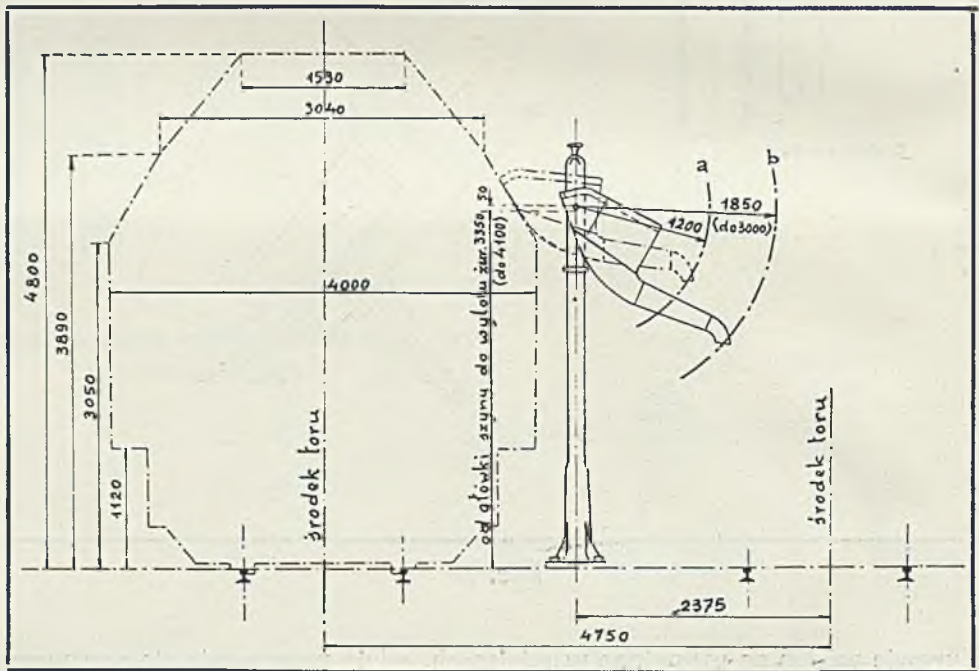
Obecnie na P. K. P. najczęściej budowane są żurawie z lejami, tzw. typu Spitznera, **rys. 24**, ponieważ są dogodne w użyciu i mniej narażone na złamanie, gdyż nie posiadają sztywnego ramienia, a następnie według typu niemieckiego — **rys. 22**.



Na rys. 25 pokazany jest zasięg żurawia syst. Spitznera w granicach obrysu. Mniejsze wymiary wysokości wylotu wody nad główką szyny i wysięgu leja odnoszą się do żurawia  $\varnothing$  150 mm, a większe do żurawia  $\varnothing$  200 mm.

Spotkać można żurawie ustawione nad studnią i bezpośrednio połączone z pompami odśrodkowymi uruchomianymi silnikami elektrycznymi, oraz żurawie, do których pompy odśrodkowe tłoczą zasysaną wodę z magistrali rozprawadzającej, w celu zwiększenia wydajności żurawia.

Zasięg żurawia typu „Spitznera“



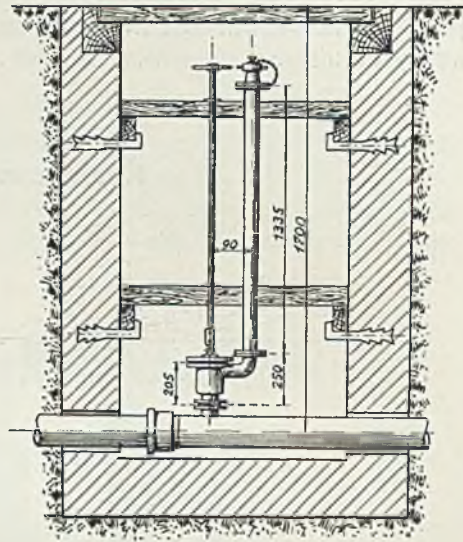
Rys. 25

Oprócz żurawi wodnych kolumnowych, spotykamy jeszcze żurawie przyściennie, zazwyczaj umieszczone na ścianie wieży ciśnieniowej o ramieniu sięgającym ponad najbliższy tor.

Na stacjach węzłowych, na których wszystkie pociągi zmieniają parowozy, często nie ustawia się żurawi przy torach głównych, a tylko przy kanałach popielnicowych i składach opału.

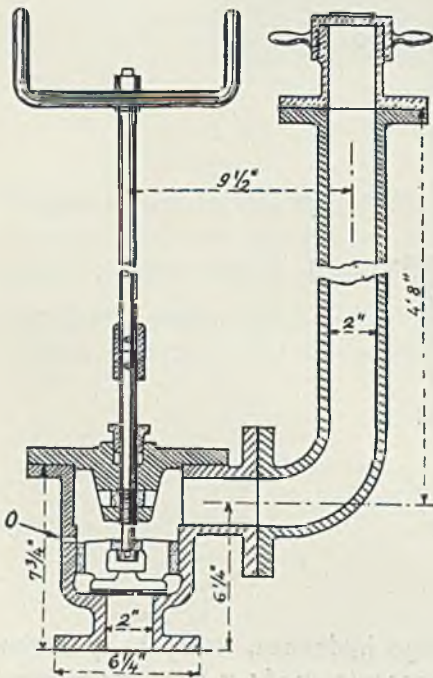
Na zewnątrz budynków warsztatowych oraz parowozowni w odległości około 25 m ustawiane są hydranty pożarowe. Również hydranty te ustawiane są w pobliżu budynków dworcowych, magazynów i ramp ładunkowych.

Na *rys. 26* pokazany jest hydrant pożarowy w studzience murowanej, nakrytej pokrywą drewnianą. Obecnie zwykle buduje się studzienki murowane lub betonowe, gdyż są bardziej trwałe od drewnianych.



*Rys. 26*

Na *rys. 27* pokazany jest zawór takiego hydranta pożarowego wraz z rurą wylewową zakończoną gwintem dla połączenia z łącznikiem śrubowym węża pożarowego.



*Rys. 27*

Gwint ten jest zwykle znormalizowany na danej stacji i dostosowany do łączników używanych przez miejscowe straże pożarne miejskie lub gminne.

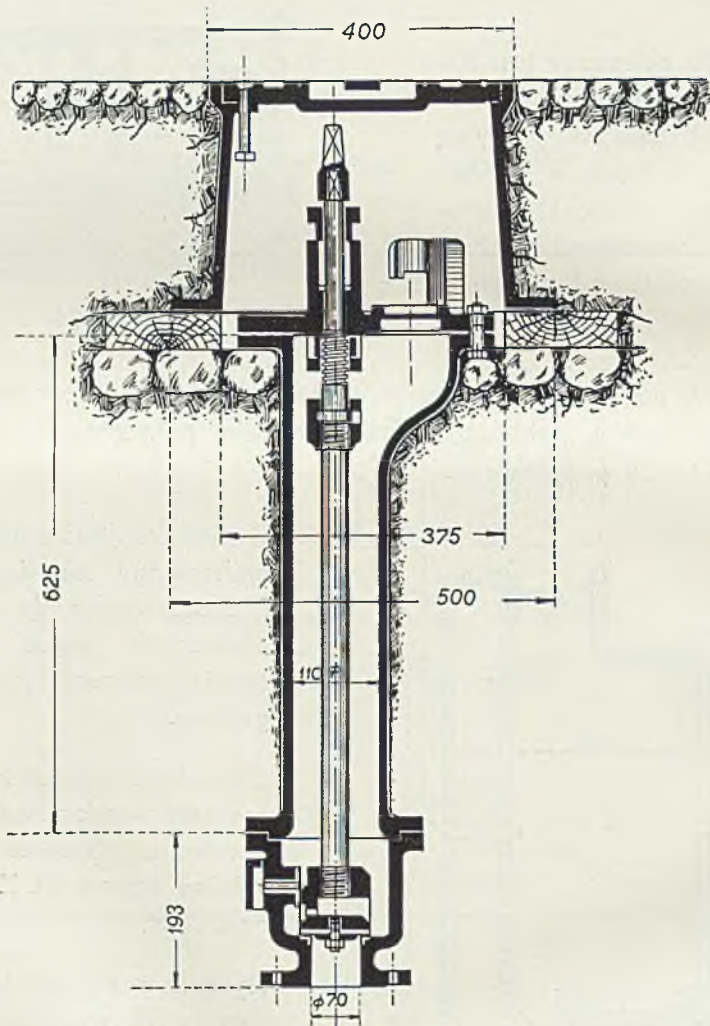
Obecnie stosowane są niegwintowane — tak zwane łączniki normalne systemu Storz'a, według wzoru Gł. Zw. Straży Poż. R. P.

Hydrant ten jest niezamarzający, gdyż po jego zamknięciu woda z rury wylewowej wycieka do studzienki przez otwór O. Poza tym przestrzeń pomiędzy wewnętrzną podłogą i zewnętrzną pokrywą wypełnia się na okres zimy materiałami izolacyjnymi jak słoma, igliwie, trociny itp.



Aby uniknąć budowy studzienek, zwłaszcza w miejscach przez które przejeżdżają furmanki, ustawia się hydranty pożarowe w rurze żelaznej, nakrytej uliczną skrzynką żeliwną.

### Hydrant niezamarzający.



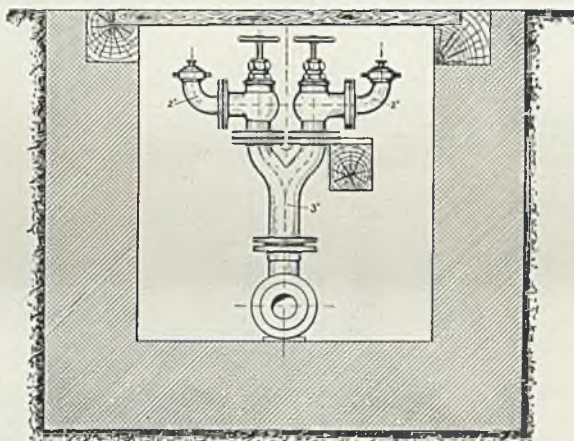
Rys. 28

Na rys. 28 pokazany jest przekrój takiego hydranta, który zaopatrzony jest w samodiałający przyrząd do spuszczenia wody z rury wylawowej. Przez skrzynkę uliczną łatwo wyjąć pokrywkę kranu razem z częściami wewnętrznymi.

Są też i inne hydranty np. z pompokrytami, tj. z kolumnkami naziemnymi, jak również hydranty pożarowo-czerpalne, których dla braku miejsca nie możemy opisać.

O hydrantach pożarowych wspominamy dlatego, że ich wydajność nieraz jest b. znaczna, wynosząca do 30 m<sup>3</sup>/godzinę, wobec czego w przypadku uszkodzenia żurawia wodnego można także wykorzystać te hydranty do napełniania tendrów parowozowych bezpośrednio, lub też dołączywszy do nich motopompę, którą zasysa się wodę z sieci rozprowadzającej i tłoczy ją do tendra.

### **Hydrant do przemywania parowozu**

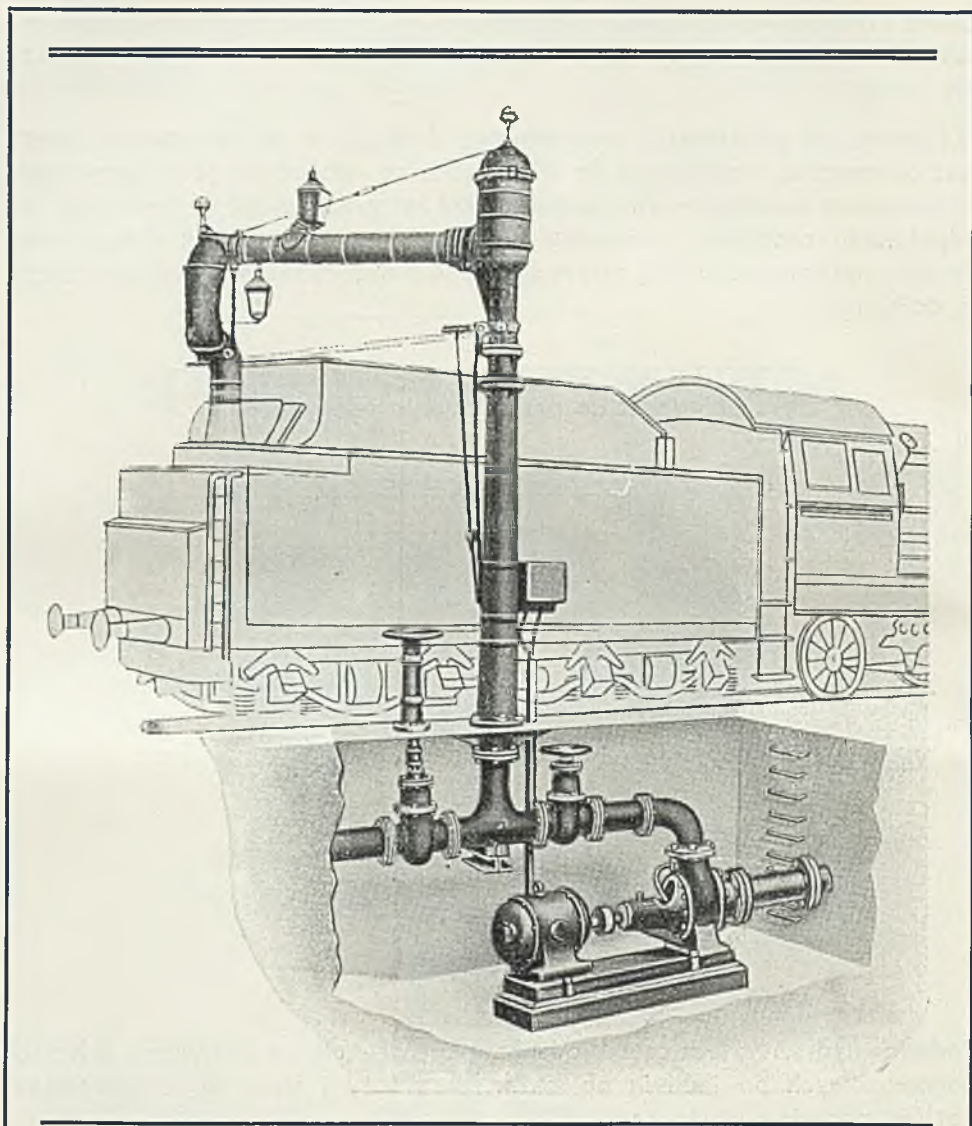


**Rys. 29**

Podobne hydranty, lecz często odrębnej konstrukcji, są ustawiane w halach parowozowych po jednym na każde dwa tory i służą do przemywania kotłów parowozowych (rys. 29).

Poza tym z wodociągu kolejowego jest doprowadzana woda do mieszkań, bufetów, ustępów, ogrodów, wodotrysków itp.





ŻURAW WODNY TYPU NIE-  
MIECKIEGO Z DWUDZIEL-  
NYM RĘKAWEM I Z POMPĄ  
ODŚRODKOWĄ, NA PRZE-  
WODZIE ROZPROWADZA-  
JĄCYM, ZWIĘKSZAJĄCĄ  
CIŚNIENIE WODY, A WIĘC  
I WYDAJNOŚĆ ŻURAWIA.

C Z Ę Ś Ć D R U G A

---

— P O M P Y —

---





## ROZDZIAŁ 1.

### OGÓLNE POJĘCIE O DZIAŁANIU POMP.

W wodociągach kolejowych używane są różne pompy, lecz podstawową pompą jest zwykle pompa tłokowa (nurnikowa) ssąco-tłocząca o napędzie parowym, albo pompa odśrodkowa z napędem elektrycznym lub od silnika spalinowego. Dlatego też pompom tym poświęcimy najwięcej miejsca.

Pod względem wydajności pompy są zwykle tak obliczane, aby przy największym zapotrzebowaniu wody, np. dla zaopatrzenia pociągów wojskowych, wystarczała praca 20-godzinna.

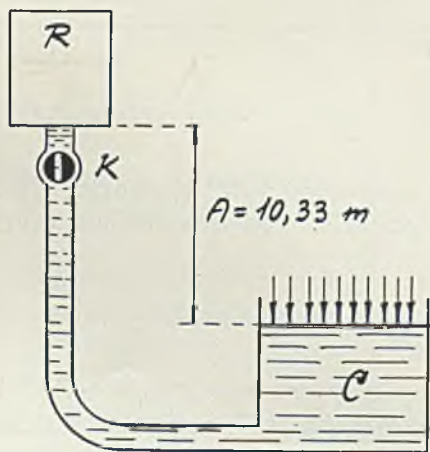
Pozostałe 4 godziny potrzebne są na sprawdzenie mechanizmów i ich konserwację.

Na wstępie musimy zapoznać się ogólnie z podstawowym działaniem pomp, tj. ssaniem i tłoczeniem.

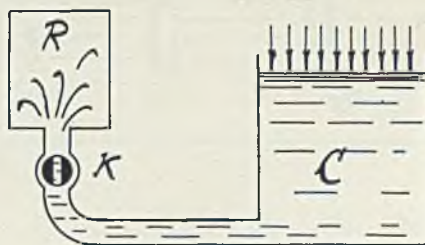
#### a) Ssanie.

Zasysanie w pompach tłokowych lub nurnikowych następuje wskutek ruchu tłoka (nurnika) szczelnie przylegającego do cylindra, gdyż wówczas w pompie oraz w przewodzie ssawnym wytwarza się przestrzeń z rozrzedzonym powietrzem.

Jeżeli wyobrazimy sobie naczynie  $R$  (rys. 30), w którym za pomocą



Rys. 31



Rys. 30

pompy powietrznej wytworzyliśmy przestrzeń z rozrzedzonym powietrzem i otworzyliśmy kran  $K$ , to wówczas powietrze zewnętrzne (które utrzymuje w równowadze słup wody = 10 m 33 cm) wycisnie wodę ze zbiornika otwartego  $C$  do naczynia  $R$ .

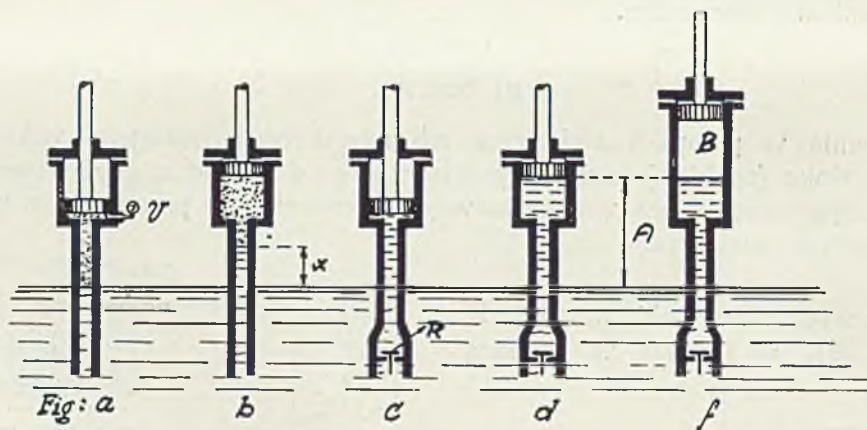


Jeżeli następnie ustawimy naczynie  $R$  wyżej (rys 31), a mianowicie na wysokości  $A=10\text{ m }33\text{ cm}$  ponad poziomem (zwierciadłem) wody w zbiorniku  $C$  i wytworzymy bezwzględną próżnię w zbiorniku  $R$ , to ciśnienie powietrza zewnętrznego podniesie wodę na tę wysokość.

Woda jednak podniesie się jedynie do dolnej krawędzi naczynia  $R$ , gdyż słup wody tylko do wysokości 10,33 m jest utrzymywany w równowadze przez ciśnienie zewnętrzne powietrza (atmosferyczne).

A więc przy najbardziej sprzyjających warunkach, przy normalnym ciśnieniu barometrycznym, możemy uzyskać największą wysokość ssania równą 10,33 m.

Ponieważ jednak w pompie nie można wytworzyć bezwzględnej próżni, przeto wysokość ssania jest mniejsza, zależna od stopnia wytworzonej próżni (Vacuum), różnicy ciśnień powietrza: pod tłokiem i na zewnątrz.



Rys. 32

Rura ssawna pompy (rys. 32 — fig. a) zanurzona jest w wodzie. Tłok pompy znajduje się w dolnym martwym punkcie. Pod tłokiem powietrze nie jest rozrzedzone — próżni nie ma.

Próżnomierz (Vacuummetr)  $V$  wskazuje zero.

Gdy przesuniemy tłok pompy do górnego punktu martwego (rys. 32 — fig. b), to woda podniesie się w rurze ssawnej do wysokości  $X$ , poniżej zaś tłoka w cylindrze powstanie przestrzeń, napełniona rozrzedzonym powietrzem. Wielkość  $X$  zależy od objętości cylindra i rury ssawnej.

Jeżeli teraz napełnimy wodą rurę ssawną (rys. 32 — fig. c) i założymy w rurze ssawnej klapę zwrotną *R* tak, aby woda nie mogła z rury wypłynąć, i podniesiemy tłok wysoko, tj. do górnego punktu martwego (rys. 32—fig. d), to cylinder napełni się wodą do dolnej krawędzi tłoka, a przy tym teoretycznie do wysokości  $A = 10,33$  m ponad poziom wody w źródle.

Gdyby tłok został jeszcze wyżej podniesiony (rys. 32 — fig. f), to przekonamy się, że woda jednak wyżej już się nie podniesie. Pomiędzy tłokiem i wodą w cylindrze powstanie próżnia *B* i słup wody utrzyma się na skutek ciśnienia atmosferycznego.

Osiągalna, tj. praktyczna wysokość ssania, będzie mniejsza od teoretycznej, tj. od ciśnienia atmosferycznego równego słupowi wody o wysokości 10 m 33 cm, na co, jak wspominaliśmy poniżej, wpływa temperatura wody, opory tarcia itp.

Przyjmując do mierzenia próżni (Vacuum) 1 atmosferę =  $1 \text{ kg/cm}^2 = 10$  m słupa wody lub 735 mm słupa rtęci otrzymamy:

Próżnia . . . . .	40	50	60	70	80	85	90	95	100%%
Słup rtęci. . . . .	294	368	441	515	588	625	662	699	735 mm
Ssanie teoretyczne	4	5	6	7	8	8,5	9	9,5	10 m

W porównaniu z temperaturą wody otrzymamy:

Temperatura wody wg C° .	0	10	20	30	40	50	60	70
Normalna wysokość ssania w metrach . . . . .	7,0	6,8	6,5	6,0	5,3	4,2	2,7	0
Najwyższa praktycznie osiągalna wysokość ssania w metrach . . . . .	8,5	8,4	8,2	7,8	7,3	6,6	5,5	4,0

Uwaga: Gorące płyny powinny dopływać do pompy.



## b) Tłoczenie.

W odróżnieniu od ograniczonej wysokości ssania tłoczyć wodę można na dowolną wysokość, która zależy od typu pompy, mocy silnika, wydajności pompy i średnicy przewodów tłocznych.

Wysokość na jaką podnosimy wodę, innymi słowy, wysokość ciśnienia wytwarzanego przez pompę i mierzonego w komorze tłocznej pompy, składa się: z wysokości ssania i tłoczenia (tj. wysokości od poziomu zwierciadła wody zasysanej do poziomu wylotu wody z rury tłocznej) oraz z sumy wszystkich oporów ruchu mierzonych w metrach słupa wody.

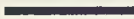
Wysokość oporu składa się z oporów następujących:

- 1 — opór w rurach ssawnych i przy przepływie przez pompę,
- 2 — strata wysokości ciśnienia na wytworzenie prędkości wody w rurze tłocznej,
- 3 — opór tarcia w rurach tłocznych,
- 4 — opór na skutek zmian kierunku i prędkości (tj. opór przeciężany przy przepływie wody przez kształtki i zasuw).

W pompach tłokowych (lub nurnikowych) prędkość wody w przewodach tłocznych jest zmienna — pulsująca, gdyż jest uzyskiwana od zmiennej szybkości tłoka pracującego rytmicznie, tj. wahadłowo w cylindrze.

Aby uzyskać jednostajną prędkość wody, co jest konieczne dla uniknięcia rozrywania się słupa wody tłocznej, a w następstwie tego uderzeń w przewodzie przy ponownym spotkaniu się rozerwanych obu słupów wody, ustawia się na pompie powietrznik tłoczny, który działa jak sprężyna (bufor), przez co wyrównuje ciśnienie w przewodzie tłoczonym.

Objętość powietrznika bywa około 20 razy większa od objętości wody dostarczanej przez pompę w ciągu 1 sekundy.



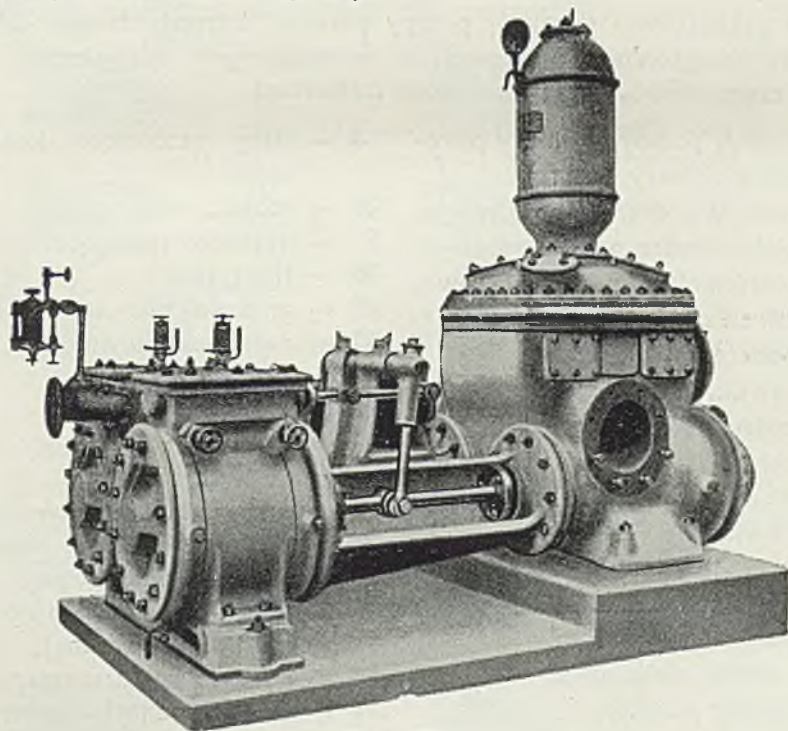
### POMPA WORTHINGTON'A.

Pompy Worthington'a składają się z 2 obok ustawionych pomp złączonych wspólnym kadłubem, których cylindry są podwójnego działania, tj. zarówno przy ruchu tłoka w przód jak i wstecz następuje ssanie i tłoczenie wody w obu cylindrach pompy, w sumie więc pompy te są poczwórno działające.

Rozróżniamy pompy tłokowe i pompy nurnikowe.

Pompy tłokowe mają tłoki wodne tarczowe z samosprężynującymi pierścieniami (opaskami) uszczelniającymi ze specjalnej twardej gumy. Tłoki te pracują w cylindrach wyłożonych pochwami brązowymi.

Pompy zaś nurnikowe mają tłoki nurnikowe uszczelniane za pomocą dławnic wewnętrznych lub też zewnętrznych.



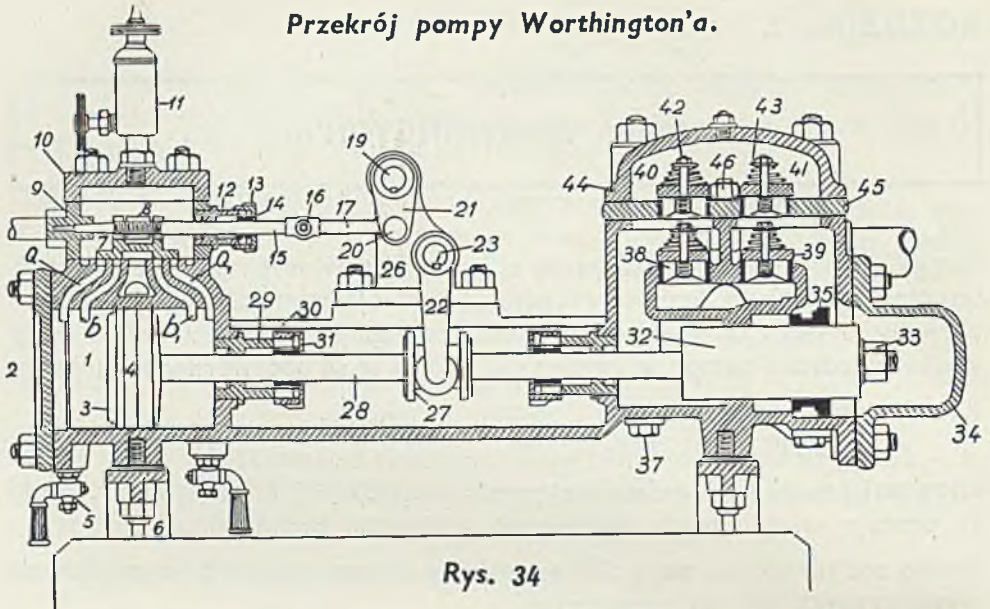
Rys. 33

Na rys. 33 widzimy pompę systemu Worthington'a typu nurnikowego z wewnętrznymi dławnicami nurnikowymi.

Po lewej stronie znajdują się cylindry parowe, po prawej zaś stronie cylindry wodne pompy. Na pokrywie komory tłocznej znajduje się powietrznik tłoczny pompy z manometrem wskazującym ciśnienie pokonywane przez pompę w czasie pracy.



## Przekrój pompy Worthington'a.



Rys. 34

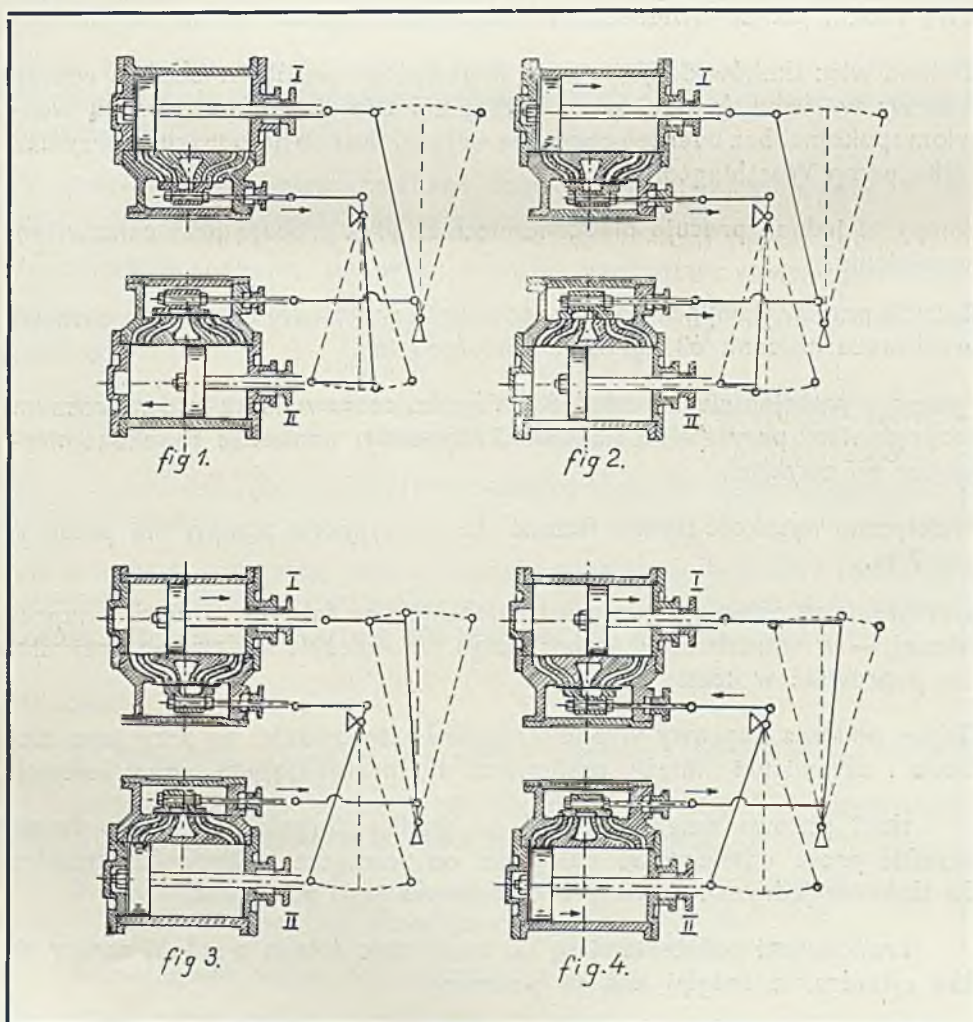
Rys. 34 przedstawia przekrój pompy parowej bezpośredniego działania, syst. Worthington'a, nurnikowej, z wewnętrznymi dławnicami. Główne części składowe są oznaczone numerami.

- |  |   |
|--|---|
| 1 — kadłub pompy (cylindry parowe i cylindry wodne),   | 23 — kliny ustalające korby na wałku,                         |
| 2 — pokrywa cylindra parowego,                         | 26 — stojak,  |
| 3 — tłok cylindra parowego,                            | 27 — nasuwka sterująca,                                       |
| 4 — pierścienie (opaski) tłokowe,                      | 28 — tłocznisko,  |
| 5 — kurek spustowy,                                    | 29 — gniazdo dławnicy tłoczniska,                             |
| 6 — podstawy kadłuba pompy,                            | 30 — naśrubek dławnicowy,                                     |
| 7 — suwak,   | 31 — tulejka dławnikowa,                                      |
| 8 — naśrubek ustalający suwak,                         | 32 — nurnik,  |
| 9 — skrzynka suwakowa,                                 | 33 — naśrubek ustalający nurnik na tłocznisku,                |
| 10 — pokrywa skrzynki suwakowej,                       | 34 — pokrywa cylindra wodnego,                                |
| 11 — oliwiarka,  | 35 — pokrywa z tuleją dławnikową dławnicy nurnikowej,         |
| 12 — gniazdo dławnicy drążka suwakowego,               | 37 — korek spustowy do opróżnienia komory wodnej,             |
| 13 — naśrubek dławnicowy,                              | 38 — gniazdo zaworu ssawnego,                                 |
| 14 — tulejka dławnikowa,                               | 39 — zawór (wentyl) ssawny,                                   |
| 15 — drążek suwaka,                                    | 40 — nakładka,  |
| 16 — sworzeń przegubowy drążka suwakowego z podkładką, | 41 — sprężyna,  |
| 17 — wodzik drążka suwakowego,                         | 42 — sworzeń,   |
| 19 — wałek stojaka,                                    | 43 — podkładka zaworu tłocznego,                              |
| 20 — sworzeń wodzika drążka suwakowego,                | 44 — pokrywa komory tłocznej,                                 |
| 21 — mała korba (ramię sterujące),                     | 45 — przegroda zaworowa,                                      |
| 22 — duża korba (ramię sterujące),                     | 46 — naśrubek do (ustalenia) przykręcania przegrody zaworowej |

Cylindry parowe mają przy ciśnieniu pary nie przekraczającym 10 atm suwaki płaskie, przy wyższym ciśnieniu suwaki tłokowe odciążone, sterowane przez trzon tłokowy sąsiedniego cylindra.

Cechą charakterystyczną tych pomp jest to, że każdy cylinder ma dwa kanały wlotowe zewnętrzne i dwa kanały wylotowe wewnętrzne. Tłok parowy dochodząc do końca skoku i mijając kanał wewnętrzny zamyka wylot pary. Wytwarzająca się przez to kompresja wstrzymuje ruch tłoka i nie dopuszcza do uderzenia tłoka o pokrywę cylindra. Zarazem przy zmianie kierunku ruchu powstaje pauza, powodująca spokojne siadanie wentyli pompy.

### Rozrząd pary w pompie Worthington'a.





Działanie rozrządu pary (sterowanie) jest następujące: w położeniu oznaczonym na fig. 1 *rys. 35* tłok II porusza się w lewo, a jednocześnie suwak I w prawo.

Tłok I znajduje się w spokoju, gdyż suwak I jeszcze nie otworzył kanału wpustowego. W tym położeniu tłok I pozostaje tak długo, dopóki tłok II nie zajmie położenia oznaczonego na fig. 2, tj. nie przejdzie poza połowę skoku.

Wówczas suwak I otwiera lewy kanał wpustowy. Tłok I rozpoczyna ruch w prawo i jednocześnie przesuwają się także i suwak II.

Następnie tłok II dosięgnąwszy lewego punktu martwego, fig. 3, pozostaje tam bez ruchu, dopóki tłok I nie przesunie suwaka II i nie otworzy lewego kanału wpustowego.

To ostatnie nastąpi dopiero wtedy, kiedy tłok I przekroczy poza połowę skoku, jak to uwidocznione zostało na fig. 4.

Zmiana więc skoków dokonywa się w powyższy sposób za każdym razem. Przerwy w ruchu (pauzy) przy każdej zmianie skoku umożliwiają wentylom spokojne, bez uderzeń opadanie na łoża. Jest to najbardziej korzystna cecha pomp Worthington'a.

Pompy te jednak pracują nieekonomicznie, gdyż pracują przy całkowitym napełnieniu.

Zużycie pary w pompach powyżej opisanych wynosi średnio 45 kg, a nawet przekracza czasami 60 kg na 1 konia/godzinę.

Pompy o wydajnościach ponad 60 m<sup>3</sup>/godz. stosowane są z dwukrotnym rozprężaniem pary (Worthington Compound), ponieważ są ekonomiczniejsze od zwykłych.

Praktyczna wysokość ssania, liczona do osi cylindra pompy, nie przekracza 7 m.

Sterowanie w pompie nowej nastawione jest w fabryce, a pompy naprawianej — w warsztatach, wobec czego nie należy i nie trzeba przy nim nic poprawiać w czasie pracy.

Gdyby podczas naprawy wypadło rozebrać sterowanie, to przy jego złożeniu i ustawieniu należy postępującymi wskazówkami:

tłoki parowe należy ustawić na środku długości skoku, co da się określić przez odmierzenie odległości od zewnętrznej krawędzi cylindra do tłoka w jednym i w drugim krańcowym jego położeniu;

krańcowymi położeniami są te, kiedy tłok dolega z jednej strony do dna cylindra, z drugiej zaś do pokrywy;

w środkowym położeniu tłoków ramiona sterujące (korby), przenoszące ruch trzonów tłokowych na wałki sterujące, stoją pionowo;

w tym położeniu suwaki powinny znajdować się również w środkowym położeniu na gładziach suwakowych cylindrów podobnie jak na *rys. 34*;

na drążkach suwakowych suwaki umieszczone są z nieznacznym luzem;

suwak przesunięty na prawo i na lewo na nieruchomym drążku suwakowym powinien odkrywać kanały wlotowe jednakowo.

Uruchamiając pompę po raz pierwszy, trzeba zazwyczaj napełnić pompę i rurę ssawną wodą, komory bowiem pompy są w stosunku do objętości skoku tłoka znaczne i powietrze zawarte w pompie nie da się inaczej usunąć.

Do zalania pompy i rury — o ile nie istnieje komunikacja obwodowa od rury tłocznej do ssawnej — należy zdjąć górną pokrywę pompy z przegrodą zaworową i unieść zawory ssawne. Jeżeli istnieje komunikacja obwodowa, to zalanie nie wymaga otwierania pompy.

Kurki spustowe cylindrów parowych powinny być tak długo otwarte, póki nie przestanie uchodzić woda z cylindrów parowych.

Oliwiarka kondensacyjna ma być napełniona dobrym olejem mineralnym. W miarę zużycia się oleju oliwiarka napełnia się parą skroploną, wytłaczającą olej do górnej części oliwiarki.

Po pewnym czasie należy zamknąć dolny kurek oliwiarki, spuścić z niej wodę i ponownie napełnić oliwiarke olejem.

Uruchomienie odbywa się przez powolne otwieranie zaworu parowego.

Większe lub mniejsze otwarcie zaworu reguluje bieg pompy w szerokich granicach.

Po zatrzymaniu pompy przez zamknięcie dopływu pary należy otworzyć kurki spustowe cylindrów parowych i zamknąć oliwiarke.

Do smarowania części mechanizmu służą otworki, w które co pewien czas nalewa się oleju.

Dla orientacji podaje się poniżej charakterystykę wydajności i rozmiarów niektórych pomp syst. Worthington'a typu nurnikowego do wysokości podnoszenia nie większej jak 100 metrów (10 atmosfer).

Na tablicy tej podane są:

1. Rozmiary cylindrów parowych i wodnych i długość skoku tłoków;
2. Szybkość najmniejsza i największa określona ilością pojedynczych skoków (przesunięcie tłoka w jedną stronę);
3. Najmniejsza i największa wydajność pomp, odpowiednia do ilości skoków, bez przeciążania pompy;
4. Osiągalna wysokość podnoszenia wody;
5. Średnica rurociągów;
6. Przybliżona waga własna pompy;



Tablica V

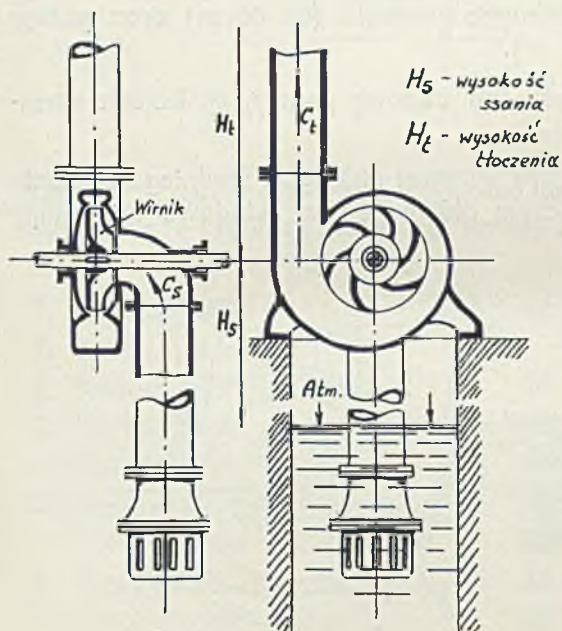
Pompy systemu Worthington'a typu nurkowego z wewnętrznymi dławnicami dla wysokości podnoszenia nie większej jak 100 metrów (10 atn).

Pompy do zasilania kotłów oznaczone są grubszym drukiem

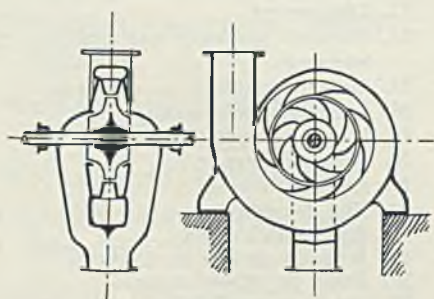
Średnica w cal. ang.		Średnica w milim.	Skok w milimetr	Liczba skoków pojedynczych na minutę	Wydajność na godzinę metrów sześciennych	Wysokość podnosz. w metr. przy 5 atn. ciśnienia pary w skrzyńce suwak.	Przyrost podnosz. w metr. przy większ. ciśnieniu pary o 0,5 atn.	Średnica rur w calach ang.				Waga w kg
cyindra parowego	tłoka wodnego							Skok w cal. ang.	cyindra parowego	tłoka wodnego	Skok w milimetr	
6	$\times 5\frac{1}{2} \times 10$	152 $\times$ 140 $\times$ 254	75—125	32—53	30	5	1 $\frac{1}{2}$	2	5	4	1090	
7 $\frac{1}{2}$	$\times 5\frac{1}{2} \times 10$	190 $\times$ 140 $\times$ 254	75—125	32—53	60	8	1 $\frac{1}{2}$	2	5	4	1180	
9	$\times 5\frac{1}{2} \times 10$	229 $\times$ 140 $\times$ 254	75—125	32—53	85	12	2	2 $\frac{1}{2}$	5	4	1480	
10	$\times 5\frac{1}{2} \times 10$	254 $\times$ 140 $\times$ 254	75—125	32—53	105	15	2	2 $\frac{1}{2}$	5	4	1520	
6	$\times 6 \times 10$	152 $\times$ 152 $\times$ 254	75—125	37—62	25	4	1 $\frac{1}{2}$	2	5	4	1090	
7 $\frac{1}{2}$	$\times 6 \times 10$	190 $\times$ 152 $\times$ 254	75—125	37—62	50	7	1 $\frac{1}{2}$	2	5	4	1180	
9	$\times 6 \times 10$	229 $\times$ 152 $\times$ 254	75—125	37—62	70	11	2	2 $\frac{1}{2}$	5	4	1480	
10	$\times 6 \times 10$	254 $\times$ 152 $\times$ 254	75—125	37—62	85	13	2	2 $\frac{1}{2}$	5	4	1520	
12	$\times 6 \times 10$	305 $\times$ 152 $\times$ 254	75—125	37—62	125	18	2 $\frac{1}{2}$	3	5	4	2000	
14	$\times 6 \times 10$	356 $\times$ 152 $\times$ 254	75—125	37—62	170	25	2 $\frac{1}{2}$	3	5	4	2240	
7 $\frac{1}{2}$	$\times 7 \times 10$	190 $\times$ 178 $\times$ 254	75—125	51—86	30	5	1 $\frac{1}{2}$	2	7	5	1520	
9	$\times 7 \times 10$	229 $\times$ 178 $\times$ 254	75—125	51—86	50	8	2	2 $\frac{1}{2}$	7	5	1680	
10	$\times 7 \times 10$	254 $\times$ 178 $\times$ 254	75—125	51—86	65	9	2	2 $\frac{1}{2}$	7	5	1720	
12	$\times 7 \times 10$	305 $\times$ 178 $\times$ 254	75—125	51—86	95	13	2 $\frac{1}{2}$	3	7	5	2100	
14	$\times 7 \times 10$	356 $\times$ 178 $\times$ 254	75—125	51—86	125	18	2 $\frac{1}{2}$	3	7	5	2340	
16	$\times 7 \times 10$	406 $\times$ 178 $\times$ 254	75—125	51—86	165	24	3	4	7	5	2680	
18	$\times 7 \times 10$	457 $\times$ 178 $\times$ 254	75—125	51—86	200	30	3	4	7	5	2920	
7 $\frac{1}{2}$	$\times 8\frac{1}{2} \times 10$	190 $\times$ 216 $\times$ 254	75—125	76—127	20	3	1 $\frac{1}{2}$	2	8	6	2080	
9	$\times 8\frac{1}{2} \times 10$	229 $\times$ 216 $\times$ 254	75—125	76—127	28	5	2	2 $\frac{1}{2}$	8	6	2220	
10	$\times 8\frac{1}{2} \times 10$	254 $\times$ 216 $\times$ 254	75—125	76—127	35	6	2	2 $\frac{1}{2}$	8	6	2240	
12	$\times 8\frac{1}{2} \times 10$	<b>305 <math>\times</math> 216 <math>\times</math> 254</b>	75—125	76—127	65	9	2 $\frac{1}{2}$	3	8	6	2460	
14	$\times 8\frac{1}{2} \times 10$	356 $\times$ 216 $\times$ 254	75—125	76—127	85	12	2 $\frac{1}{2}$	3	8	6	2760	
16	$\times 8\frac{1}{2} \times 10$	406 $\times$ 216 $\times$ 254	75—125	76—127	115	16	3	4	8	6	3020	
18	$\times 8\frac{1}{2} \times 10$	457 $\times$ 216 $\times$ 254	75—125	76—127	145	20	3	4	8	6	3240	

## POMPA ODŚRODKOWA.

Kadłub pompy wirowej *rys. 36 i 37* ma kształt zamkniętego pudełka płaskiego okrągłego, wewnątrz którego obraca się ze znaczną szybkością wirnik łopatkowy, osadzony na wale obracającym silnikiem bezpośrednio lub za pomocą przekładni pasowej, ślimakowej lub zębatej.



Rys. 36



Rys. 37

Ruch obrotowy wirnika nadaje taki sam ruch otaczającej go masie wody i wzbudza w niej siłę odśrodkową. Siła ta nadaje wodzie ruch postępowy w kierunku na zewnątrz, tj. od wejścia wody do wirnika ku wyjściu.

Pod wpływem ruchu postępowego woda zostaje wpędzona do przewodu tłocznego, stanowiącego przedłużenie kadłuba pompy. W ten sposób praca niezbędna do podnoszenia słupa wody wykonana zostaje przez siłę odśrodkową, działającą podczas biegu wirnika na drodze, którą woda przebywa od wejścia do wyjścia z wirnika.

Ciśnienie wytworzone przez pompę jest zależne od ilości obrotów i nie może być zwiększone ponad pewną granicę, jak to ma miejsce w pompach tłokowych, wobec czego przy pompach odśrodkowych nie są potrzebne powietrzniki (dzwony powietrzne).

Ciśnienie atmosferyczne, jak wiadomo, odpowiada ciśnieniu słupa wody o wysokości 10,33 m. Wysokość ta wyobraża teoretyczną wysokość ssania.



Praktycznie wysokość ta jest mniejsza o sumę wysokości oporów hydraulicznych, powstających w przewodzie ssawnym podczas przepływu wody oraz przy wejściu do wirnika, a także strat, które następują przy wzbudzeniu szybkości wody w przewodzie ssawnym.

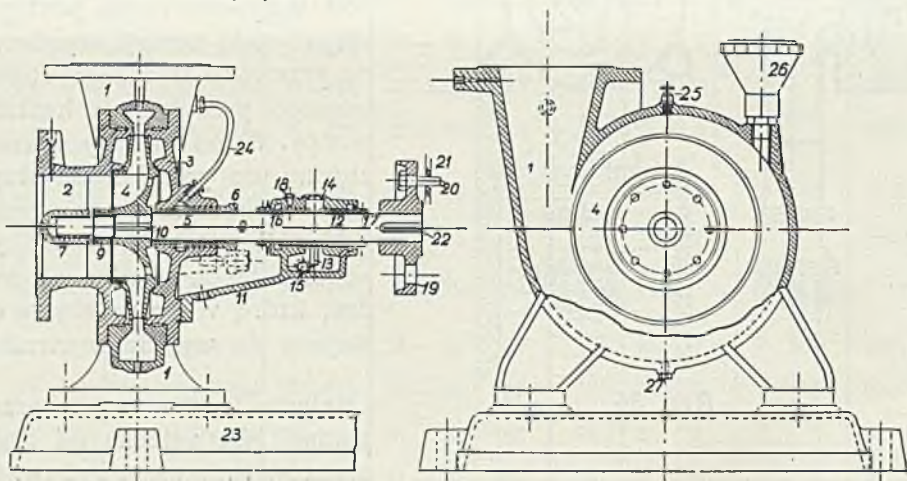
Praktyczna wysokość ssania pomp wirowych, przy starannym wykonaniu całego urządzenia, jest nieco większa, aniżeli pomp nurnikowych lub tłokowych i dochodzi do 8 m.

Nadmienić należy, że tzw. suche zasysanie, tj. odpompowanie powietrza z rury ssawnej u pomp wirowych jest niemożliwe ze względu na nieznaczną masę powietrza, wskutek czego nie może być osiągnięta odpowiednia próżnia. Innymi słowy bez zalania wirnika i przewodu ssawnego pompa ta nie zassie.

Odpowiednio do wysokości podnoszenia wody odróżniamy pompy niskiego ciśnienia (do 15 m), pompy średniego ciśnienia (do 40 m) oraz pompy wysokiego ciśnienia (ponad 40 m).

Wysokość podnoszenia wpływa na budowę pompy, tj. kształt wirnika, jego średnicę i liczbę obrotów.

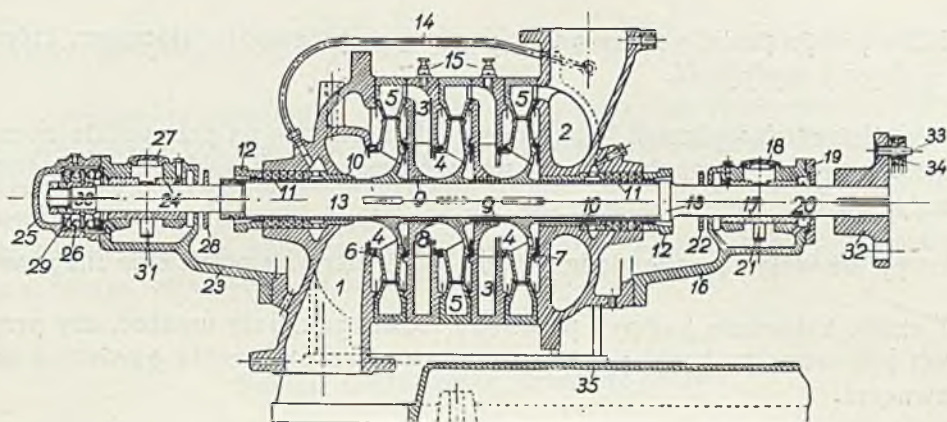
**Rys. 38** przedstawia przekrój pompy wirowej niskiego i średniego ciśnienia z kadłubem ślimakowym, przy czym główne części składowe tej pompy oznaczone są następująco:



**Rys. 38**

- |  |   |
|--|---|
| 1. Kadłub ślimakowy                                | 15. Olejowaz  |
| 2. Pokrywa z króćcem ssawnym                       | 16. Pierścień zaczepny wstrzymujący olej — wewnątrz |
| 3. Pokrywa z dławnicą                              | 17. Pierścień zaczepny — zewnątrz                   |
| 4. Koło łopatkowe                                  | 18. Śruba do umocowania                             |
| 5. Tuleja dławnicy                                 | 19. Połowa sprzęgła                                 |
| 6. Przeciwdławnik                                  | 20. Sworzeń sprzęgła                                |
| 7. Pochwa prowadnicza w pokrywie po stronie ssącej | 21. Krążki skórzane                                 |
| 8. Wał   | 22. Klin do sprzęgła                                |
| 9. Naśrubek wału                                   | 23. Płyta podstawowa                                |
| 10. Klin do koła łopatkowego                       | 24. Przewód tłoczny do dławnicy                     |
| 11. Kadłub łożyskowy                               | 25. Śruba do odpowietrzania                         |
| 12. Pochwa łożyskowa                               | 26. Lej do napełniania                              |
| 13. Pierścień smarny                               | 27. Śruba spustowa                                  |
| 14. Pokrywa łożyska                                |   |

## Pompa odśrodkowa trzystopniowa.



Rys. 39

Rys. 39 przedstawia przekrój pompy odśrodkowej trzystopniowej, przy czym główne części składowe tej pompy oznaczone są numerami:

- |  |   |
|--|---|
| 1. Króciec ssawny                              | 17. Tulejka (pochwa) łożyska niedzielona        |
| 2. Króciec tłoczny                             | 18. Pokrywa łożyska                             |
| 3. Kadłub pośredni                             | 19. Kołnierz łożyska                            |
| 4. Wirnik (koło wirowe)                        | 20. Pierścień ochronny                          |
| 5. Koło kierunkowe (prowadnicze)               | 21. Pierścień smarny                            |
| 6. Przedni pierścień uszczelniający do wirnika | 22. Tarcza wstrzymująca olej                    |
| 7. Tylny pierścień uszczelniający do wirnika   | 23. Tylni kadłub łożyska                        |
| 8. Tuleja uszczelniająca                       | 24. Tulejka łożyska niedzielona (pochwa)        |
| 9. Tulejka uszczelniająca wał (pośrednia)      | 25. Kaptur łożyska kulkowego                    |
| 10. Tulejka główna dławnicy wału               | 26. Łożysko kulkowe                             |
| 11. Przednia i tylna tulejka osłony wału       | 27. Pokrywa łożyska                             |
| 12. Przednia i tylna dławnica (przeciwdławnik) | 28. Tarcza wstrzymująca olej                    |
| 13. Wał z klinami i nakrętkami                 | 29. Tulejka łożyska kulkowego (tarcza nastawna) |
| 14. Przewód wody tłocznej do dławnicy          | 30. Koszynek łożyska kulkowego                  |
| 15. Śruba do odpowietrzania                    | 31. Pierścień smarny                            |
| 16. Przedni kadłub łożyska                     | 32. Połowa sprzęgła                             |
|  | 33. Sworzeń sprzęgła                            |
|  | 34. Podkładki sprzęgła (krążki skórzane)        |
|  | 35. Płyta podstawowa                            |



## Wskazówki potrzebne do uruchomienia pompy odśrodkowej.

Każda pompa posiada zasuwę umieszczoną na przewodzie tłocznym, którą regulujemy wydajność.

Przy ciśnieniach wyższych jak 10 m są też stosowane na przewodzie tłocznym zawory zwrotne, aby pompę i przewód ssawny ochronić przed naporem wody.

Pompy nie wolno uruchomić bez wody, gdyż zatrą się pierścienie ślizgowe.

W czasie zalewania pompy i przewodu ssawnego należy uważać, aby przy tym były otwarte kurki powietrzne w celu odprowadzenia powietrza na zewnątrz.

Jeżeli pompę uruchamiamy po raz pierwszy po jej złożeniu, to należy łożysko przepłukać olejem, po czym napełnić odpowiednią oliwą. Skontrolować pierścienie smarujące.

Smarownice należy dociągnąć, po czym zamknąć kurki.

Sprawdzić kierunek obrotu silnika podług strzałki umieszczonej na pompie. Gwinty na wale pompy odpowiadają kierunkowi obrotu. Przy błędnym obrocie wirnika nakrętki rozkręcają się. Z uwagi na tę okoliczność należy kierunek obrotu silnika kontrolować przy rozluźnionym sprzęgle.

Jeżeli pompa już była przedtem w ruchu, to można ją zalać z napełnionego przewodu tłocznego przez otwarcie obiegu przy klapie zwrotnej. Skoro woda wyjdzie z kurków powietrznych, należy zamknąć obieg i zasuwę na przewodzie tłocznym, aby przewód ssawny nie był pod ciśnieniem słupa wody w rurociągu tłocznym.

Po tych przygotowaniach należy zwolna puścić w ruch silnik napędny, tj. elektryczny, spalinowy lub tp., a przy tym nie obawiać się uszkodzenia pompy lub przewodu tłocznego, co może się zdarzyć przy zamkniętej zasuwie tylko z pompami tłokowymi.

Skoro silnik osiągnie normalną ilość obrotów, otwiera się powoli zasuwę na przewodzie tłocznym, równocześnie manometr wskazuje pełne ciśnienie robocze. Jeśli manometr silnie się waha, znaczy to, że pompa niewłaściwie zassała i wtedy należy ją na nowo zalać wodą.

Jeśli przewód tłoczny jest długi i napełniony, zdarza się, że pompa nie chwytą od razu. Wtedy należy spuścić nieco wody z przewodu tłocznego.

Jeśli pompa nie daje wody, należy ją niezwłocznie zatrzymać.

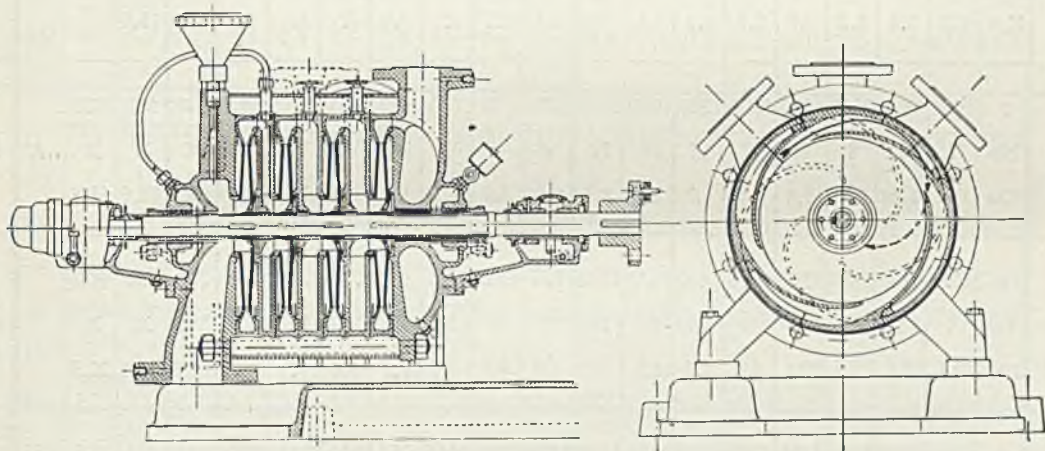
Przed zatrzymaniem pompy należy uprzednio zamknąć zasuwę regulacyjną na przewodzie tłocznym, po czym dopiero można wyłączyć silnik.

Odróżniamy pompy jedno i wielostopniowe, w zależności od ilości sprzęgniętych ze sobą wirników.

Pompy wielostopniowe wykonywane są jako pompy wysokiego ciśnienia.

Następnie odróżniamy pompy wirowe z jedno lub dwustronnym dopływem, pompy z łopatkowym kołem kierunkowym (jak na *rys. 37*) i z kołem kierunkowym w kształcie ślimacznicy (jak na *rys. 36 i 38*), poza tym pompy wirowe z wałem poziomym (jak na *rys. 36 i 37*) lub pionowym (jak na *rys. 41 i 42*) i wreszcie pompy głębinowe (*rys. 41 i 42*) oraz pompy podwodne z silnikami elektrycznymi podwodnymi (*rys. 43 do 46*).

### *Pompa odśrodkowa czterostopniowa*



*Rys. 40*

Na *rys. 40* pokazany jest przekrój pompy czterostopniowej z wałem poziomym.

Kadłub jej składa się z pojedynczych pierścieni, które wbudowane są pomiędzy obydwiema częściami końcowymi pompy i ściągnięte razem długimi śrubami.

Rozmontowanie, względnie montaż jest b. prosty.

Pompa ta zaopatrzona jest w 3 króćce do pośredniego odprowadzania wody, wobec czego może pracować jednocześnie na różne manometryczne wysokości podnoszenia, względnie może tłoczyć wodę w różne miejsca.

Dla orientacji podaje się poniżej charakterystykę wydajności niektórych pomp odśrodkowych, wykonywanych przez jedną z firm krajowych.



Tablica VI

Główne wymiary niektórych pomp odśrodkowych.

D w cal. ang.		1 1/2			2 1/2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		13		H
H	Q	100	150	200	300	450	600	800	1000	1300	1600	2000	2500	3000	3500	4000	5000	6000	7500	10000							
2	n	1250	1525	900	1100	950	700	750	550	600	470	415	425	485	325	370	430							POMPY	2		
	Nr	1	1	II	II	III	IV	IV	V	V	VI	VIII	VIII	VIII	X	X	X										
	KM	0.2	0.25	0.3	0.35	0.5	0.6	0.9	1.0	1.3	1.5	1.7	2.1	2.5	2.8	3.2	4.1										
4	n	1525	1750	1150	1200	1150	1200	900	975	750	600	650	585	610	650	470	500	530							TYPU	4	
	Nr	1	1	II	II	III	III	IV	IV	V	VI	VI	VIII	VIII	VIII	X	X	X									
	KM	0.3	0.4	0.5	0.7	0.9	1.2	1.5	1.9	2.1	2.5	3.3	3.9	4.5	5.1	5.8	7.0	10.0									
6	n	1800	1925	2100	1400	1500	1300	1050	1150	870	700	730	650	665	680	695	580	600	630							„A”	6
	Nr	1	1	1	II	II	III	IV	IV	V	VI	VI	VIII	VIII	VIII	VIII	X	X	X								
	KM	0.4	0.55	0.75	1.0	1.4	1.7	2.0	2.5	3.0	3.8	4.7	5.8	6.5	7.4	8.4	10.5	12.0	15.5								
8	n	2075	2150	2300	1550	1625	1400	1475	1275	955	1000	810	850	715	730	745	760	650	680							8	
	Nr	1	1	1	II	II	III	III	IV	V	V	VI	VI	VIII	VIII	VIII	VIII	X	X								
	KM	0.5	0.7	1.0	1.3	1.8	2.2	3.0	3.2	3.9	4.7	6.0	7.5	8.6	9.5	11.0	15.0	16.0	20.5								
10	n	2300	2350	2500	1700	1750	1550	1625	1450	1500	1090	1115	910	950	785	800	820	700	725	775							10
	Nr	1	1	1	II	II	III	III	IV	IV	V	V	VI	VI	VIII	VIII	VIII	X	X	X							
	KM	0.6	0.9	1.2	1.5	2.2	2.8	3.6	3.9	5.2	5.7	7.3	9.1	11.2	12.0	13.2	17.0	19.0	24.0	36.5							
12	n	2525	2550	2700	1900	1930	1700	1750	1550	1600	1185	1200	1270	1020	840	855	880	750	770	815							12
	Nr	1	1	1	II	II	III	III	IV	IV	V	V	V	VI	VIII	VIII	VIII	X	X	X							
	KM	0.7	1.05	1.35	1.9	2.6	3.4	4.2	4.6	5.9	6.9	8.5	11.0	14.0	14.5	16.0	19.5	23.0	28.0	42.5							
14	n	2700	2725	2925	2050	2080	1850	1850	1900	1700	1750	1275	1325	1080	895	910	930	960	810	850							14
	Nr	1	1	1	II	II	III	III	III	IV	IV	V	V	VI	VIII	VIII	VIII	VIII	X	X							
	KM	0.8	1.2	1.55	2.2	3.0	4.0	4.9	6.2	6.8	9.0	9.7	12.5	14.8	17.0	18.0	22.0	28.0	32.5	47.0							
16	n	2875	2905	3000	2175	2200	2325	1975	2050	1800	1850	1350	1400	1135	955	965	980	1010	850	890							16
	Nr	1	1	1	II	II	II	III	III	IV	IV	V	V	VI	VIII	VIII	VIII	VIII	X	X							
	KM	0.95	1.35	1.8	2.5	3.5	4.5	5.6	6.9	7.7	9.9	11.0	13.7	16.8	19.5	22.0	25.5	31.0	37.5	51.5							

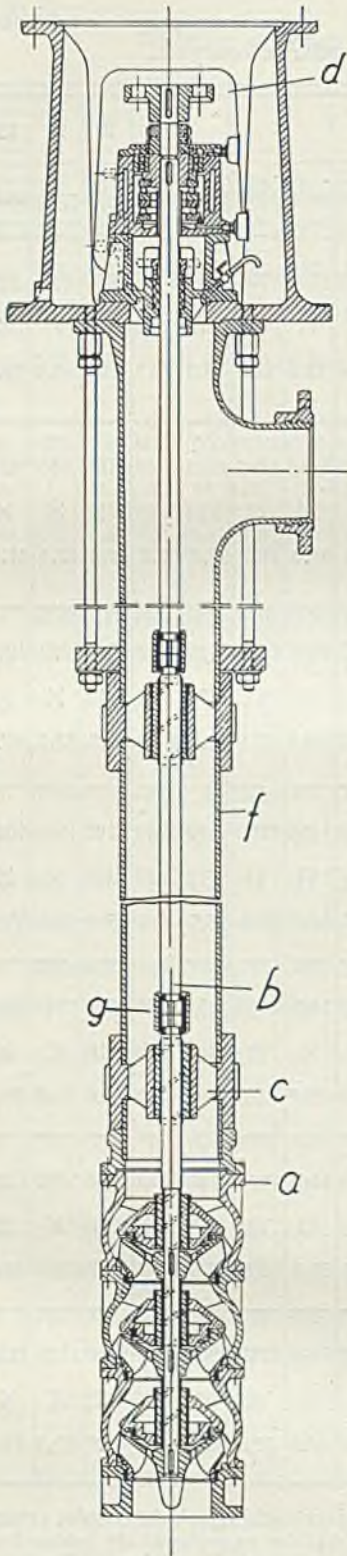
Tablica VI

Główne wymiary niektórych pomp odśrodkowych.

D w cal. ang.		1 1/2		2 1/2		3		4		5		6		7		8		9		10		11		13		H
H	Q	100	150	200	300	450	600	800	1000	1300	1600	2000	2500	3000	3500	4000	5000	6000	7500	10000					H	
18	n	3050	3075	3175	2300	2325	2425	2100	2175	1890	1940	1420	1470	1190	1005	1015	1030	1060	890	930					18	
	Nr	1	1	1	II	II	II	III	III	IV	IV	V	V	VI	VIII	VIII	VIII	VIII	X	X						
	KM	1.1	1.55	2.0	2.9	3.9	5.0	6.4	7.7	8.7	10.9	12.4	15.4	18.8	22.5	24.5	28.5	34.0	42.5	56.0						
20	n	3200	3225	3325	2425	2450	2525	2200	2300	1980	2030	1485	1535	1245	1285	1065	1080	1105	930	970					20	
	Nr	1	1	1	II	II	II	III	III	IV	IV	V	V	VI	VI	VIII	VIII	VIII	X	X						
	KM	1,2	1.7	2.25	3.3	4.5	5.6	7.3	8.6	9.8	11.8	13.9	17.1	21.0	24.5	28.0	32.0	37.5	47.5	61.5						
22	n	3350	3375	3450	2550	2575	2625	2300	2400	2065	2110	1545	1595	1300	1350	1120	1130	1150	970	1010					22	
	Nr	1	1	1	II	II	II	III	III	IV	IV	V	V	VI	VI	VIII	VIII	VIII	X	X						
	KM	1.35	1.9	2.5	3.6	5.0	6.2	8.1	9.5	11.0	13.0	15.5	19.0	23.5	27.0	31.0	36.0	41.5	53.5	67.0						
24	n	3450	3500	3525	2675	2700	2750	2400	2500	2145	2190	1610	1660	1350	1390	1170	1180	1195	1010	1045					24	
	Nr	1	1	1	II	II	II	III	III	IV	IV	V	V	VI	VI	VIII	VIII	VIII	X	X						
	KM	1.5	2.1	2.7	4.1	5.5	6.8	9.0	10.5	12.1	14.4	17.2	21.0	26.5	30.0	35.5	40.0	45.5	60.5	73.5						
26	n	POMPY			2775	2800	2825	2500	2600	2225	2270	1670	1720	1400	1440	1215	1225	1240	1045	1080					26	
	Nr				II	II	II	III	III	IV	IV	V	V	VI	VI	VIII	VIII	VIII	VIII	X	X					
	KM				4.5	6.1	7.5	10.0	11.7	13.5	15.7	18.6	23.0	29.0	33.0	40.0	45.0	50.0	66.5	81.0						
28	n	TYPY			2875	2900	2925	2600	2675	2305	2350	1720	1770	1445	1495	1260	1270	1285	1080	1115					28	
	Nr				II	II	II	III	III	IV	IV	V	V	VI	VI	VIII	VIII	VIII	VIII	X	X					
	KM				5.0	6.7	8.2	11.0	12.8	15.2	17.4	21.5	25.0	32.0	36.0	43.5	49.0	55.5	73.0	89.0						
30	n	„O“			2950	2975	3000	2700	2750	2375	2420	1770	1820	1490	1530	1305	1315	1330	1115	1150					30	
	Nr				II	II	II	III	III	IV	IV	V	V	VI	VI	VIII	VIII	VIII	VIII	X	X					
	KM				5.6	7.5	9.0	12.0	14.2	16.6	19.0	23.5	27.5	36.0	39.0	48.5	55.0	61.0	82.5	99.0						

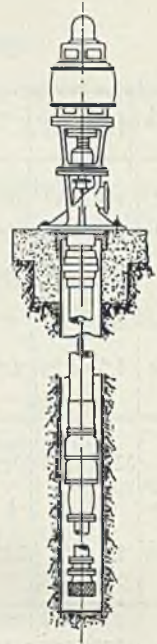
H ogólna manometryczna wysokość podnoszenia (= sumie geodezyjnych wysokości ssania, tłoczenia, oporów w rurach, kolanach, smoku, kłapie zwrotnej + zapas 1—2 metrów na wahanie się poziomów oraz ewentualną niedokładność pomiarów). Q ilość wody w litrach na minutę; D minimalna średnica rur przy krótkich przewodach; n liczba obrotów na minutę; Nr numer pompy; KM moc, zużywana przez pompę w koniach mechanicznych.





rys. 42

Rys. 41 przedstawia przekrój studni wierconej, a w niej pompę głębinową, zawieszoną na wale i rurach wznoszących-łącznikowych z silnikiem elektrycznym pionowym ustawionym dokładnie centrycznie nad studnią na specjalnej głowicy na powierzchni ziemi.



rys. 41

Montaż takiej pompy odbywa się odmiennie niż pomp zwykłych, ustawianych na fundamentach w pomieszczeniach pompowni naziemnych. Na przykład pompę pokazaną na rys. 42 montuje się w sposób następujący:

Po ześrubowaniu pompy z rurociągiem ssawnym i zaworem stopowym spuszcza się ją do studni za pomocą wielokrążka przymocowanego na belce lub specjalnym rusztowaniu i utrzymuje tak, by górna kryza *a* była łatwo dostępna.

Dalszy montaż odbywa się w następujący sposób:

- 1 — na kryzę pompy *a* nakłada się papierowe uszczelnienie,
- 2 — na kryzę pompy naśrubowuje się rurę łącznikową,
- 3 — na górną kryzę rury łącznikowej nakłada się papierowe uszczelnienie lub uszczelnia się gwint, jeśli rury łącznikowe łączą się na gwint z łożyskami pośrednimi (jak na rys. 42),

- 4 — nasadza się lub nakręca łożysko pośrednie *c*,
- 5 — próbuje się, czy wał daje się lekko i jednostajnie obracać ręką,
- 6 — na wystający wał pompy nasadza się pierwszy wał pośredni *b* oraz łączy się oba za pomocą dwudzielnego sprzęgła i nasuniętej nań pochwy *g*,
- 7 — nakręca się rurę wznosną *f*,
- 8 — opuszcza się niżej, tak, by najwyższa kryza lub nagwintowana część rury była jeszcze dostępną,
- 9 — na wystający wał pośredni nasadza się następne łożysko itp. powtarza się tok pracy, jak wyżej opisany. Na ostatni wał pośredni nasadza się wał głowicy i sprzęgła *d* w ten sam sposób.

Następnie nakłada się jeszcze jedną rurę łącznikową z umieszczonym na niej łożyskiem pośrednim.

Ponad wałem głowicy nakłada się na gotowy już rurociąg łącznikowy głowicę i ześrubowuje z rurociągiem łącznikowym.

Całość spuszcza się tak głęboko, by podstawa głowicy spoczęła na dźwigarach.

Przed przymocowaniem należy głowicę ustawić dokładnie pionowo, w razie potrzeby, za pomocą podkładek.

Teraz nakłada się łożysko kulkowe i nasuwa się nawał głowicy tulejącoś z siedzącym na niej łożyskiem kulkowym promieniowym i nakrętką zaciskową.

Potem podnosi się cały wał, którego ciężar spoczywał dotychczas na wirnikach pompy, za pomocą nakrętki zaciskowej, tak, by ciężar ten podjęty został przez łożysko kulkowe, a wirniki znajdowały się we właściwym położeniu.

Wał powinien teraz obracać się znacznie lżej niż przed zaciągnięciem nakrętki zaciskowej.

Nakrętkę należy zabezpieczyć i nabić na koniec wału połówkę sprzęgła *d*. W dalszym ciągu nasadza się na głowicę silnik pionowy, na którego wale znajduje się druga połówka sprzęgła.

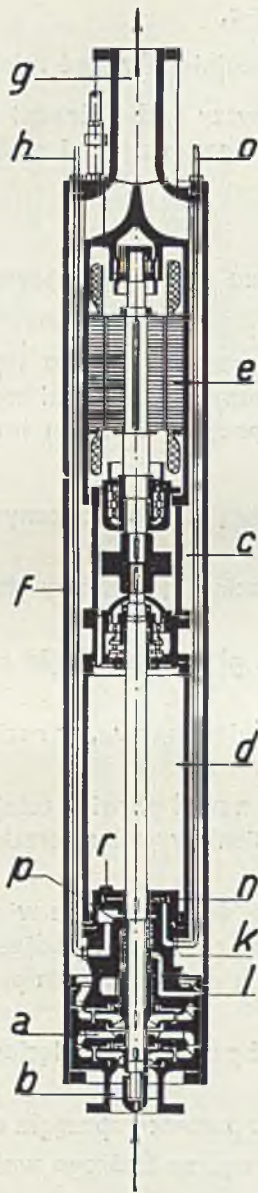
Przed sprzężeniem należy silnik puścić w ruch na pełne obroty, by przekonać się, czy biegnie bez zarzutu i bez drgań i czy posiada należyty kierunek obrotu. Jeżeli wszystko jest w porządku, sprzęga się silnik z pompą.

Kierunek obrotów podany jest strzałką na głowicy.

Rurociąg tłoczny należy starannie ująć i podeprzeć, gdyż nie powinien wywierać żadnego nacisku na pompę.

Oddzielną grupę pomp wirowych stanowią podwodne elektryczne zespoły pompowe, zawieszane na rurach tłocznych. Ilość konstrukcji jest dosyć ograniczona, gdyż chronione są one zazwyczaj patentami międzynarodowymi.





Rys. 43

Na rys. 43 przedstawiony jest taki zespół pompy, zbudowany w ten sposób, że ani silnik, ani łożyska nie mogą być zalane wodą, gdyż są umieszczone w dzwonie powietrznym, nie dopuszczającym wody do tych części.

Pompa taka nie wymaga żadnej obsługi, a smarowanie jej odbywa się raz na kilka tysięcy godzin pracy — przy normalnym dniu pracy raz na 1 rok; nie wymaga ona budynków ani fundamentów i jest zupełnie pewna w ruchu.

Praca takiej pompy jest następująca: woda wchodzi osiowo przez wlot *b* do jedno — lub wielostopniowej pompy *a* i przepływa do pierścieniowego przewodu tłocznego *c*, utworzonego przez zewnętrzne ściany dzwonu powietrznego *d* silnika *e* z jednej strony i płaszcz zewnętrznego *f* z drugiej strony i wreszcie przechodzi przez otwór tłoczny *g* do rurociągu zasilającego.

Według opisu firmowego ciśnienie w otworze pierścieniowym *c* nie pozwala ulotnić się powietrzu, znajdującemu się w dzwonie *d* i silniku *e*.

O ile nawet woda z otworu pierścieniowego *c*, dostanie się w jakikolwiek sposób do dzwonu *d*, to wtedy również nie może podnieść się w dzwonie zwierciadło wody, gdyż woda natychmiast zostaje wypchnięta przez rurkę *h*.

Również nie może nastąpić absorpcja powietrza przez wodę, przedostającą się przez dławnicę pompy, gdyż takowa jest odprowadzana z wnętrza pierścieniowego *k*, przez odwadniające pomieszczenie *l* i otwór, do studni.

Jeżeliby jednak jakimkolwiek nieprzewidzianym sposobem ulatniało się powietrze, to woda, która dostałaby się do dzwonu, zostanie wypchnięta przez sprężarkę *n*.

Sprężarka ta ssie powietrze za pomocą rurki *o*, wтяca je do dzwonu *d* tworząc tam nadciśnienie, które wypycha wodę do studni przez rurkę *h*.

Gdy woda z dzwonu zostanie wypchnięta do rurki *h*, sprężarka przestaje pracować i rozpoczyna swą pracę w chwili, gdy woda dojdzie do poziomu sprężarki.

Dzięki tej budowie dzwon powietrzny, silnik i łożyska są zawsze zabezpieczone od wody. Rurki *h* i *o* nie posiadają wentyli. Woda znajdująca się poniżej sprężarki uszczelnia te rurki tak, że powietrze nie może się ulotnić z dzwonu.

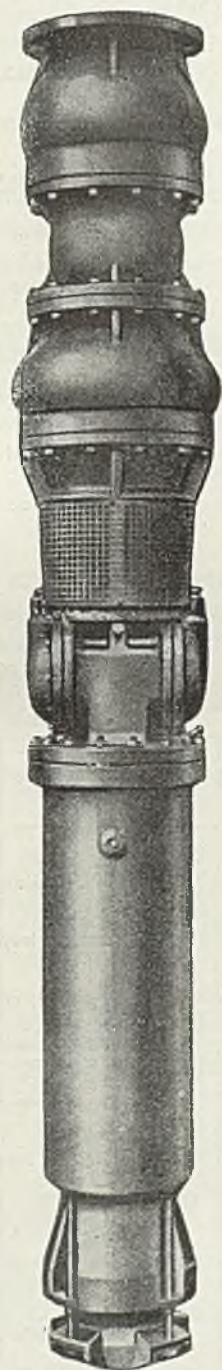
Pompa ta ma jeszcze tę zaletę, że ssanie znajduje się u dołu pompy, a nie jak w innych konstrukcjach z boku, co pozwala na założenie ew. rury ssawnej, względnie przy większych głębokościach zmontowania całej baterii tych pomp, jednej nad drugą, co ma wielkie znaczenie przy wąskich otworach i dużych głębokościach.

Prąd doprowadza specjalny kabel w oponie gumowej, dołączony szczelnie do silnika.

Pompy takie można zastosować już do studni wierczonej, średnicy 150 mm oraz motoru o mocy od 1 KW do 200 KW.

Na *rys. 44* pokazany jest widok zewnętrzny, a na *rys. 45* przekrój podłużny podobnej do poprzednio opisaney pompy podwodnej, z tą jednak różnicą zasadniczą, że silnik elektryczny jest dobudowany poniżej pompy. Stator silnika z uzwojeniami odgraniczony jest szczelnie za pomocą specjalnej konstrukcji od komory wirnikowej, wypełnionej emulsją.

Mianowicie: między wirnikiem (rotorem) i statorem wbudowana jest opatentowana tuleja, składająca się z warstw pierścieni żelaznych i z materiału izolacyjnego. Tuleja ta jest trwała, wytrzymała przy dowolnych ciśnieniach wewnętrznych i zewnętrznych i jest zupełnie nieczuła na działanie ciepła i zmian temperatury, tak że dostanie się wody lub wilgoci do komory statorowej jest zupełnie wykluczone. Tuleja ta, dzięki swym warstwom blaszanym i izolacyjnym uniemożliwia powstawanie elektrycznych prądów wirowych, wskutek czego współczynnik sprawności tego silnika podwodnego nie ustępuje sprawności normalnego silnika z wirnikiem krótkozwartym.



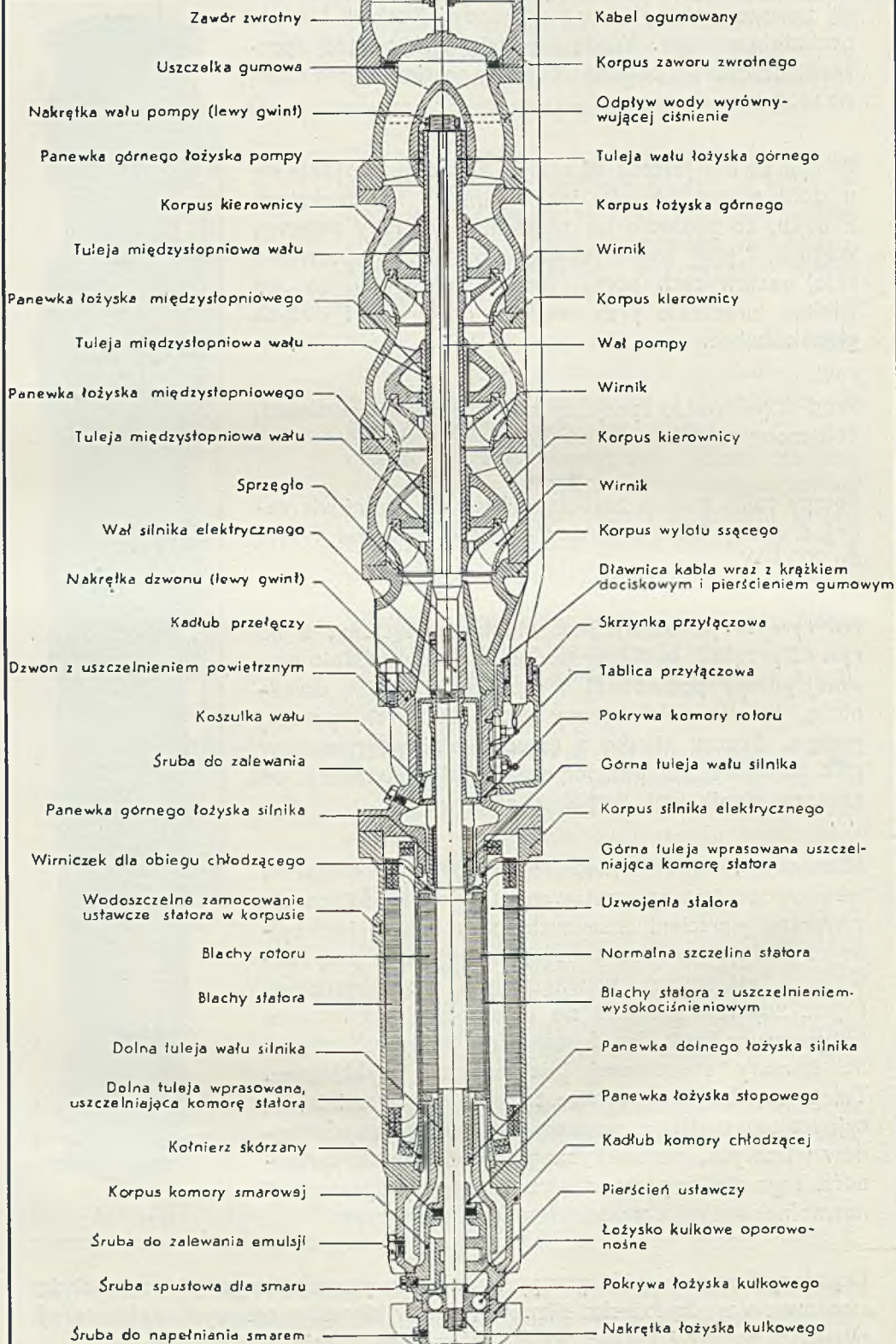
*Rys. 44*

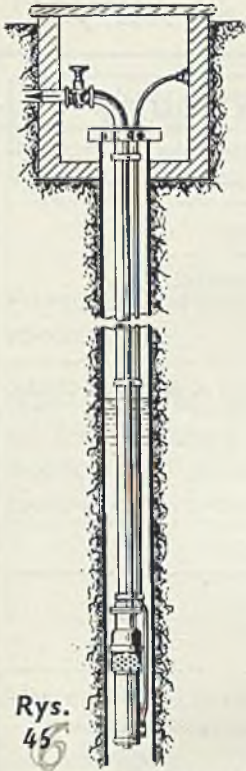
Do ułożyskowania wału pompy i silnika w promieniowym kierunku służą smarowane wodą łożyska ślizgowe, zaś w kierunku osiowym, zależnie od wielkości pompy i jakości wody, różne konstrukcje odciążające.



# ELEKTRYCZNY POMPOWY

# ZESPÓŁ GŁĘBINOWY





Rys.  
45

Montowanie zespołu pompowego jest proste. Należy uważać, aby był on umieszczony na takiej głębokości, by zwierciadło czynne wody nigdy nie obniżyło się poniżej sita ssawnego między pompą i silnikiem.

Na rys. 46 widoczny jest sposób ustawienia elektropompy głębinowej z silnikiem elektrycznym, pracującym pod wodą w studni artezyjskiej.

Podana poniżej tabliczka wskazuje rozmiary takich pomp budowanych przez jedną z krajowych wytwórni.

**Uwaga:**

*Przy podawaniu średnicy otworu studni wierconej należy pamiętać, że rury są łączone na gwinty różnymi sposobami. Jeżeli zastosowano nasuwki wewnętrzne, to średnica otworu jest zmniejszona.*

Najmniejsza średnica otworu studni w calach	6 1/4"	8"	10"	12"	16"	18"	20"	24"	28"
Wydajność od — do m <sup>3</sup> godz.	1,5 do 12	6 do 50	12 do 60	24 do 130	60 do 240	120 do 480	240 do 720	360 do 1200	400 do 1500
Manometr. wysokość podnoszenia od — do m	10 do 60	10 do 100	20 do 150	30 do 200	30 do 200	30 do 300	30 do 150	30 do 150	30 do 250
Moc silnika od — do w KM	1 do 3	2 do 10	4 do 20	10 do 50	15 do 70	20 do 125	25 do 125	60 do 250	100 do 400
Sprawność pompy $\eta_p$ , %	55	60	70	75	77	78	78	78	80
Sprawność silnika $\eta_s$ , %	80	84	87	88	89	90	91	91	92

Pompy odśrodkowe, jak wynika z ich opisu, wymagają większej ostrożności w obsłudze i większej znajomości ich konstrukcji, aniżeli pompy Worthington'a, dlatego też podajemy poniżej „wskazówki dla usunięcia błędów“, zauważonych w czasie ich uruchamiania, które częściowo mają zastosowanie i do innych pomp.



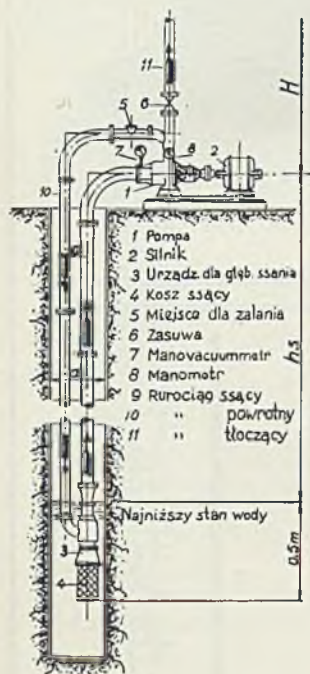
## Wskazówki dla usunięcia błędów w działaniu pomp odśrodkowych

Wada	Przyczyna	Sposób usunięcia
<b>Przy uruchomieniu pompa nie tłoczy</b>	Niewłaściwie napełniona	Powtórnie zalać, dobrze odpowietrzyć
	Za niskie obroty	Podwyższyć
	Kurek powietrzny lub przy sztaufferze jest otwarty i wpuszcza powietrze	Kurki zamknąć
	Wentyl stopowy nieszczelny i woda uchodzi, kosz ssący zatkany (szczególnie przykre są liście, które przy ssaniu przylegają do kosza)	Kosz ssący z wentylem zbadać
	Dławik nieszczelny	Dociągnąć
<b>Pompa tłoczy za mało wody</b>	Obroty za niskie	Podwyższyć
	Kosz ssący częściowo zatkany	Oczyścić
	Wysokość ssania przez obniżenie zwierciadła wody za wysoka	Przeczekać aż studnia się napełni, lub pompę niżej ustawić
	Za wysokie tłoczenie	Jeżeli mała różnica podwyższyć obroty
<b>Trzaskające odgłosy w pompie</b>	Powietrze w pompie	Na nowo zalać
	Ilość wody za wielka, tłoczenie za małe	Przydławić zasuwą aż do spokojnego biegu
<b>Pompa przestaje tłoczyć</b>	Małe nieszczelności w rurociągu ssawnym lub dławiku, przez które z czasem przenika powietrze i urywa słup wody	Zbadać rurociąg ssawny przez próbę wodną
	Poziom wody studni zbyt niżej obniżył	Pompę zatrzymać, przeczekać aż woda napłynie i zalać pompę
	Kosz ssący zamulony	Kosz ssący oczyścić i ochronić sitem dla powstrzymania większych zanieczyszczeń
<b>Wzdłuż osi uchodzi oliwa z łożyska</b>	Za dużo oliwy w łożysku Kanały oliwne zatkane	Łożysko napełnić tylko do znaku Przepchać kanały drutem
<b>Pompa zużywa za dużo mocy</b>	Tłoczenie jest mniejsze niż było przewidziane	Pompę dławić zasuwą na rurociągu tłocznym, jeżeli możliwe obniżyć obroty. Przy zbyt wielkich różnicach zwrócić się do wytwórni
	Łożysko kulkowe pękło	Zbadać i wymienić

**POMPY EŻEKTOROWE, CZYLI TZW. URZĄDZENIE DO GŁĘBOKIEGO SSANIA.**

Pompy odśrodkowe są stosowane także w połączeniu z pompami eżektorowymi.

Jeżeli odległość poziomu czynnego zwierciadła wody w studni artezyjskiej od środka pompy wynosi ponad 7 m, a przy tym przewód ssawny jest długi, wobec czego zwykłe ssanie pompy jest niewystarczające, wówczas można stosować urządzenie do głębokiego ssania, które przedstawia nam *rys. 47*.



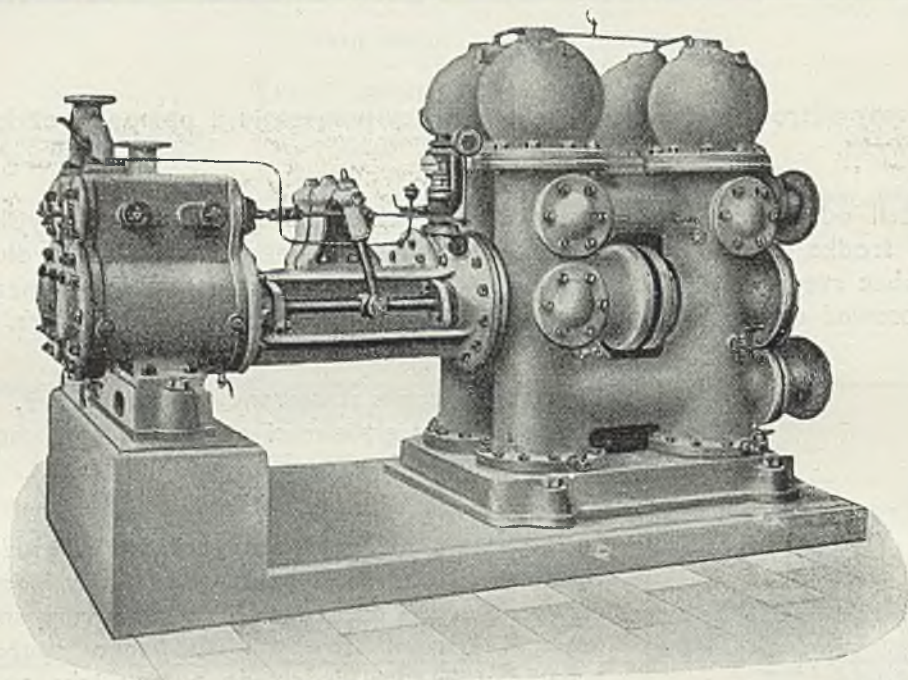
Rys. 47

Urządzenia takie stosowane są na P. K. P. do pompowania z głębokości do 25 m, lecz mogą być stosowane do dowolnej głębokości.

Urządzenie takie polega na tym, że w studni opuszcza się aparat głębokossący (zwany inaczej elewatores lub eżektorem) z krótką rurą smokową i koszem ssawnym. Od tego aparatu prowadzą 2 rury, jedna do pompy jako przewód ssawny, druga zaś o mniejszej średnicy dołączona jest do przewodu tłoczego. Przy rozpoczęciu pompowania musi być rura ssawna i tłoczna (powrotna) zalana wodą oraz potrzebne jest pewne jej ciśnienie, z góry ustalone. Aparat ten jest uruchamiany wodą z pompy pod ciśnieniem, tj. gdy woda zasysana tłoczona jest do zbiornika, część tej wody z przewodu tłoczego wtłaczana jest równocześnie do rury powrotnej, idącej do aparatu. Wodę, która służy do tego celu, nazywamy wodą „roboczą“. Woda „robocza“ przepływa pod ciśnieniem przez dyszę aparatu (elewatora, eżektora) wytwarzając silny prąd, który ssie, tj. porywa za sobą wodę „użytkową“ ze studni.

Ponieważ pompa odśrodkowa nie wszystką wodę przetłacza do zbiornika, lecz część jej krąży dla wzmożenia ssania wody ze studni, urządzenie takie jest mniej ekonomiczne niż urządzenie normalne, tj. zwykły przewód ssawny i pompa pompująca z małych głębokości.





POMPA ZASILAJĄCA SY-  
STEMU WORTHINGTON'A  
TYPU NURKOWEGO WY-  
SOKIEGO CIŚNIENIA

## POMPA POWIETRZNA (MAMUT).

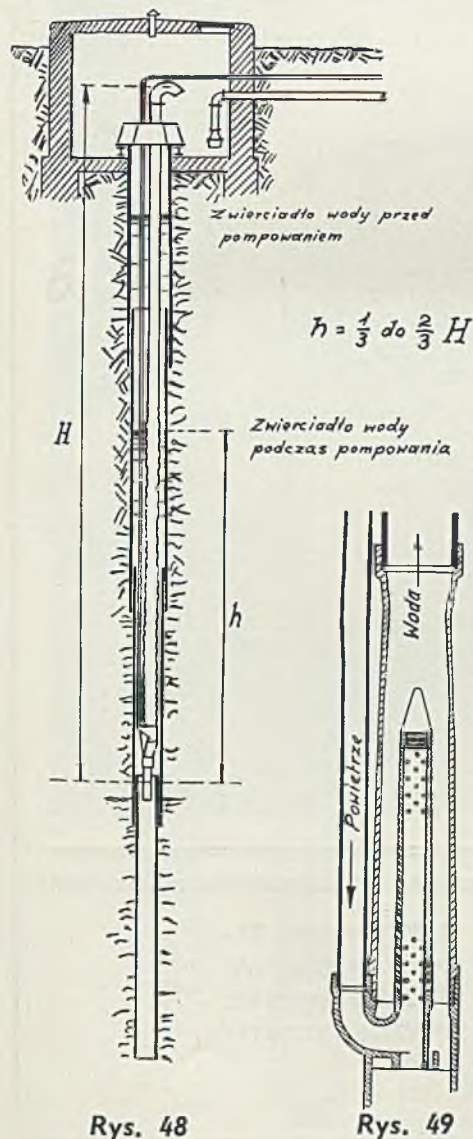
Pompa Mamut (rys. 48) jest to syfon specjalnej konstrukcji, połączony z dwiema rurami różnej średnicy, z których rura większej średnicy służy do podnoszenia wody, druga o średnicy mniejszej — do doprowadzenia sprężonego powietrza.

Ażby pompa powietrzna (pneumatyczna) mogła działać, należy syfon (rys. 49) tak głęboko opuścić w wodę, aby zanurzenie podczas pompowania równało się mniej więcej wy-

sokości podnoszenia wody, mierząc od czynnego zwierciadła wody do wylotu rury. Zanurzenie syfonu w żadnym razie nie może być mniejsze niż  $\frac{1}{3}$  część wysokości podnoszenia.

Ciśnienie powietrza w rurze zasila-  
jącej równa się ciśnieniu słupa  
wody, którego wysokość mierzy się  
odległością czynnego poziomu (zwier-  
ciadła) wody (podczas pompowania)  
od opuszczonego do studni syfonu.  
Powietrze sprężone, przechodząc  
przez syfon do rury podnoszącej,  
miesza się z wodą, znajdującą się  
w tej rurze. Mieszanina wody z po-  
wierzchem, wewnątrz rury, jako lżejsza  
gatunkowo od wody w studni,  
wskutek ciśnienia słupa wody okala-  
jącej rurę, podnosi się wyżej, a przy  
odpowiednio dobranej ilości po-  
wietrza i głębokości zanurzenia sy-  
fonu mieszanina wody z powietrzem  
dosięga wylotu rury i wylewa się  
do zbiornika.

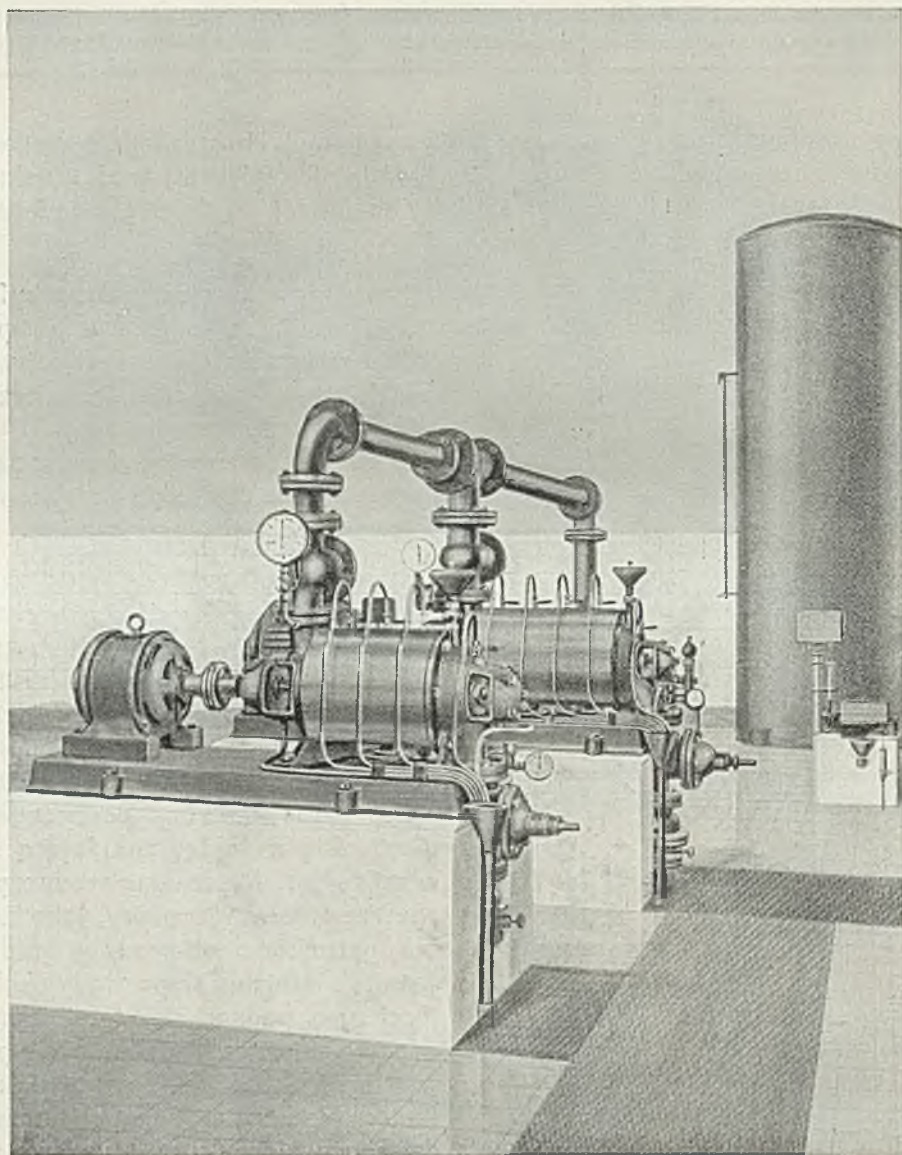
Wydajność pompy „Mamut“ może  
praktycznie dochodzić do 4 m<sup>3</sup>/min.  
Dla podniesienia 1 litra wody na  
wysokość do 15 m należy zużyć po-  
wietrza około 3 litrów o ciśnie-  
niu atmosferycznym. Ciśnienie po-  
wietrza powinno być nieco większe  
od ciśnienia słupa wody „h“.



Rys. 48

Rys. 49

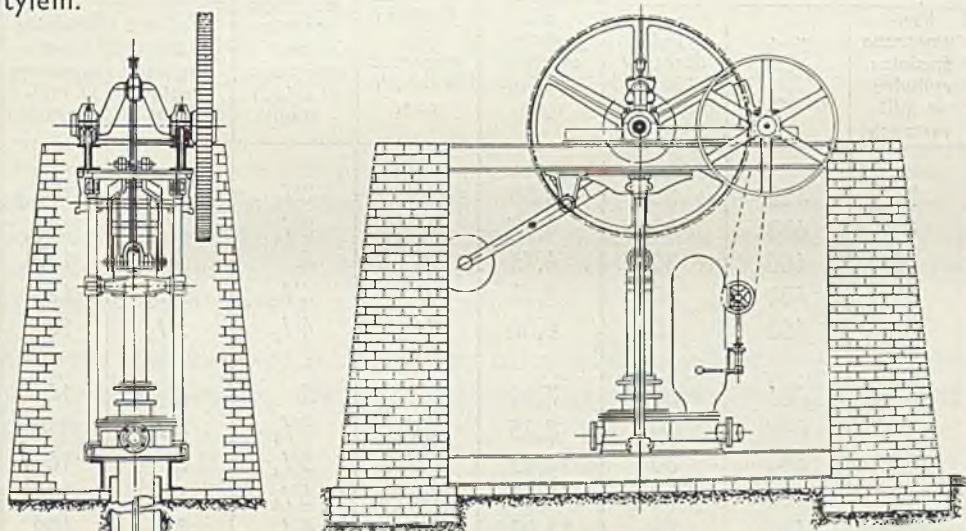




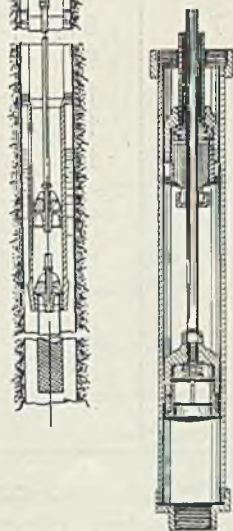
ELEKTRYCZNE ZE-  
SPOŁY POMPOWE  
ZE ZBIORNIKIEM  
HYDROFOROWYM

POMPA ŻERDZINOWA, JEJ OPIS I DZIAŁANIE.

Pompa żerdzinowa (rys. 50) należy do typu pomp podnoszących wodę tłokiem tarczowym, w środku którego umocowany jest wentyl lub kłapa samoczynnie działające. — Konstrukcja pomp żerdzinowych polega na tym, że u dolnego końca rur opuszczonych do studni niżej najniższego poziomu wody, umocowany zostaje cylinder, w którym posuwa się zawieszony na żerdzinach wewnątrz rur pompowych tłok tarczowy z klapą lub wentylem.



Rys. 50



Rys. 51

Z cylindra przez rury pompowe woda zostaje podniesiona do skrzyni tłocznej, w której pracuje nurnik (zakończenie górne żerdzin), ten ostatni zabezpiecza równomierność wypływu wody. Gdy bowiem tłok tarczowy idzie do góry — podnosi wodę, gdy zaś tłok opuszcza się następuje działanie nurnika, który wodę wypycha.

Do osiągnięcia równomiernego biegu pompy służy mechanizm napędny z przeciwwagą, która równoważy ciężar żerdzin i słupa wody podnoszonej. Konstrukcja tego mechanizmu jest następująca: nurnik pompy żerdzinowej zakończony jest krzyżulcem prowadzonym przez dwa równoleżniki.



Czopy krzyżulca obchwytyją korbówód, który złączony jest z korbą wału, na którym umocowane jest koło zębate, otrzymujące ruch od małego kółka zębatego, które znajduje się na jednym wale z kołem pasowym silnika.

Na rys. 51 pokazany jest przekrój brązowego cylindra roboczego o podwójnym działaniu. Tłoki i zawory wyjmują się z żerdzinami, nie rozbie-  
rając przewodu rurowego.

**TABLICA VII**

**Tablica wymiarów i wydajności pomp  
dla rur wiertniczych i rur podnoszących — gwintowanych**

Wymiary pompy			Wy- dajność na godzinę metrów sześciennych	Rura tłocząca średnica we- wnętrzna w calach ang.	Rura pod- nosząca średnica ze- wnętrzna w calach ang.	Rura wiertnicza najmniejsza dla danej pompy	
We- wnętrzna średnica cylindra w mili- metrach	Skok w mili- metrach	Ilość obrotów korby na minutę				Średnica we- wnętrzna w calach ang.	Średnica we- wnętrzna w mili- metrach
76	480	30	3,50	1 $\frac{1}{2}$	3 $\frac{1}{2}$	4 $\frac{1}{2}$	106,5
80	480	30	4,00	1 $\frac{1}{2}$	3 $\frac{3}{4}$	4 $\frac{3}{4}$	113
88	480	30	4,75	2	4	5	119
92	480	30	5,25	2	4 $\frac{1}{4}$	5 $\frac{1}{4}$	125
98	480	30	6,00	2	4 $\frac{1}{2}$	5 $\frac{1}{2}$	131
110	480	30	7,50	2	5	6	143
116	480	30	8,25	2 $\frac{1}{2}$	5 $\frac{1}{4}$	6 $\frac{1}{2}$	156
128	480	30	10,25	2 $\frac{1}{2}$	5 $\frac{3}{4}$	7	169
140	480	30	12,00	3	6 $\frac{1}{4}$	7 $\frac{1}{2}$	180
146	480	30	13,00	3	6 $\frac{1}{2}$	8	192
158	600	24	15,50	3	7	8 $\frac{1}{2}$	203
168	600	24	17,50	3	7 $\frac{1}{2}$	9	216
180	600	24	20,00	3	8	10	241
200	600	24	25,00	4	9	11	264
224	600	24	31,00	4	10	12	290
246	600	24	37,00	4	11	13	316
270	600	24	45,00	5	12	14	342
296	600	24	54,00	5	13	15	366
322	600	24	64,00	6	14	16	391
346	600	24	75,00	6	15	17	417
370	600	24	85,00	6	16	18	442

U w a g a: ilość obrotów podana jest w tablicy dla głębokości czerpania około 20 m; przy większej głębokości ilość obrotów jest odpowiednio zmniejszana, przy mniejszej zaś można ją cokolwiek powiększyć.

**POMPA NURNIKOWA, LUB TŁOKOWA KORBOWA  
DO RUCHU TRANSMISYJNEGO.**

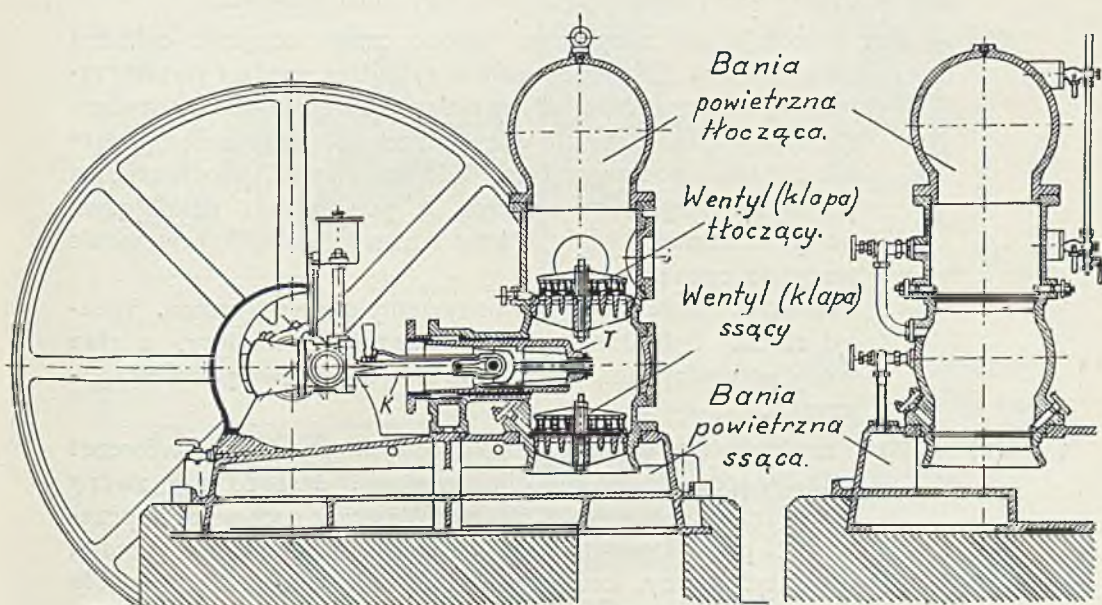
**a) Pompa pojedynczego działania.**

Na *rys. 52* przedstawiona jest tak zwana pompa tłocząca pojedynczego działania.

Tłok *T* tej pompy porusza się w cylindrze poziomo tam i z powrotem pomiędzy dwoma krańcowymi położeniami zależnymi od korby; jest on podłużny cylindryczny o przekroju kołowym — nazywa się inaczej nurem. Nur jest na zewnątrz uszczelniony za pomocą dławnicy, co pozwala nawet w czasie ruchu pompy usunąć zauważone nieszczelności przez odpowiednie dokręcenie śrub dławnicy.

Do uruchomienia tej pompy służy przekładnia pasowa, za pomocą której obrotowy ruch koła pasowego udziela się korbie (niewidocznej w swoim położeniu na rysunku, gdyż znajduje się ona w przednim punkcie martwym), za pośrednictwem zaś korbowodu *K* przemienia się obrotowy ruch korby w wahadłowy ruch nura.

Również wał korbowy takiej pompy otrzymuje ruch bezpośrednio od silnika wolnobieżnego, albo za pośrednictwem odpowiedniej przekładni zębatej.



Rys. 52



Wentyl (klapa) ssawny jest umieszczony w dolnej, a wentyl (klapa) tłoczny w górnej części cylindra. Oba wentyle są z góry obciążone sprężynami, aby szczelniej i szybciej dociskały się do swojego gniazda.

Zasysanie wody odbywa się nie bezpośrednio ze studni, lecz z powietrznika — tak zwanej bani powietrznej ssawnej, umieszczonej w podstawie pompy. Tłoczenie wody do rurociągu tłoczego odbywa się również przez powietrznik — banię powietrzną tłoczną.

Powietrznik ssawny zapewnia lepsze ssanie przez to, że tylko względnie krótki słup wody, znajdujący się między nim a właściwą pompą, powraca podczas każdego skoku do stanu bezruchu i wymaga ponownego przyspieszenia. We właściwej zaś rurze ssawnej przez cały okres skoku panuje prędkość w przybliżeniu niezmienna. Z tego też powodu powietrznik ten ustawia się możliwie najbliżej wentyli ssawnych.

Objętość powietrza w tym powietrzniku równa się 5 do 10-krotnej objętości opisanej ruchem całego skoku tłoka (nura).

Należy przestrzegać, aby przed uruchomieniem takiej pompy wszystkie przewody były napełnione wodą, zaś banie powietrzne powinny być napełnione tylko częściowo.

Działanie pompy w ciągu jednego obrotu korby zależne od kierunku ruchu nura można objaśnić następująco:

(a) — Nur znajduje się w krańcowym położeniu najdalej wciśnięty w cylinder (jak na rysunku). Objętość cylindra jest wówczas najmniejszą. Oba wentyle są zamknięte, a prędkość nura i wody we wszystkich przewodach pomiędzy baniami powietrznymi jest w danej chwili równa zeru. Jest to tak zwany wewnętrzny punkt martwy nura (tłoka).

(b) — Nur wycofuje się z cylindra, wobec czego objętość cylindra zwiększa się. Ciśnienie wody w cylindrze spada i wytworzyłaby się w nim próżnia, gdyby nie to, że wentyl ssawny otwiera się, skoro tylko ciśnienie w cylindrze stało się nieco mniejsze niż ciśnienie pod wentylem. Różnica ciśnień, jaka zachodzi pomiędzy wnętrzem cylindra, a powietrzem działającym na powierzchnię wody w bani ssawnej, powoduje wessanie wody do cylindra.

Ten okres działania pompy nazywamy okresem ssania. Wentyl tłoczny był przez cały okres ssania zamknięty, a słup wody pomiędzy nim, a banią powietrzną ssawną, był w spoczynku.

(c) — Nur znajduje się w drugim krańcowym położeniu, wówczas cylinder posiada objętość największą. Jest to tak zwany zewnętrzny punkt martwy nura. Wówczas ruch wody w przewodach pomiędzy cylindrem i banią powietrzną ssawną ustaje, a wentyl ssawny, który działanie prądu wody utrzymywało w stanie otwartym, zamknie się pod wpływem sprężyny i ciężaru własnego.

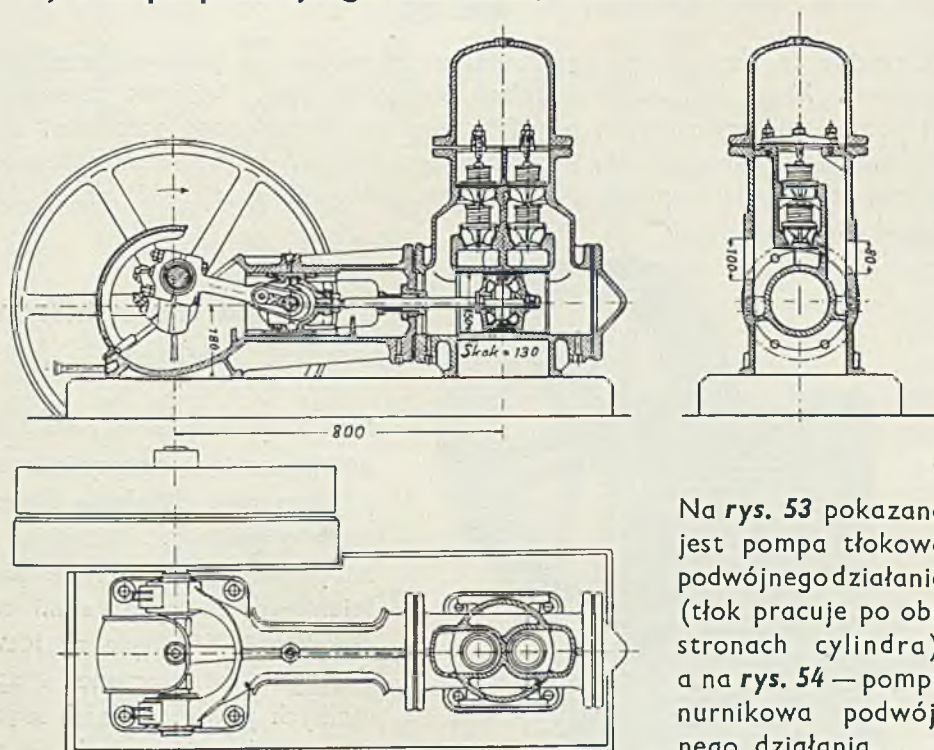
(d) — Nur posuwa się z powrotem do położenia takiego, jakie zajmował w okresie ssania, tak że objętość cylindra zmniejsza się. Wskutek tego ciśnienie w cylindrze nagle wzrasta, lecz skoro tylko stało się większym niż ciśnienie wody nad wentylem tłoczącym, wentyl ten otwiera się, a woda zostaje wypchnięta z cylindra do bani powietrznej tłocznej. Do siły zamykających wentyl ssawny, tj. do jego własnego ciężaru i do siły sprężyny przyłączyła się jeszcze w tym samym kierunku działająca siła, proporcjonalna do różnicy ciśnień, działających na jego górną i dolną powierzchnię. Słup wody, znajdujący się pomiędzy wentylem ssawnym a banią powietrzną ssawną, pozostał w spokoju.

Ten okres działania nazywa się okresem tłoczenia.

Innymi słowy, w czasie jednego obrotu korby jest jeden okres ssania i jeden tłoczenia i dlatego pompa ta nazywa się pompą p o j e d y n c z e g o d z i a ł a n i a.

Ponieważ w pompach korbowych nie można uniknąć uderzeń przy zamykaniu wentyli, więc zamiast jednego dużego wentyla stosuje się zwykle grupę wentyli mniejszych o kształcie pierścieniowym. Wentyle takie widzimy w pompie, przedstawionej na *rys. 54*.

## b) Pompa podwójnego działania, tłokowa i nurnikowa.

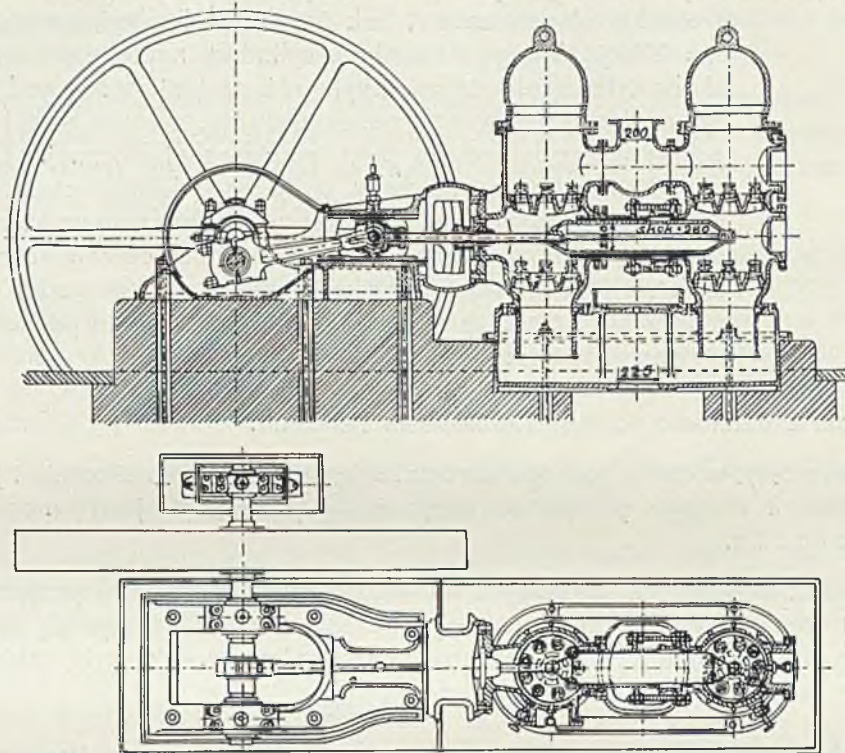


Na *rys. 53* pokazana jest pompa tłokowa podwójnego działania (tłok pracuje po obu stronach cylindra), a na *rys. 54* — pompa nurnikowa podwójnego działania.

Rys. 53

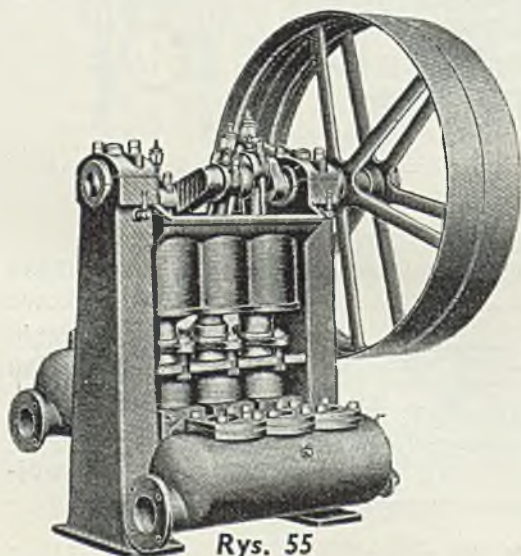


## Pompa podwójnego działania — nurnikowa.



Rys. 54

Wszystkie te trzy pompy są leżące, uruchamiane za pomocą przekładni pasowej. Mogą być także podobne pompy stojące. Również stosowane są pompy wielocylindrowe, pojedynczego lub podwójnego działania, uruchamiane od jednego wału wykorbionego, których korby są przestawione o tyle stopni, ile wypada z podzielenia całego koła, tj.  $360^\circ$  przez ilość cylindrów.



### c) Pompa trzycylindrowa stojąca.

Rys. 55 przedstawia nam taką pompę stojącą trzycylindrową pojedynczego działania z przekładnią pasową. Pompy te są zaopatrzone w ventyle pierścieniowe ze sprężynami naciskowymi. Ventyle są łatwo dostępne, umieszczone w specjalnych powietrznikach ssąco-tłoczących widocznych na rysunku.

Normalnie wentyle są brązowe, lecz stosowane są także z uszczelnieniami skórzanymi. Krzyżulce suwają się w cylindrycznych łożyskach — prowadnicach, pod bocznym ciśnieniem korbowodów (trzonów tłokowych), wskutek czego możliwość jednostronnego zużycia nurów i dławnic jest minimalna. Dławnice są łatwo dostępne i mają obszerne komory dla uszczelniaczy. Czopy poruszają się w dobrze smarowanych panwiach łożyskowych. Łożyska zaopatrzone są w smarownicę obręczkową.

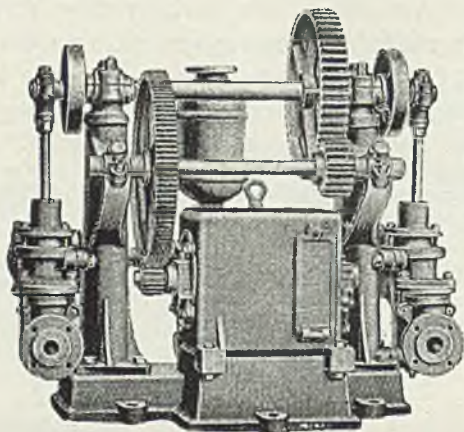
**Na tablicy VIII podane są główne wymiary takich pomp i ich wydajność.**

**Tablica VIII**

Wydajność m <sup>3</sup> na godzinę	Wysokość manometryczna w metrach	Średnica nura w milimetrach	Skok nurów w milimetrach	Ilość skoków na minutę	Średnica szluceru ssawnego w milimetrach	Średnica szluceru tłoczego w milimetrach	Najmniejsza średnica rur ssawnych w milimetrach	Najmniejsza średnica rur tłoczonych w milimetrach	Średnica kół pasowych w milimetrach	Szerokość kół pasowych w milimetrach	Potrzebna siła koni mechanicznych	Waga przybliżona w kg
65	120	58	80	170	70	60	60	50	600	100	4	560
75	100	65	80	170	70	60	60	50	600	100	4	560
95	80	72	80	170	70	60	70	60	600	100	4	560
120	60	80	80	170	70	60	70	60	600	100	4	560
85	120	65	90	160	80	70	70	60	700	110	5	720
100	100	72	90	160	80	70	70	60	700	110	5	720
125	80	80	90	160	80	70	80	70	700	110	5	720
150	60	90	90	160	80	70	80	70	700	110	5	720
105	120	72	100	150	90	80	80	70	800	120	6,5	880
130	100	80	100	150	90	80	80	70	800	120	6,5	880
165	80	90	100	150	90	80	90	80	800	120	6,5	880
200	60	100	100	150	90	80	90	80	800	120	6,5	880
165	120	85	120	140	100	90	90	80	1000	140	10	1200
200	100	95	120	140	100	90	90	80	1000	140	10	1200
250	80	105	120	140	100	90	100	90	1000	140	10	1200
325	60	120	120	140	100	90	100	90	1000	140	10	1200
250	120	100	140	130	125	110	100	90	1200	160	14,5	1520
300	100	110	140	130	125	110	100	90	1200	160	14,5	1520
380	80	125	140	130	125	110	125	110	1200	160	14,5	1520
480	60	140	140	130	125	110	125	110	1200	160	14,5	1520
350	120	115	160	120	150	125	125	110	1400	200	19	1920
405	100	125	160	120	150	125	125	110	1400	200	19	1920
505	80	140	160	120	150	125	150	125	1400	200	19	1920
660	60	160	160	120	150	125	150	125	1400	200	19	1920



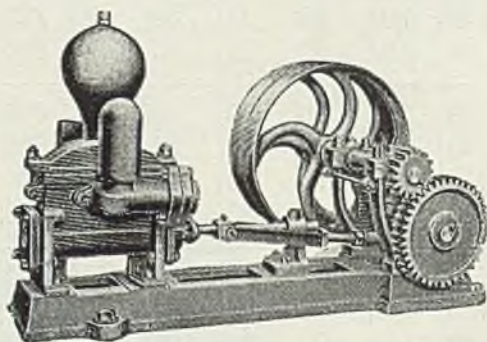
d) Pompa dwucylindrowa z napędem elektrycznym i przekładnią zębatą.



Rys. 56

**Rys. 56** przedstawia pompę stojącą nurnikową, dwucylindrową, uruchamianą za pomocą podwójnej przekładni zębatej od bezpośrednio sprzęgniętego z nią motoru elektrycznego, w celu uzyskania odpowiedniego wolnego biegu pompy, tj. odpowiedniej ilości skoków na minutę.

e) Pompa kalifornijska.



Rys. 57

**Rys. 57** przedstawia pompę leżącą tłokową ssąco-tłoczącą o podwójnym działaniu, odmiennej trochę konstrukcji od poprzednio opisanych. Jest to tzw. pompa kalifornijska z przekładnią pasową dla głównego wału i przekładnią zębatą dla wału korbowego pompy.

W pompach tych wentyle skórzanе ułożone są parami jeden nad drugim we wspólnej skrzynce wentylowej. Po zdjęciu pokrywy dostęp do wentyli tłocznych jest bardzo ułatwiony. Po usunięciu płyty wentylowej można również bardzo łatwo wyjąć wentyle ssawne.

## **f) Ogólna charakterystyka pomp tłokowych (tłoczących) i zastosowanie ich do różnych wysokości pompowania.**

Na ogół pompy leżące wymagają więcej miejsca na ich ustawienie, niż pompy stojące, i stosowane są przy mniejszych wysokościach ssania.

Pompy zaś stojące zajmują mniej miejsca i mogą być stosowane w głębokich studniach zbiorczych, a więc wówczas, kiedy zwierciadło wody znajduje się głębiej pod powierzchnią ziemi.

Pompy tłokowe są na ogół wolnobieżne. Ilość skoków stosowana jest w granicach od 40 do 160 na minutę.

Prędkość wody w małych pompach i przy niewielkich długościach rur tłocznych bywa 1,5 do 2 m na sekundę. Do wielkich pomp i długich przewodów tłocznych stosuje się średnio prędkość wody 1 m na sekundę.

Pompy tłokowe łatwo można przystosować do każdorazowego ciśnienia, to znaczy, mogą pracować przy zmianie teoretycznej wysokości pompowania. Jeżeli przy tym zachowuje się tę samą ilość skoków, to wówczas wydajność pompy nie zmienia się. Zapotrzebowanie mocy zmniejszy się nieco przy obniżeniu, a wzrośnie przy podniesieniu się teoretycznej wysokości pompowania.

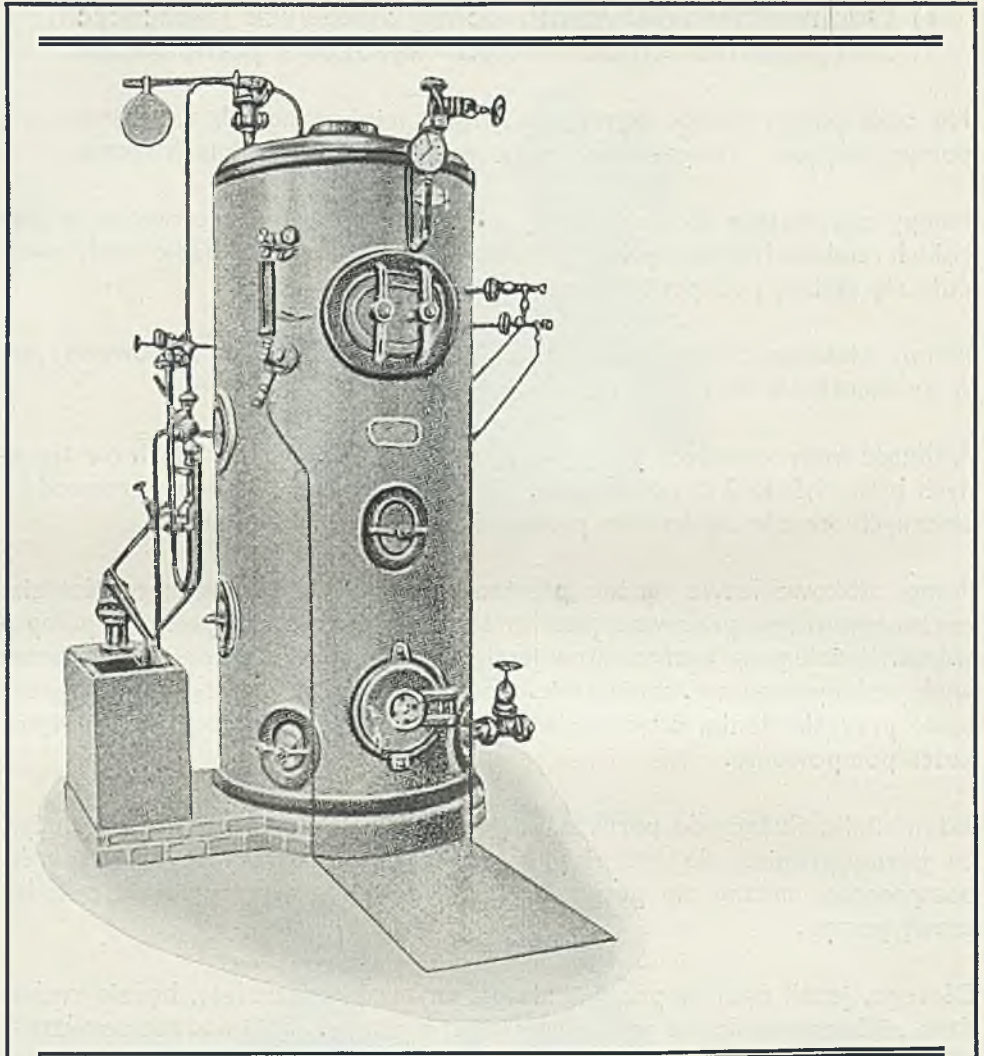
Jeżeli silnik, służący do poruszania pompy, da się dostatecznie przeciążyć, to górną granicę, do której przy zwiększaniu teoretycznym wysokości pompowania można się posunąć, ogranicza tylko wytrzymałość cylindra samej pompy.

Dlatego, jeżeli opór w przewodzie głównym zbyt wzrośnie, będzie zachodziło niebezpieczeństwo pęknięcia cylindra pompy. Taki nadmierny wzrost ciśnienia może powstać wówczas, jeżeli po dłuższej bezczynności pompę zbyt szybko uruchomimy. W tym przypadku masy wody w długim przewodzie tłocznym muszą być w krótkim czasie przyśpieszone, co wymaga wielkich sił i odpowiednio wielkiego ciśnienia w pompie. Nadmierny wzrost ciśnienia może także powstać wskutek nieopatrzego zamknięcia zasuwy na przewodzie głównym w czasie ruchu pompy.

Celem uniknięcia możliwego w takich okolicznościach uszkodzenia pompy, powinno się przy pompach tłokowych na przewodzie pomiędzy pompą a najbliższą jej zasuwą umieścić wentyl bezpieczeństwa, który nie dopuści do nadmiernego wzrostu ciśnienia.

Jeżeli ciśnienie, wskutek pęknięcia przewodu głównego, nagle się zmniejszy, to odpowiednio zmniejszy się też i praca pompy. Może to na przykład spowodować tak zwane rozbieganie się silnika, tj. znaczne i niebezpieczne dla jego całości podniesienie się liczby obrotów, o ile nie posiada on dostatecznie czułego regulatora.

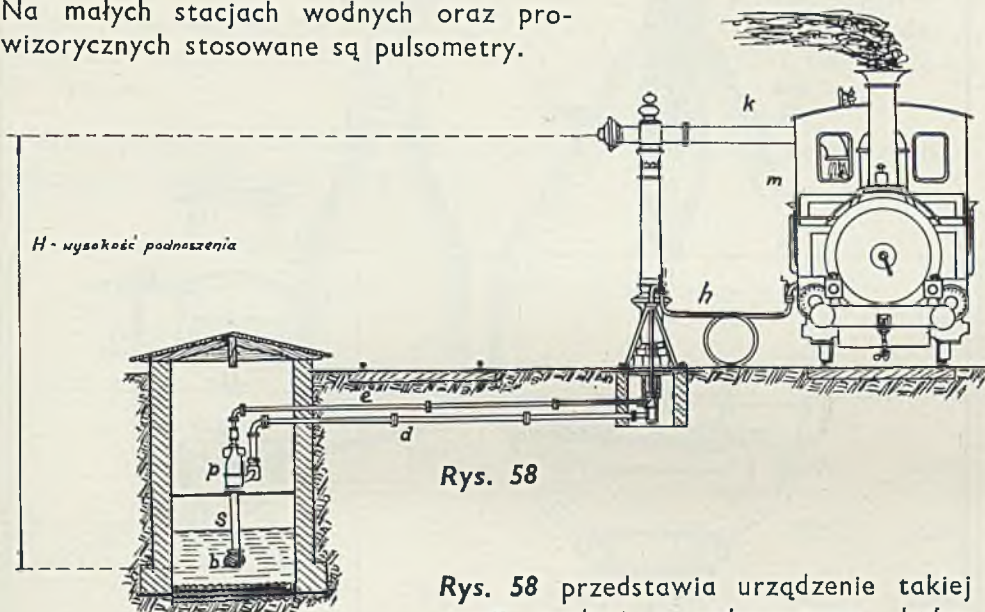




KOCIOŁ STOJĄCY Z RURAMI  
WODNYMI POPRZECZNYMI,  
(GARŁACZAMI) SYSTEMU  
LACHAPPELLE'A

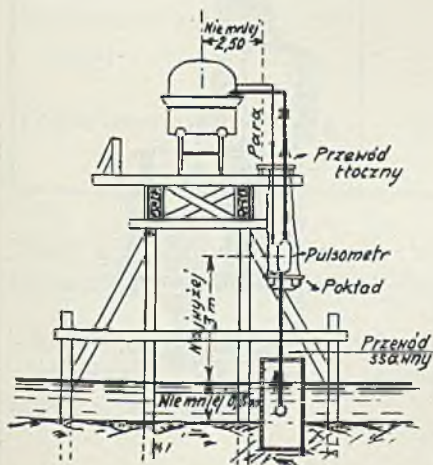
PULSOMETRY (TĘTNIKI).

Na małych stacjach wodnych oraz pro-  
wizorycznych stosowane są pulsometry.



Rys. 58

Rys. 58 przedstawia urządzenie takiej  
stacji wodnej z pulsometrem, którą  
uruchamia parowóz własną parą, prze-  
syłaną rurą parową łącznikową *h* zewnętrzna oraz rurą *e* przepro-  
wadzoną w ziemi. Woda zasysana rurą *S* tłoczona jest przez przewód *d*,  
kolumnę żurawia i ramię *k* do tendra.

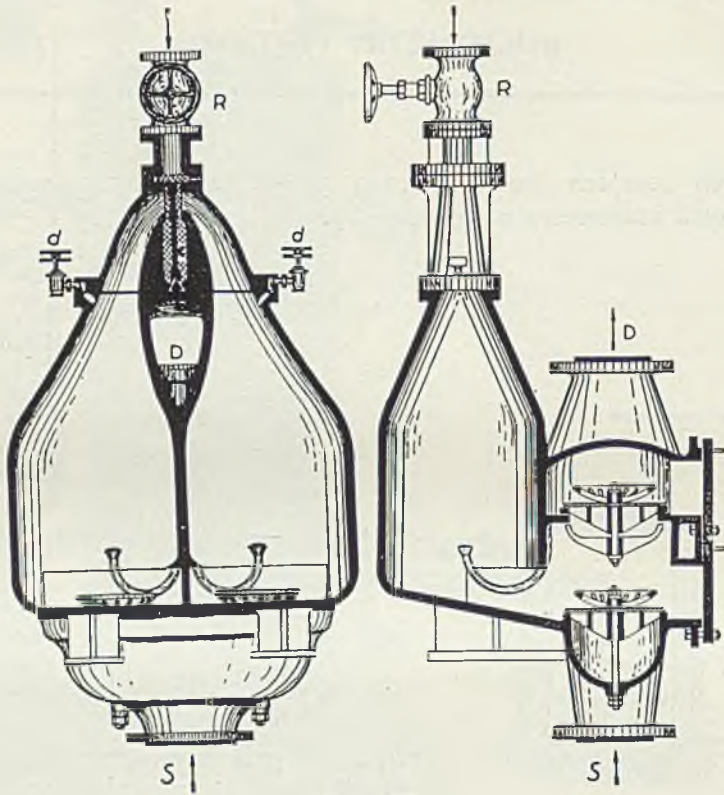


Rys. 59

Rys. 59 przedstawia ustawienie  
pulsometru umocowanego do kon-  
strukcji mostu. Również pulsometr  
może być zawieszony na łańcuchach  
lub linie itp. W skrzyni drewnianej  
wstawionej w koryto rzeki znaj-  
duje się kosz ssawny. Pulsometr  
i przewody w tych przypadkach  
nie są osłonięte, a więc są nara-  
żone na wpływy atmosferyczne, co  
nie pozwala na korzystanie z ta-  
kiego urządzenia w okresie mro-  
zów.

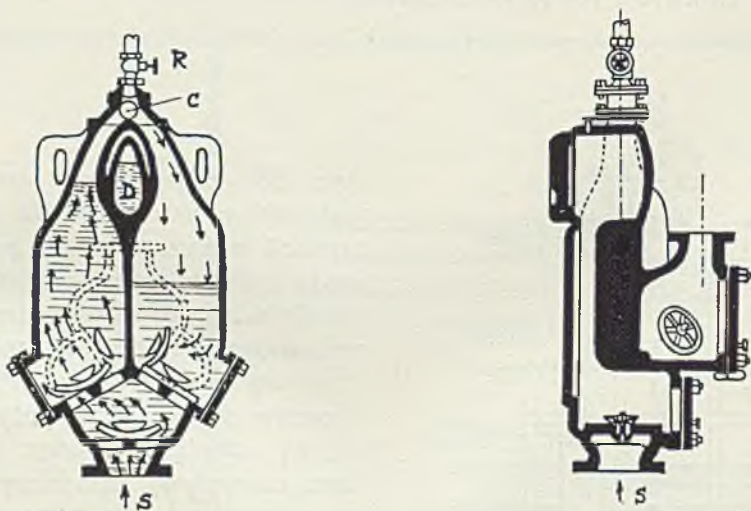


*Pulsometr typu Körtinga.*



*Rys. 60*

*Pulsometr typu Neuhaus.*



*Rys. 61*

Pulsometr — jest to bezłokowa, dwukomorowa pompa parowa. Para przedostaje się (rys. 61) przez przyrząd rozdzielczy *c* do jednej komory pulsometru i wypycha stamtąd wodę do rury tłocznej *D*. Pewna część wody wraca z powrotem do komory przez aparat wytryskowy, zgęszcza parę, znajdującą się w komorze i przez to wytwarza próżnię (vacuum), wskutek czego zamyka się automatycznie dopływ pary do tej komory, a otwiera się do drugiej i tam znów rozpoczyna się działanie pary. Tymczasem komora pierwsza na skutek powstałej w niej próżni wypełnia się znów wodą napływającą przez rurę *S*. Ażeby uniknąć uderzeń wodnych, dopuszcza się nieco powietrza do komór przez wentylki *dd*, widoczne na rys. 60.

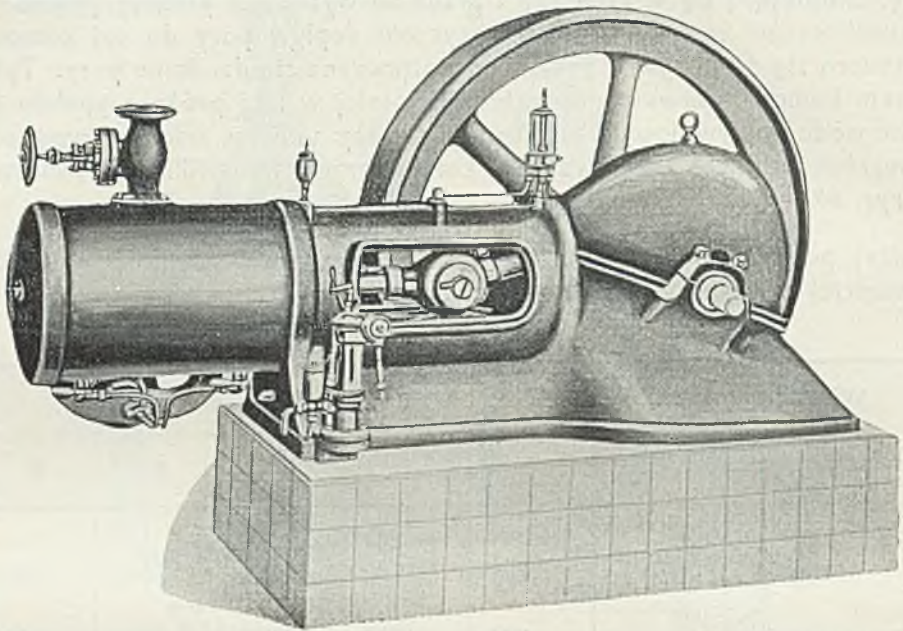
Poniżej podaje się dla orientacji charakterystykę wydajności tętników najczęściej stosowanych na P. K. P.

Wyszczególnienie		Wydajność na minutę w litrach				
Numer tętnika		5	6	7	8	9
Przy wysokości podnoszenia	8 m.	750	1300	1800	2400	3300
	13 "	700	1200	1700	2200	3000
	27 "	550	800	1300	1900	2500
	33 "	500	700	1100	1700	2200
Wymiary w calach ang.						
Średnica rury parowej .		1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	2 1/2"
Średnica rury ssawnej i tłocznej . . . . .		4"	5"	6"	7"	9"
Przybliżona waga w kg		225	330	550	750	1500

U w a g a: wskazana na tej tablicy normalna wydajność rozumie się przy manometrycznej wysokości ssania do 3 metrów.

Zużycie pary wynosi średnio 40 do 50 kg na 1 konia/godz. o ciśnieniu większym o 1 do 2 atn od wysokości podnoszenia wraz z oporami, wyrażonej w atmosferach.





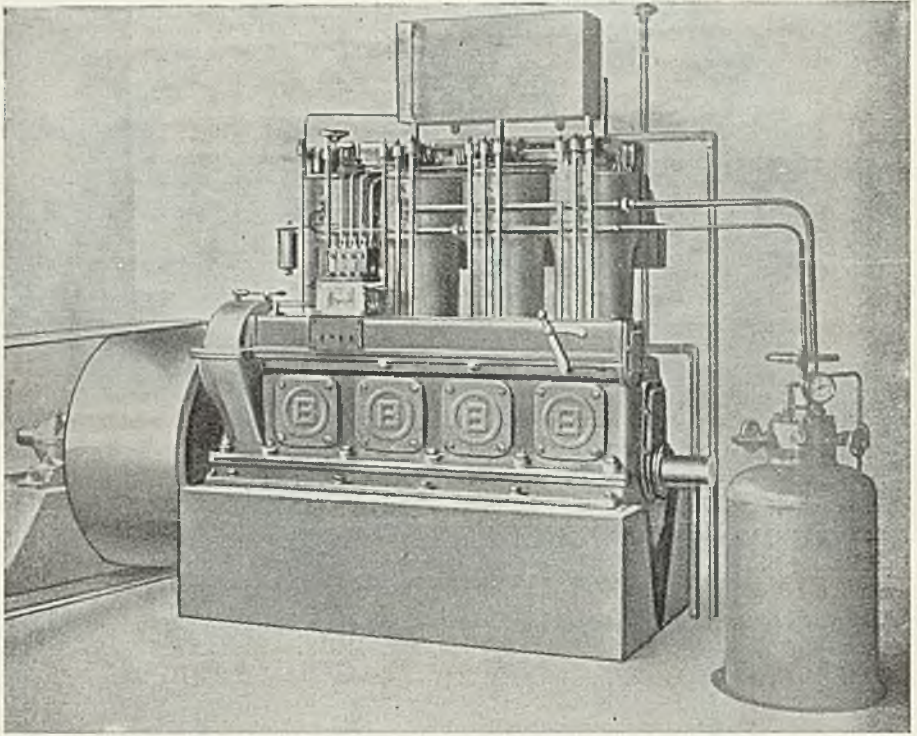
SILNIK PAROWY LEŻĄCY  
NOWSZEJ BUDOWY MO-  
CY OKOŁO 25 KM, PRZY  
225/250 OBR./MIN. WAGA  
OKOŁO 1350 KG.

CZĘŚĆ TRZECIA.

KOTŁY PAROWE

I SILNIKI.





BEZSPRĘŻARKOWY SILNIK  
DIESEL'A, MOCY OKOŁO  
60/70 KM., PRZY 425/500  
OBR./MIN.

## K O T Ł Y P A R O W E.

Kocioł parowy jest to naczynie metalowe szczelnie (hermetycznie) zamknięte, służące do wytwarzania pary o ciśnieniu większym od ciśnienia atmosferycznego.

Zadaniem kotła parowego na st. wodnej jest dostarczać parę o przepisany ciśnieniu w ilości wystarczającej do ruchu maszyny parowej, względnie pompy Worthington'a.

## a) Działanie kotła.

Jeżeli wodę zamkniemy, np. w cylindrze zamkniętym od góry przez tłok  $T$ , szczelnie przylegający do ścianek cylindra (rys. 62) i posiadający pewne obciążenie, to przed wywiązaniem się pary całe obciążenie tłoka (w pozycji  $R_1$ ) przenosić się będzie bezpośrednio na wodę pod tłokiem.

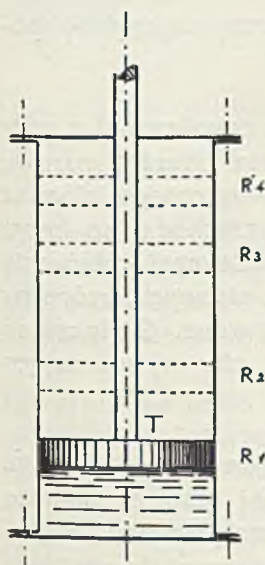
Przy tłoku nieważkim obciążenie to równałoby się ciśnieniu naszej atmosfery, które średnio wynosi około 1 kg na 1 cm<sup>2</sup> powierzchni obciążonej.

Ponieważ para powstająca z wody zajmuje większą od niej objętość, przy wytwarzaniu się więc pary tłok musi się podnieść i zajmie wyższe położenie  $R_2$ . Tłok jednak o tyle może się tylko przesunąć do góry, o ile ciśnienie nań od dołu będzie równoważyło a nawet przewyższało obciążenie od góry. Stąd więc wniosek, że para może się wytworzyć tylko wtedy, gdy jej prężność dorówna obciążeniu zewnętrznemu.

Dla obciążenia jedną atmosferą prężność taką otrzymujemy przy temperaturze wody 100° C.

Jeżeli będziemy podgrzewać cylinder w dalszym ciągu, będzie się znowu wytwarzać świeża ilość pary i tłok będzie się podnosić stale do góry. Temperatura jednak wody i pary będzie się utrzymywać stale na jednym poziomie, dopóki w cylindrze nie odparuje wszystka woda w nim zawarta. Przypuśćmy, iż chwili tej, w której resztkę wody zamieni się na parę, odpowiada położenie tłoka  $R_3$ .

Jeżeli będziemy podgrzewali dalej parę zawartą w cylindrze, to zauważymy, iż tłok podnosi się w dalszym ciągu do góry (położenie  $R_4$ ), a przy tym wzrasta także temperatura pary.



Rys. 62



Opisane zjawisko można odwrócić, ochładzając cylinder, przy tym objętość zajęta przez parę będzie się zmniejszać aż do całkowitego skroplenia, które nastąpi wtedy, gdy tłok spadnie do początkowego swego położenia  $R_1$ .

Gdybyśmy zechcieli przy ciągłym podgrzewaniu cylindra tłok utrzymać stale w położeniu  $R_2$ , należałoby zwiększać odpowiednio obciążenie tłoka. Równorzędnie ze wzrostem obciążenia tłoka, wzrastałaby również temperatura cieczy (wody i pary). Każdemu z tych obciążeń odpowiadałaby ściśle określona temperatura.

Na podstawie opisanego doświadczenia z podgrzewaną wodą w tym cylindrze, uprzytomnimy sobie pracę kotła parowego z tą tylko różnicą, że zamiast obciążonego tłoka, utrzymującego pewne ciśnienie pary, kocioł ma dosyć silne ścianki, odpowiednio wytrzymałe na ciśnienie robocze pary, mierzone manometrem.

Na stacjach wodnych kolejowych używane są zwykle kotły parowe stałe, jednak spotkać można również lokomobile stałe lub przewoźne.

Spośród kotłów stałych najczęściej spotykamy kotły stojące nieobmurowane, tj. z wewnętrznym paleniskiem, ponieważ zajmują mało miejsca i nie wymagają wysokich pomieszczeń.

Kotły te są mniej ekonomiczne od kotłów leżących obmurowanych, jednak są one wygodne dla obsługi i konserwacji.

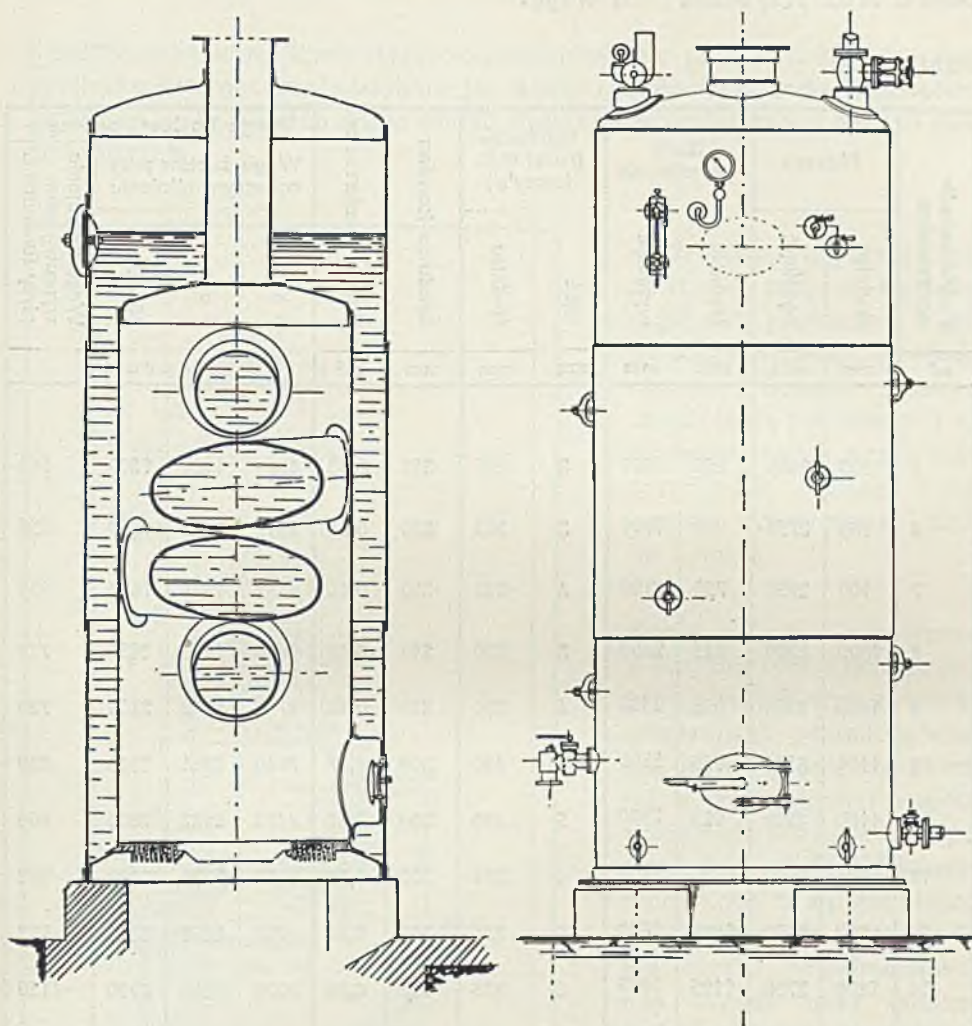
## b) Kocioł systemu Lachapelle'a.

Na **rys. 63** pokazany jest przekrój oraz widok zewnętrzny najczęściej spotykanego kotła syst. Lachapelle'a.

Kocioł taki składa się z wewnętrznej rury płomiennej, zakończonej u góry wydętym sklepieniem. Otwór w sklepieniu tym, przez nasadkę rurową kominową, łączy się z dnem wypukłym płaszczki zewnętrznej również kształtu walcowego. W poprzek rury płomiennej przechodzi na krzyż kilka garłaczy (rur Galloway'a), tj. rur wodnych, zazwyczaj całkowicie spawanych z rurą płomienną, przez to nie ma główek nitowych, które by się stykały z płomieniem. Na **rys. 63** garłacze są nitowane. Garłacze są umieszczone trochę skośnie w stosunku do poziomu, aby wytwarzająca się w nich para łatwiej odpływała.

Odległość płaszczki od rury płomiennej wynosi zwykle około 100 mm. Płaszczki łączy się z dolnym obrzeżem rury płomiennej albo za pomocą pierścienia kutego, wypełniającego odległość między rurą płomienną a płaszczką, albo też przez rozszerzenie obrzeża rury płomiennej do wymiaru wewnętrznej średnicy płaszczki — jak na **rys. 63**.

## Kocioł Lachapelle'a



Rys. 63.

W płaszczu ponad sklepieniem rury płomiennej mamy właz. Dla oczyszczania rurek Galloway'a służą w płaszczu otwory włazowe, umieszczone naprzeciw tych rurek; kilka otworów szlamikowych również mamy wykrojonych na samym spodzie kotła.

Oczyszczenie kotła Lachapelle'a, szczególnie w przestrzeni pomiędzy rurą płomienną a płaszczem, jest bardzo utrudnione. Z tego więc względu zaleca się częste oczyszczanie kotła i rurek od szlamu i osadu.

Przy wodzie nieczystej i rzadkim czyszczeniu, dolne rurki Galloway'a przepalają się dość szybko, gdyż są najbliższej rusztu, atakują je więc spaliny najbardziej gorące.



W poniższej tabelicy IX podajemy główne wymiary kotłów syst. Lachapelle'a oraz przybliżoną ich wagę:

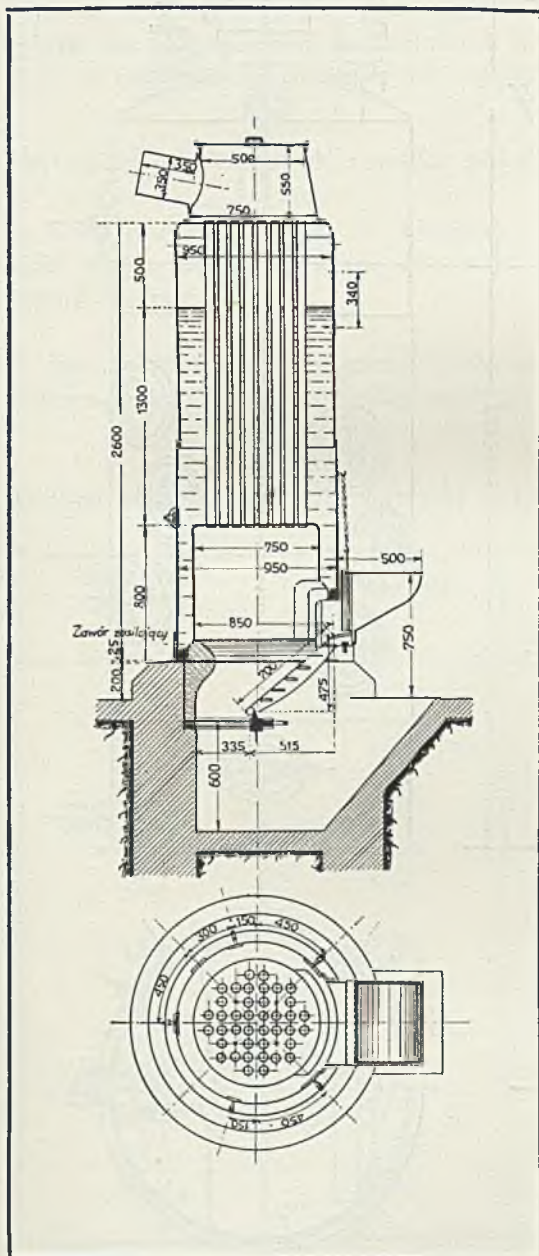
**Tabela IX**

Powierzchnia ogrzewalna	Płaszcz		Rura płomienna		Garłaczce (rurki Galloy'a)		Średnica komina	Powierzchnia rusztu	Waga kotłów i osprzętu			
	średnica	wysokość	średnica	wysokość	Ilość	średnica			Waga kotłów przy roboczym ciśnieniu			Waga uzbrojenia wyprawy oraz płyty fundament.
									5 atn	7 atn	10 atn	
m <sup>2</sup>	mm	mm	mm	mm	szt	mm	mm	m <sup>2</sup>	kilogramy			
5	800	2600	650	1800	3	225	225	0,33	1072	1120	1200	560
6	900	2750	750	1900	3	225	250	0,44	1312	1392	1520	656
7	900	2950	750	2100	4	225	250	0,44	1440	1504	1680	656
8	1000	3200	825	2350	3	250	250	0,53	1680	1840	2080	720
9	1000	3350	825	2500	4	250	250	0,53	1792	1952	2208	720
10	1100	3400	925	2500	4	250	300	0,67	2160	2304	2656	800
11	1100	3500	925	2600	5	250	300	0,67	2192	2432	2800	800
12	1200	3600	1025	2700	4	275	300	0,82	2608	2736	3280	992
13	1200	3650	1025	2750	5	275	300	0,82	2720	2848	3360	992
14	1300	3750	1125	2850	4	275	350	0,99	3072	3200	3920	1120
15	1300	3800	1125	2900	5	275	350	0,99	3200	3296	4080	1120
16	1350	4050	1150	3050	5	275	350	1,03	3600	3680	4560	1184
17	1350	4100	1150	3100	6	275	350	1,03	3600	3840	4640	1184
18	1400	4250	1200	3250	5	300	400	1,13	4000	4240	5040	1224
19	1400	4250	1200	3250	6	300	400	1,13	4080	4320	5120	1224
20	1500	4350	1300	3350	5	300	400	1,32	4560	4880	5760	1264
21	1500	4350	1300	3350	6	300	400	1,32	4640	4960	5872	1264

Wydajność tych kotłów wynosi około 15 kg pary na godz. z 1 m kw. powierzchni ogrzewalnej.

### c) Kotły stojące płomieniówkowe.

Rzadziej spotykamy kotły stojące płomieniówkowe (rys. 64). Kotły te mają palenisko wewnętrzne podobnie jak kotły Lachapelle'a, jednak sklepienie paleniska — tak zwana dolna ściana sitowa, jest umieszczona bardzo nisko nad rusztem.



Rys. 64

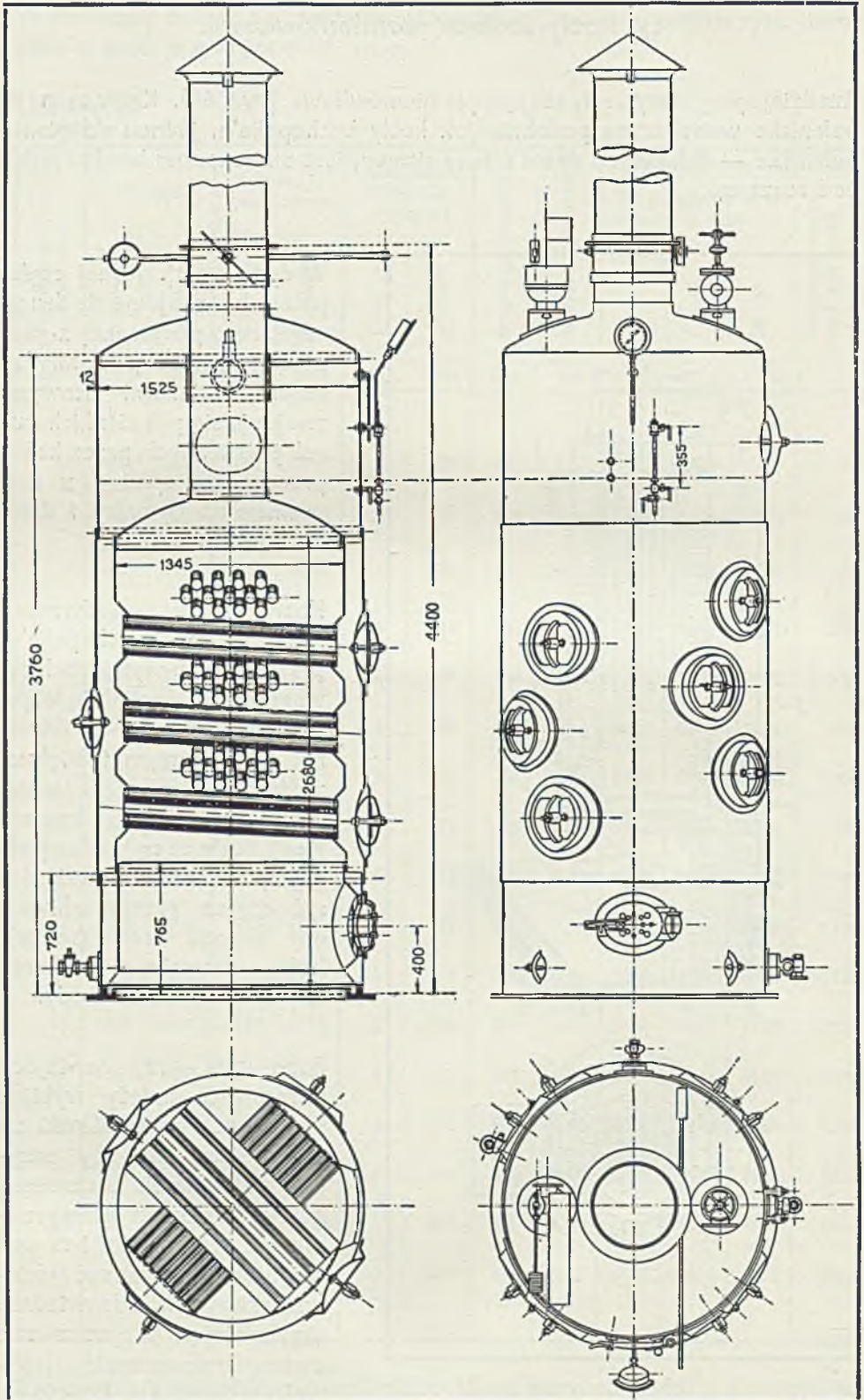
W dymnicy, tj. górnej części paleniska, znajduje się druga część rury płomiennej z górną ścianą sitową. Pomiędzy obiema ścianami sitowymi znajduje się pęk cienkich rurek płomiennych, przez które przechodzą spaliny z nad ogniska do dymnicy i dalej do komina.

Kotły te w porównaniu z kotłami syst. Lachapelle'a, przy równych wymiarach zewnętrznych, posiadają większą powierzchnię ogrzewalną, a tym samym i większą wydajność pary. Jednak pod względem obsługi i konserwacji kotły te są trudniejsze, gdyż płomieniówki należy dosyć często przedmuchiwać, aby usunąć osad (sadze), który utrudnia przenikanie ciepła od spalin do wody.

Poza tym przy rewizjach okresowych należy wybijać (wyciągać) płomieniówki ze ścian sitowych, aby oczyścić je z kamienia kotłowego, który również utrudnia przenikanie ciepła. Rurki te ponownie należy osadzać w ścianach sitowych, odpowiednio uszczelniając je przez tak zwane rozszerzanie (rozwałcowywanie) końcówek w otworach ścian sitowych.



Kocioł Szuchowa



#### d) Kotły stojące syst. Szuchowa.

Częściej spotykamy kotły syst. Szuchowa (rys. 65). Kocioł Szuchowa różni się tym od kotła Lachapelle'a, iż zamiast rur Galloway'a ma pęczki poprzecznych rurek wodnych o średnicy 2".

Rurki te zamocowują się w spłaszczonych ściankach rury płomiennej za pomocą rozwalcowania. Naprzeciw każdego pęczka rurek mieści się włazik dla oczyszczania i uszczelniania rurek. Rurki mają nieznaczne pochylenie w stosunku do poziomu dla lepszego odpływu pary.

Na umieszczonym obok rysunku pokazano:

1. Dwa przekroje kotła — pionowy i poziomy, przyczym widzimy że pęki rurek są naprzemian do siebie prostopadłe i w stosunku do poziomu — pochyłe.
2. Na zewnętrznym płaszczu kotła umieszczone są duże, wyżej wspomniane, włazy oraz normalny osprzęt.—

Tablica poniższa ilustruje wymiary takich kotłów:

Powierzchnia ogrzewalna	Wysokość kotła	Średnica kotła	Ilość pęczków rurek (po 7 rurek)
w m <sup>2</sup>	m	m	szt.
5,5	1,98	1,07	2
7,4	2,22	1,07	4
10,2	2,44	1,07	6
12,5	2,83	1,07	6
14,8	3,10	1,07	10
16,7	3,45	1,07	12
19,5	3,70	1,07	14

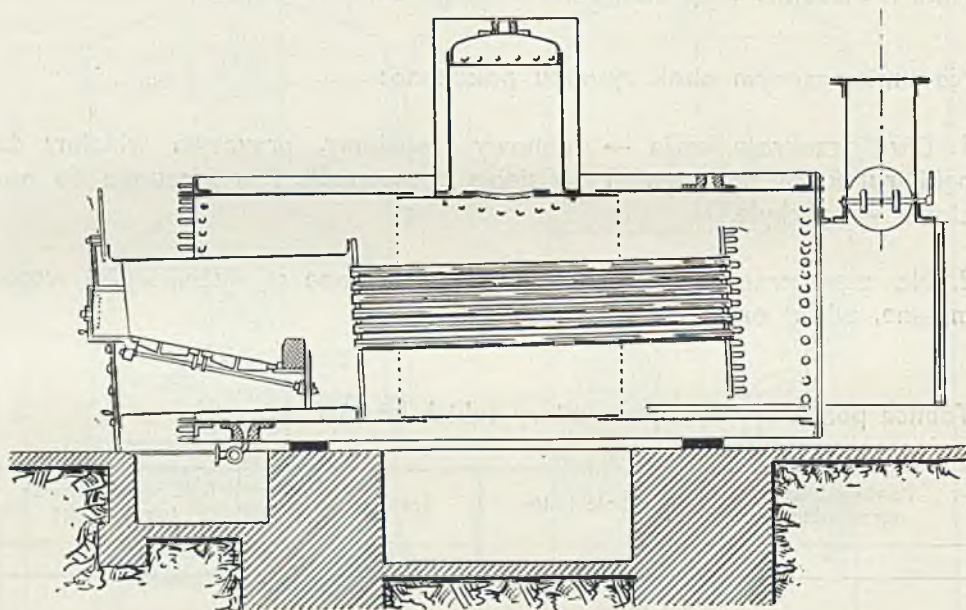
Wydaźność pary w tych kotłach jest dosyć duża, wynosi bowiem ponad 25 kg na godz. z 1 m<sup>2</sup> powierzchni ogrzewalnej.



### e) Kocioł lokomobilowy.

Jeszcze rzadziej spotykamy kotły lokomobilowe, które podobne są z konstrukcji do wyżej opisanych kotłów płomieniówkowych, jednak są poziome i kształtem przypominają kotły parowozowe.

Opiszemy jeden z takich kotłów z komorą paleniskową kształtu walcowego (rys. 66).



Rys. 66

Ścianę drzwiczkową rury płomiennej przyśrubowuje się do kątownika, przynitowanego do płaszcza kotłowego; tylną ścianę rurową w ten sam sposób przyśrubowuje się do ścianki dymniczej kotła.

Po odkręceniu naśrubków można wyjąć z kotła całą rurę płomienną wraz z wiązką rurek. Daje to możliwość dobrego oczyszczania od osadu rurek i wnętrza kotła.

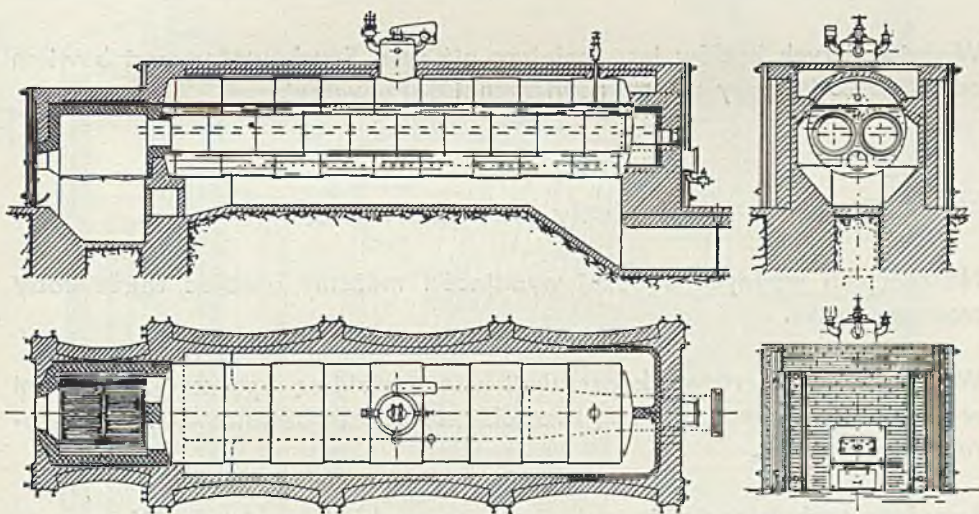
Rura płomienna paleniskowa w danym kotle składa się z dwóch części, połączonych na pierścieniu Adamsona. W nowszych lokomobilach rura płomienna jest falista, dlatego też jest więcej podatna do ściskania w kierunku podłużnym; ma to dość ważne znaczenie, gdyż jak wykazały doświadczenia Bacha, przy początkowym rozgrzewaniu kotła różnica w temperaturze wody u dołu i u góry kotła może dochodzić do 143° C.

## f) Kotły płomiennorurowe.

Poza tym możemy spotkać kotły poziome płomiennorurowe obmurowane.

W kotłach tych przez wnętrze walca większego przechodzi jeden, dwa lub trzy walce mniejszej średnicy. Palenisko zwykle mieści się we wnętrzu tych walców.

Na rys. 67 pokazany jest taki kocioł z 2 rurami, tzw. lankazyński (lub Lankansterski). W pokazanym obmurowaniu spaliny, po opuszczeniu rur płomiennych, przechodzą przez dwa boczne kanały i jeden dolny, a przy tym mogą być prowadzone po opuszczeniu rur płomiennych, na przykład, przez kanały boczne do przodu, a stąd dolnym kanałem wracają do tyłu kotła i dalej do komina, albo też, po wyjściu z rury płamiennej, idą kanałem dolnym do przodu, a stąd dwoma bocznymi wracają do tyłu kotła i dalej do komina.



Rys. 67

Najważniejszą część kotła płomiennie-rurowego, (rys. 67), stanowi rura wewnętrzna — płomienica. Płomienice budowane są jako rury gładkie, rury faliste, rury ze wstawkami rur Galloway'a itp. Rura płamienna powinna tworzyć możliwie czynną powierzchnię ogrzewalną i przy wydłużaniu się od ciepła powinna być na tyle podatną, aby nie wypychała den i była dostatecznie sztywną odnośnie do ciśnień zewnętrznych (pary).

Kotły takie buduje się o powierzchni ogrzewalnej 40 do 120 m<sup>2</sup>.



W poniższej tabelicy podajemy główne wymiary kotłów lankaszyskich, których waga wynosi około 200 kg na 1 m<sup>2</sup> powierzchni ogrzewalnej.

Pow. ogrzewalna . . . m <sup>2</sup>	48,5	58,2	67,9	77,6	87,3	92,2	97,00
Długość kotła . . . . m	6,96	7,78	8,38	9,53	10,14	10,17	10,77
Średnica płaszczka . . m	1,90	2,00	2,10	2,10	2,20	2,30	2,30
Najwyższa średn. rury płomiennej . . . . m	0,70	0,75	0,80	0,80	0,85	0,90	0,90
Długość obmurowania m	7,68	8,43	9,08	10,23	10,78	10,78	11,48
Szerokość .. m	3,20	3,30	3,40	3,40	3,50	3,60	3,60
Wysokość .. m	1,90	1,95	2,02	2,02	2,10	2,17	2,17

Wydatność tych kotłów jest mniejsza niż syst. Szuchowa, wynosi bowiem od 18 do 23 kg pary z 1 m<sup>2</sup> powierzchni ogrzewalnej.

### g) Kotły wodnorurkowe.

Na stacjach wodnych o dużej wydajności możemy spotkać także kotły wodnorurkowe.

W kotłach tych o różnej konstrukcji wodne rurki są wpuszczone końcami w ścianki komór wodnych i są uszczelnione przez rozwalcowanie w otworach tych komór.

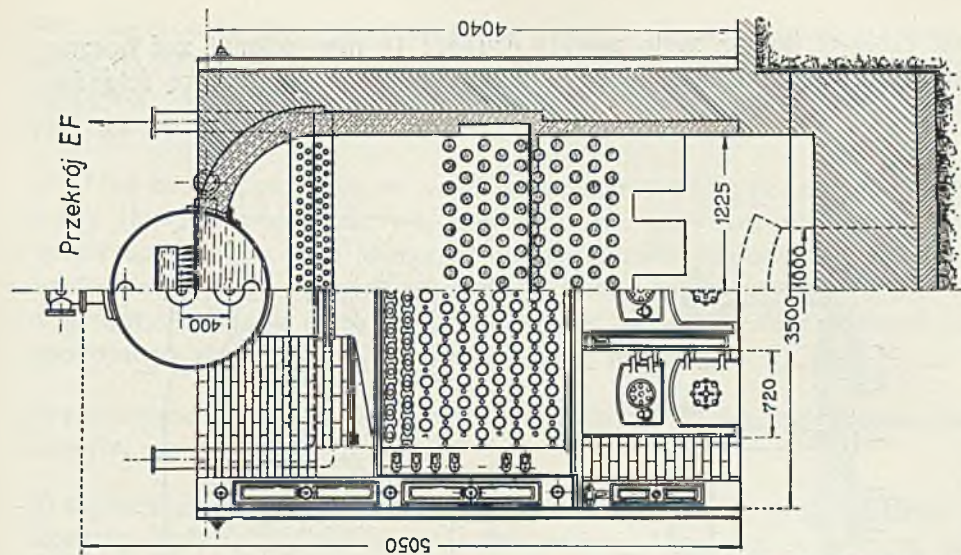
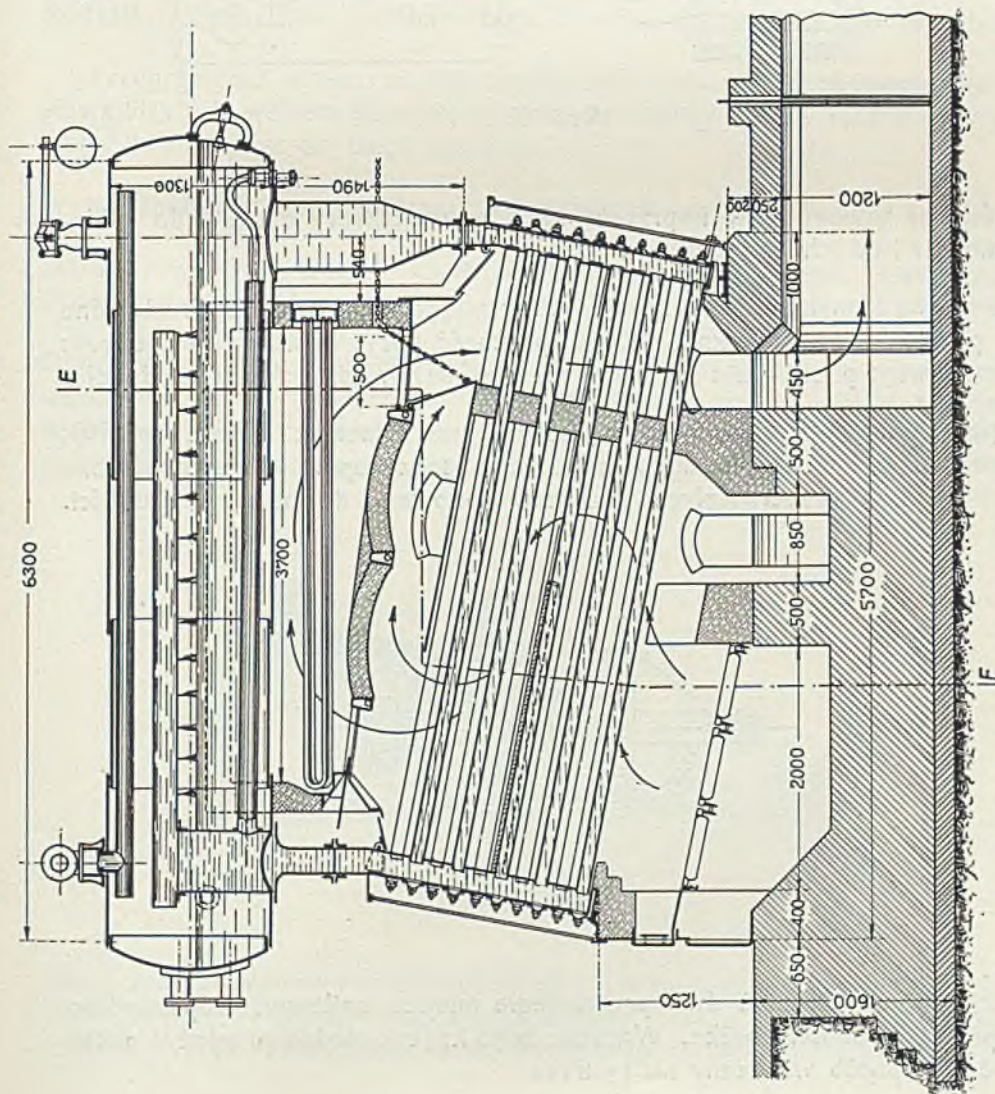
Rury leżą pochyło pod różnym kątem w stosunku do poziomu. Wytwarzająca się w rurach para uchodzi przez otwór rury leżący wyżej, a woda dopływa przez otwór dolny i w ten sposób następuje dość silny obieg wody.

Jednym z charakterystycznych takich kotłów jest kocioł typu L. i C. Steinmüllera (*rys. 68*).

Powierzchnię ogrzewalną tego kotła tworzą powierzchnie zewnętrzne rurek wodnych, powierzchnie zewnętrzne obu komór i część dolna powierzchni walca górnego.

Rurki w kotłach normalnych mają długość 5 m, średnicę zewnętrzną 95 mm, grubość ścianek 3,5 mm.

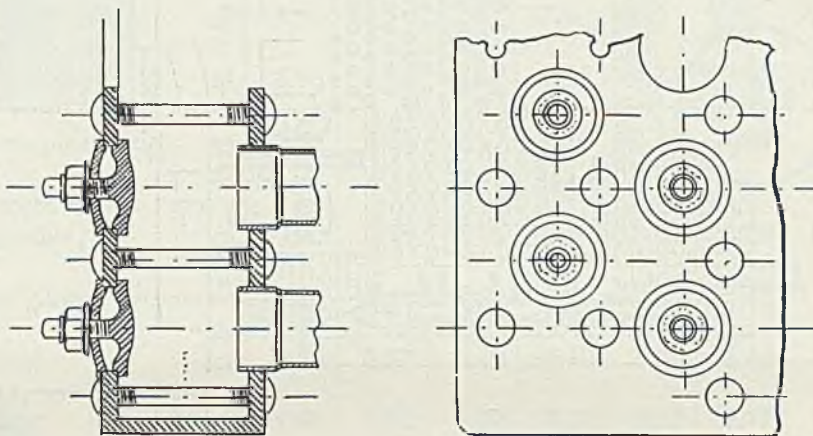
Kociol typu L. i C. Steinmüllera.



Rys. 68.



Ścianki czołowe komór mają zwykle grubość 18 mm, ścianki zaś boczne 20 mm. Obie ścianki czołowe są ze sobą związane za pomocą ściągów (rys. 69).

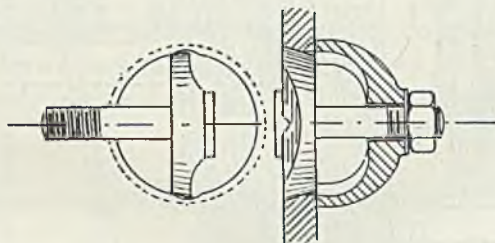


Rys. 69

W ścianie zewnętrznej, naprzeciw rury, mamy otwory okrągłe do zakładania rur i do ich oczyszczania.

Otwory są zamykane na pokrywki. Przy większych prężnościach używane są pokrywki wewnętrzne, które prężność pary dociska do otworu; w razie więc przerwania się śruby nie ma obawy, aby pokrywka odpadła.

W powszechnym prawie użyciu są pokrywki syst. Simonisa i Lanza, (rys. 70), utworzone z krążka płaskiego stożkowo obtoczonego. Obrzeże otworu jest na dwu przeciwległych brzegach spiłowane do połowy grubości.



Rys. 70

Pokrywka ma również dwa przeciwległe miejsca, spiłowane odpowiednio do połowy grubości krążka. Wskutek tego krążek można przełożyć przez otwór w sposób wskazany na rysunku.

Przy dociąganiu pokrywy, miejsca osłabione pokrywki i otworu muszą się mijać na  $90^\circ$ . Przez to w 4 punktach zamknięcia płaszczyzny, uszczelnienia mają szerokość połowiczną, dostateczną jednak dla należytego zamknięcia otworu.

Nad komorą przednią, w walcu górnym, wznosi się ponad powierzchnią wody rura blaszana walcowa, zakończona u góry szeroką rynną z tyłu otwartą; u dołu z rury blaszanej wychodzi rura pozioma; przez rurę tę woda chłodniejsza spływa do komory tylnej, woda zaś cieplejsza wraz z parą wydostaje się do rynny i, rozplývając się po niej, daje możliwość parze spokojnego wydostania się do przestrzeni parowej.

Przegrzewacz mieści się nad rurkami wodnymi w ostatnim kanale spalinowym.

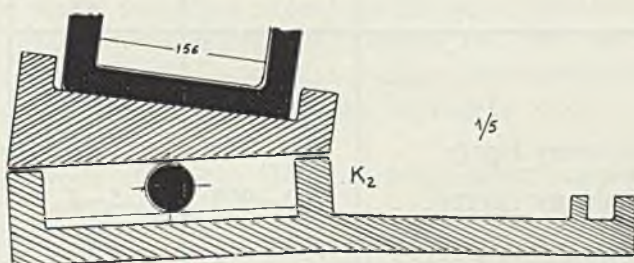
Przegrzewacz tworzy komora blaszana podzielona przez połowę na komorę dopływu i odpływu pary; obie komory łączą się za pomocą rurek gładkich, wygiętych w kształcie litery U i ułożonych równolegle do siebie.

Przegrzewacz umieszcza się zwykle oddzielnie ponad obmurowaniem głównym i pod walcem górnym; za pomocą zasuw i kłapy można go wyłączyć lub włączyć do ciągu ogólnego.

W ten sposób można regulować temperaturę przegrzania pary.

Do odprowadzenia pary z kotła służy długa rura pozioma, zawieszona w górnej części kotła.

Otwór w rurze jest zamknięty, para zaś dostaje się do rury przez szereg wąskich otworków podłużnych, umieszczonych w górnej części tylnego końca rury. Przechodząc przez te otworki, para się odwilża i częściowo osusza przy przejściu przez pozostałą część rury.



Rys. 71

Aby przy nagrzewaniu rur komory mogły się przesuwac, nie psujac obmurowania, pomiędzy płytą dolną tylnej komory i płytą murową leżą walce stalowe — (rys. 71). Przednia komora leży bezpośrednio na płycie murowej.



## h) Paliwo i jego spalanie.

Ciepło, potrzebne do wytwarzania pary, otrzymujemy przez spalanie materiałów palnych w palenisku kotła. Pod spaleniem rozumiemy łączenie się paliwa z tlenem przy wydzielaniu ciepła i światła (płomienia).

Paliwa są trojakiemu rodzaju: stałe, płynne i gazowe.

Do stałego paliwa zaliczamy: drzewo, węgiel drzewny, torf, węgiel brunatny, węgiel kamienny i koks.

Do paliwa płynnego należy: ropa naftowa i jej przetwory, jak nafta, olej gazowy, benzyna, oraz spirytus, benzol itp.

Jako paliwo gazowe może służyć gaz wielkopieczowy, ziemny i generatorowy oraz świetlny.

Na stacjach wodnych używa się do opalania kotłów prawie wyłącznie węgla kamiennego, chociaż do tego celu nadaje się także najzupełniej drzewo wysuszone, jako wytwarzające płomień długi, oddający ciepło nie tylko przez zetknięcie się ze ściankami kotła, lecz również i przez silne promieniowanie.

Wartość opałowa drzewa jest prawie dwukrotnie niższa od węgla kamiennego, potrzeba go więc na wagę dla tych samych potrzeb z górą dwa razy więcej niż węgla, a na objętość, z górą 3 razy więcej.

Wydajność kotła, tj. wielkość odparowania kotła, zależy w pierwszym rzędzie od używanego paliwa, co ilustruje poniższa tabelka:

Rodzaj paliwa	1 m <sup>3</sup> paliwa waży kg	1 kg paliwa odparowuje w godz. kg wody (pary)	W ciągu godziny spala się na 1 m kw powierzchni rusztów kg paliwa
1. Ropa . . . . .	880	10—12	—
2. Węgiel kamienny lepszy . . .	700—900	7—8,5	80—120
3. Węgiel kamienny gorszy . . .	700—950	5—7	80—110
4. Węgiel kamienny antracyt . .	700—900	8,5	70—80
5. Węgiel brunatny . . . . .	600—700	2—5	140—180
6. Koks . . . . .	400—550	4,5—8	100—150
7. Torf suchy . . . . .	350—450	1,5—3,5	150—200
8. Drzewo suche . . . . .	300—400	2,5—3	150—200

Do spalania paliwa potrzebna jest pewna ilość tlenu z powietrza, dostarczanego przez ciąg kominia (naturalny lub sztuczny); ilość ta zależy od chwilowego obciążenia kotła i reguluje się zasuwą kominową.

Od stopnia więc palenia zależy rozchód paliwa oraz wydajność kotła, co ilustruje w pewnej mierze poniższe zestawienie:

Stopień spalania węgla	Gatunek węgla kamiennego	Rozchód węgla na 1 m kw powierzchni ogrzewalnej w kg na godz.	Ilość pary wytworzonej w kg na godz. z 1 m kw powierzchni ogrzewalnej	1 kg węgla odparowuje w godzinę w kg wody (pary)
Bardzo powolne	węgiel kamienn. lepszy (droższy) (górnosiłski)	1,5	13	8,5
Powolne	węgiel kamienn. średni (dąbrowiecki)	2,0	16	8,0
Normalne	węgiel kamienn. gorszy (tańszy)	3,0	21	7,0

Na odparowanie, czyli na zużycie paliwa, wpływa w znacznym stopniu:

**1 — woda jaką zasila się kocioł:**

- (a) — woda twarda, z której osadza się na ściankach lub rurkach kotła kamień kotłowy; kamień ten jest złym przewodnikiem ciepła, a więc utrudnia przedostawanie się ciepła z paliwa (spalin) poprzez ściankę do wody,
- (b) — woda zasilająca zimna wymaga więcej ciepła do przetworzenia jej na parę;

**2 — niewłaściwe miarkowanie dopływem powietrza, co wywołuje spalanie niezupełne przy niedostatecznym dopływie powietrza lub niższą temperaturę spalin przy nadmiarze powietrza;**

**3 — umiejętna obsługa paleniska, tj. równomierne zarzucanie paliwa i utrzymywanie niezbyt wysokiej jego warstwy na ruszcie w zależności od gatunku, oraz równomierne zasilanie wodą kotła.**



### i) Ogólne pojęcie o osprzęcie kotła.

Każdy kocioł, ze względów bezpieczeństwa i prawidłowej pracy, powinien być zaopatrzony w szereg przyrządów znanych pod nazwą osprzętu kotła, a mianowicie:

- 1 — co najmniej dwa zawory bezpieczeństwa, otwierające się samoczynnie, gdy ciśnienie pary przekroczy granicę dopuszczalną;
- 2 — manometr, połączony rurką syfonową z przestrzenią parową kotła; na podziałce manometra powinna być oznaczona czerwoną kreską najwyższa dopuszczalna nadprężność pary lub też osobna wskazówka dla najwyższego ciśnienia (rączek); pod manometrem kurek trójdrogowy;
- 3 — dwa wodowskazy, a mianowicie: szkło wodowskazowe i 2 lub 3 kurki probiercze, do określenia najniższego i najwyższego poziomu wody w kotle (najniższy poziom oznaczony jest na wodowskazie);
- 4 — wskaźnik najniższego dozwolonego poziomu wody w kotle;
- 5 — co najmniej dwa przyrządy zasilające, tj. smoczek i pompę ręczną lub mechaniczną (zależnie od wielkości kotła);
- 6 — w niektórych kotłach — przynajmniej jeden korek łatwotopliwy, wkręcony w strop od strony skrzyni ogniowej;
- 7 — fabryczną tabliczkę metalową z napisami podającymi:
  - (a) — nazwę i siedzibę wytwórni, która kocioł zbudowała
  - (b) — numer fabryczny kotła
  - (c) — rok budowy kotła
  - (d) — nadprężność pary, dla jakiej kocioł zbudowano — (w atmosferach)
  - (e) — kreskę, oznaczającą strop paleniska (o 100 mm niżej od linii wodnej);
- 8 — zawory (wentyle): do pary, do spuszczenia wody z kotła i 2 do zasilania go wodą (zwrotne);
- 9 — włącz do czyszczenia i rewizji kotła;
- 10 — zasuwę do regulacji ciągu komina.

Powyższe przyrządy dadzą się uszeregować w 3 grupy:

- 1 grupa — przyrządy do napełniania i uzupełniania kotła wodą (p. 5);
- 2 grupa — przyrządy do dozoru poziomu wody i ciśnienia pary (pp. 2, 3 i 4);
- 3 grupa — przyrządy zabezpieczające przed wzrostem ciśnienia w kotle ponad najwyższe dopuszczalne (pp. 1 i 6).

Przyrządów tych dla braku miejsca nie opisujemy, a każdy kandydat na maszynistę jest z nimi obznajmiony po przejściu kursu na palaczy kotłowych lub parowozowych.

## j) Wskazówki dla obsługi kotłów.

Jak odpowiedzialna jest praca palacza, świadczą poniżej przytoczone główne przepisy dla palaczy kotłowych, których nie przestrzeganie może spowodować wybuch kotła.

### Manometr i wodowskaz w razie potrzeby oświetlić!

Jeżeli kocioł lub przyrządy nie są w porządku, zawiadomić zwierzchnika!

- 1 — **Uważać na manometr** ażeby:
  - (a) — wskazówka nie przechodziła nigdy poza czerwoną kreskę;
  - (b) — manometr był przynajmniej raz podczas dyżuru przedmuchany, za pomocą kurka trójdrogowego, przy czym wskazówka winna opadać do 0.
- 2 — **Uważać na przyrządy wodowskazowe** ażeby woda:
  - (a) — nie opadała poniżej znaku najniższego dozwolonego poziomu;
  - (b) — utrzymywała się podczas pracy kotła możliwie na jednym poziomie, przy małych wahaniach;
  - (c) — wypływała, silnie parując, przy otwieraniu dolnego kurka probierczego.
- 3 — **Uważać na kurki wodowskazowe i probiercze** ażeby:
  - (a) — z łatwością można było je otwierać i zamykać;
  - (b) — były przedmuchiwane przynajmniej 3 razy podczas dyżuru.
- 4 — **Uważać na zawory bezpieczeństwa** ażeby:
  - (a) — przepuszczały parę, gdy wskazówka manometru jest na czerwonej kresce;
  - (b) — drążki zaworów nie tarły się o widełki i lekko obracały się na sworzniach;
  - (c) — działanie ich próbowane było codziennie przez ostrożne uniesienie drążka;
  - (d) — w żadnym razie nie obciążać zaworów ciężarami dodatkowymi.



- 5 — Używać w ciągu dyżuru każdego z przyrządów do zasilania kotła wodą, celem wypróbowania czy wszystkie są w porządku.
- 6 — Przy rozpalaniu kotła:
- (a) — otworzyć zasuwę kominową i drzwiczki paleniska dla przewietrzenia kanałów z nagromadzonych zapalnych gazów;
  - (b) — sprawdzić poziom wody w kotle za pomocą wodowskazu i kurków probierczych;
  - (c) — jeżeli poziom wody w kotle za niski, podnieść go, zasilając kocioł wodą;
  - (d) — sprawdzić czy są zamknięte zawory parowe;
  - (e) — obrócić grzybki zaworów bezpieczeństwa i ostrożnie unieść je;
  - (f) — jeżeli w kotle nie ma ciśnienia, wypuszczać powietrze dopóki się nie ukáže para;
  - (g) — zawory służące do pobierania pary otwierać powoli;
  - (h) — jeżeli jest przegrzewacz, to do chwili otrzymania pary, wyłączyć go od działania ognia względnie gorących gazów zasuwami, a w braku zasuw napełnić jego komory parowe wodą.
- 7 — Przy objęciu służby przez nową zmianę obsługi:
- (a) — sprawdzić poziom wody w kotle za pomocą wodowskazu i kurków probierczych;
  - (b) — jeżeli poziom wody w kotle jest za niski, podnieść go, zasilając kocioł wodą;
  - (c) — sprawdzić, czy są zamknięte zasuw parowe kotłów nieczynnych;
  - (d) — zawory, służące do pobierania pary, otwierać powoli.
- 8 — Należy pracę kotła niezwłocznie wstrzymać jeżeli:
- (a) — przestaną działać wszystkie przyrządy zasilające;
  - (b) — jeżeli woda w kotle opadła o kilka cm poniżej dozwolonego poziomu i stan taki trwał przez dłuższą chwilę, co mogło spowodować rozżarzenie blachy;

- (c) — w kotle zauważono wypuklinę, pęknięcie (na nitowaniu) lub rozżarzenie blachy;
- (d) — para wydostaje się silnie przez obmurowanie kotła;
- (e) — zawory bezpieczeństwa przestają działać lub działają wadliwie;
- (f) — w działaniu kotła zauważy się objawy niezrozumiałe.
- 9 — **Sposób szybkiego zatrzymania pracy kotła:**
- (a) — z paleniska ogień zupełnie usunąć;
- (b) — otworzyć drzwiczki paleniska i zasuwę kominową;
- (c) — zamknąć zawory służące do pobierania pary;
- (d) — powoli wypuszczać parę przez jeden z zaworów.
- 10 — **W razie przerwy w zapotrzebowaniu pary:**
- (a) — utrzymywać wodę w ruchu przez powolne zasilanie;
- (b) — stłumić ogień w palenisku przez przytknięcie kłap popielnika i zasuwę kominowej.  
Zabrania się tłumienia żaru przez nakładanie warstwy mokrego paliwa.
- 11 — **Jeżeli woda w kotle się burzy (pojawianie się piany)** należy:
- (a) — ogień w palenisku stłumić;
- (b) — kocioł zasilić wodą;
- (c) — nadmiar wody ostrożnie wypuszczać;
- (d) — przytknąć zawór parowy;
- (e) — nie podsycać ognia, zanim nie nastąpi zupełne uspokojenie.
- 12 — **W razie mrużenia kotła:**
- (a) — przytknąć zasuwę kominową i kłapę popielnika;
- (b) — wzruszać hakiem warstwę paliwa.
- 13 — **Na ukończeniu pracy kotła:**
- (a) — stopniowo zniżyć ciśnienie pary i siłę ognia;
- (b) — zasilić kocioł wodą o 5—8 cm ponad zwykły poziom;
- (c) — wygarnąć całkowicie ogień z rusztu i wygasić go po wygarnięciu;
- (d) — usunąć żużel z rusztu i paleniska i oczyścić rusztu i popielnik;
- (e) — zamknąć drzwiczki paleniska i zasuwę kominową;
- (f) — otworzyć urządzenia odwadniające przewodów parowych.



**14 — Przekazywanie  
rur płomienno-  
wych w kotłach stałych  
typu parowoz-  
owego podczas  
ruchu:**

— przy przekazywaniu rur przestrze-  
gać, aby uprzednio węgiel na  
ruszcie był zupełnie wypalony a za-  
suwa kominowa otwarta.

**15 — Przy czyszczeniu  
kotła:**

— przed wejściem do kotła oddzielić go  
od sąsiednich kotłów czynnych przez  
wyjęcie części łączących dla pary  
i wody i zaślepienie przewodu od  
strony czynnych kotłów lub zało-  
żenie między kołnierze łączące rury  
ślepych krążków.

**16 — Zabrania się:**

- (a) — wygaszać ogień przez polewanie pa-  
liwa wodą;
- (b) — naprawiać kocioł lub urządzenia two-  
rzące z kotłem zespół, gdy kocioł  
jest pod ciśnieniem;
- (c) — wpuszczać do kotłowni osoby obce bez  
wyraźnego zezwolenia zwierzchnika;
- (d) — wykonywać w kotłowni prace nie zwią-  
zane z obsługą kotła;
- (e) — opuszczać kotłownię, jeżeli kocioł jest  
w stanie czynnym, bez zostawienia  
wyznaczonego zastępcy;
- (f) — ustąpić ze zmiany (dyżuru) przed zda-  
niem dyżuru następcy i wspólnym  
sprawdzeniu stanu kotła;
- (g) — raptownie otwierać zawór kotłowy,  
powodujący duże zużycie pary  
i obniżenie się poziomu wody.

**17 — W razie pożaru  
kotłowni:**

- (a) — usunąć paliwo z paleniska;
- (b) — wypuścić na kotłownię parę;
- (c) — w ostateczności przed opuszczeniem  
kotłowni wypuścić wodę z kotła.

Nadmienia się w końcu, że budowa kotłów oraz urządzenie kotłowni musi  
odpowiadać odnośnym przepisom kotłowym.

Kotły podlegają okresowym rewizjom, połączonym z próbą wodną (hydrau-  
liczną) oraz parową. Kocioł z przekroczoną okresową rewizją nie powinien  
być uruchamiany.

### k) Przykład obliczenia wielkości kotła parowego.

Obliczyć wielkość kotła parowego syst. Lachapelle'a, potrzebnego do pracy pompy Worthington'a, której:

wydajność wynosi  $q = 0,007 \text{ m}^3$  na sekundę, przy wysokości pompowania  $H = 28 \text{ m}$  i przy współczynniku sprawności  $k = 0,8$ .

Przyjmujemy, że kocioł pracuje ze zwykłym nadciśnieniem pary  $= 8 \text{ atn}$ , wobec czego nie obliczamy potrzebnego ciśnienia pary.

Moc maszyny parowej obliczymy ze wzoru objaśnionego w punkcie j) **rozdziału 2 części III** niniejszego podręcznika, dotyczącego, pracy maszyny parowej i jej sprawności, a mianowicie:

$$N = \frac{q \cdot H \cdot a}{75 \cdot k}$$

w którym  $a$  oznacza ciężar  $1 \text{ m}^3$  wody  $= 1000 \text{ kg}$ .

Podstawiając w tym wzorze podane powyżej wielkości otrzymamy:

$$N = \frac{0,007 \cdot 28 \cdot 1000}{75 \cdot 0,8} = 3,3 \text{ (KM)}$$

Ponieważ rozchód pary w pompach Worthington'a wynosi przeciętnie około  $50 \text{ kg}$  na  $1 \text{ KM/godzinę}$ , więc żądany kocioł powinien dostarczać:

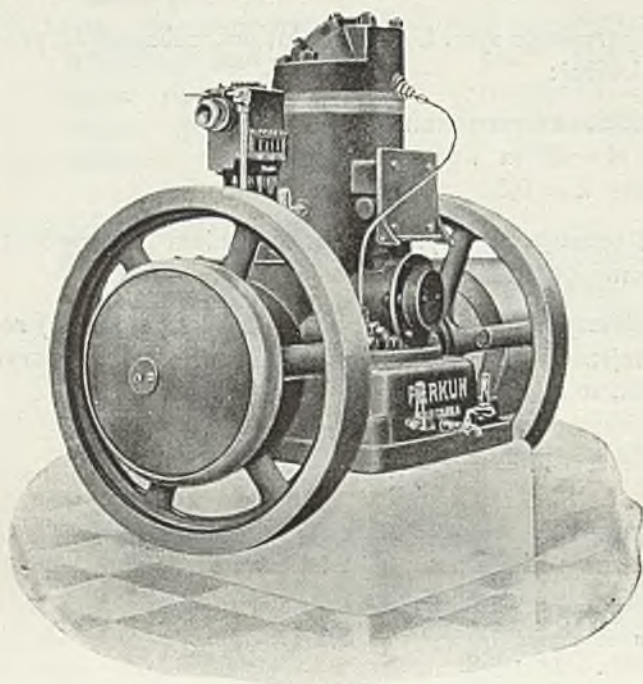
$$50 \times 3,3 = \sim 165 \text{ (kg pary na godzinę)}.$$

A że wydajność kotłów syst. Lachapelle'a wynosi około  $15 \text{ kg}$  pary na godzinę z  $1 \text{ m}^2$  powierzchni ogrzewalnej, więc kocioł ten powinien mieć:

$$\frac{165}{15} = \sim 11 \text{ (m}^2 \text{ pow. ogrzewalnej)}.$$

Wymiary odpowiedniego kotła określimy z **tablicy IX** podanej już poprzednio.





---

---

MOTOR  
„PERKUN“  
PIONOWY TYPU  
10:16 KM.

---

---

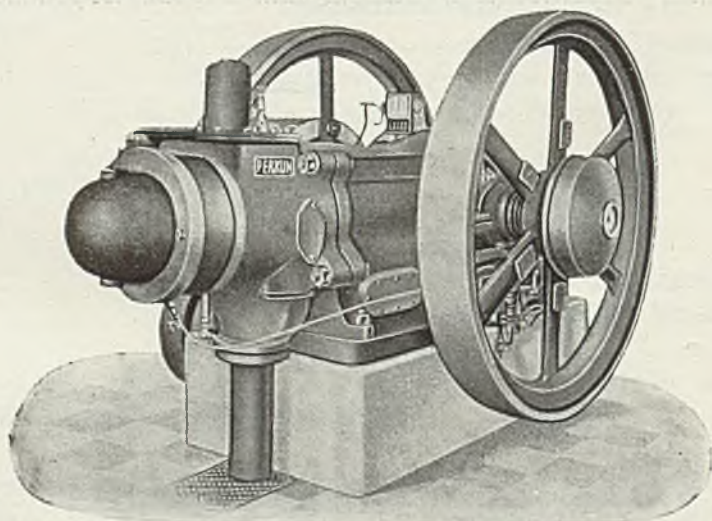
---

---

MOTOR  
„PERKUN“  
LEŻĄCY.

---

---



## ROZDZIAŁ 2.

# M A S Z Y N Y P A R O W E.

Maszyną parową nazywamy maszynę lub urządzenie do przetwarzania energii cieplnej, zawartej w parze, na pracę mechaniczną. Innymi słowy, jest to silnik, wprowadzany w ruch siłą pary, otrzymywanej z kotła parowego i udzielający od siebie siły do ruchu maszyny roboczej, dla której został zainstalowany.

Na st. wodnych zwykle pracują silniki parowe tłokowe z rozrządem pary suwakowym.

### a) Rodzaje maszyn parowych.

Silniki parowe tłokowe są oparte na rozprężaniu się (ekspansji) pary; tłoki wykonywują w cylindrach ruch prostoliniowy tam i z powrotem, zamieniony na obrotowy przez korbówód i korbę (odmiennie jak opisana praca w cylindrach parowych pomp Worthington'a).

Silniki parowe pracują z wydechem — gdy ciśnienie pary wylotowej jest wyższe od ciśnienia atmosfery, albo ze skraplaczem (kondensacją) — gdy ciśnienie pary wylotowej jest niższe od ciśnienia atmosfery (próżnia).

Rozróżniamy maszyny tłokowe stojące i leżące: 1-, 2- i 3-cylindrowe; z rozrządem pary suwakowym — s t a w i d ł o w e lub za pomocą zaworów — w e n t y l o w e.

### b) Opis działania maszyny parowej.

Na *rys. 72* pokazane są schematycznie główne części maszyny parowej leżącej jednocylindrowej podwójnego działania.

Najgłówniejszą częścią jest cylinder **1**, odlany zwykle z żelaza lanego; cylinder jest wewnątrz starannie obtoczony i z obu stron zaopatrzony w kołnierze, do których przymocowane są na całym swoim obwodzie śrubami z nakrętkami pokrywy cylindra **2 i 3**.

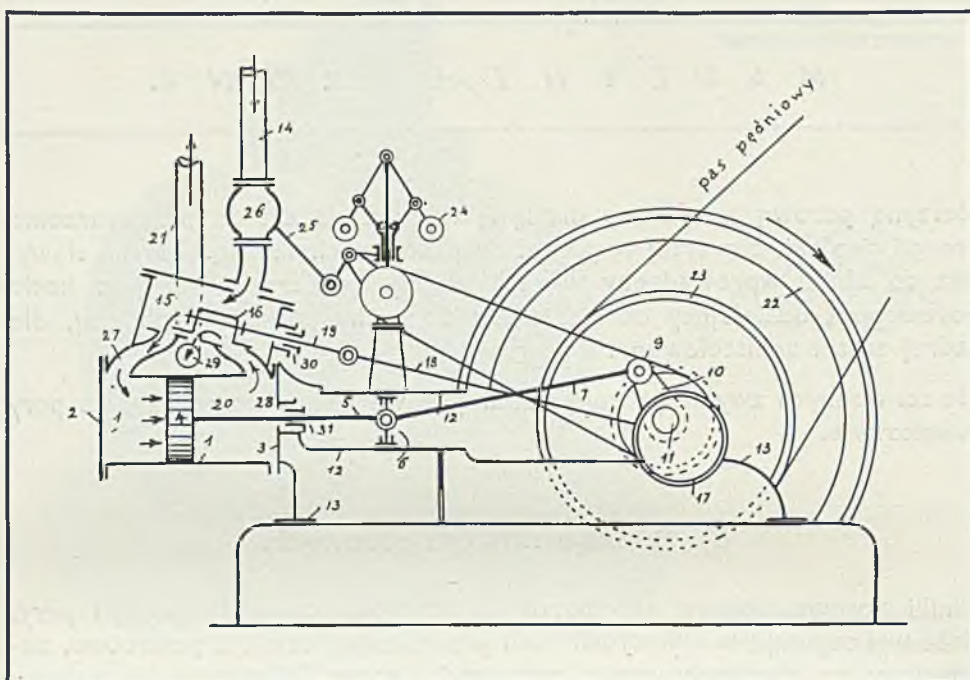
Wewnątrz cylindra, od pokrywy do pokrywy, przesuwa się tłok tarczowy **4**, osadzony na tłoczysku (trzonie tłokowym) **5**.

Tłok zaopatrzony jest na swoim obwodzie w przecięte opaski sprężynowe, które szczelnie dociskają się do powierzchni cylindra.

Wielkość maszyny parowej określa się zwykle wymiarami średnicy cylindra oraz długością skoku tłoka.



## Schemat maszyny parowej



Rys. 72

W górnej ścianie cylindra widać kanały 27 i 28, przez które dochodzi para ze skrzynki suwakowej 15 na przemian to na jedną, to na drugą stronę tłoka, rozdzielana odpowiednio przez suwak 16, zasłaniający lub odsłaniający na przemian okna kanałów 27 i 28. Do skrzynki suwakowej 15 doprowadzona jest para z kotła specjalnymi przewodami (rurami) 14, na których umieszczony jest zawór (wentyl) wpustowy 26.

Jak z rysunku widać, tłok przesuwają się na prawo w stronę pokrywy 3, przy czym przez kanał 27 para jeszcze jest wpuszczana do cylindra, gdyż okno jest odsłonięte przez suwak 16, zaś z drugiej strony cylindra przez kanał 28 całkowicie odsłonięty, wgłębienie suwaka 16, otwór wylotowy 29 i przewód 21 wylatuje para, która wykonała pracę swoją całkowicie, przesunąwszy poprzednio tłok z położenia skrajnego przy pokrywie 3 w kierunku pokrywy 2.

Przyrządy suwakowe (stawidłowe), poza cylindrem, są najważniejszą częścią składową maszyny parowej. Mają one za zadanie regulować dopływ pary żywej do cylindra i wylot jej po wykonaniu pracy w takim momencie, kiedy już para ta straciła możliwie całą swoją siłę, a zostało w niej tylko tyle ciśnienia, że może pokonać opory w przewodach i przeciwcisnienie normalnie zwykłej atmosfery (w silnikach wydechowych).

Rysunek wskazuje, że suwak 16 jest osadzony na drążku 19, który przechodzi w skrzynce przez dławnicę 30, uszczelnioną dławikiem i specjalnym szczelnikiem, aby nie przedostawała się tamtędy para.

Drążek ten jest połączony przegubowo z drążkiem **18** mimośrodowo **17**, umieszczonego na głównym wale korbowym **11**.

Opisany suwak nazywa się pojedynczym; są również suwaki podwójne, tłoczkowe i inne.

Tłoczek (trzon tłokowy) **5** przechodzi przez dławnicę **31**, umieszczoną w pokrywie **3** cylindra, która zaopatrzona jest w dławik i szczeliwo, nie przepuszczające pary z cylindra.

Drugi koniec tłoczyska osadzony jest w krzyżulcu **6**, który chodzi pomiędzy dwiema równoległymi płozami, tzw. prowadnicami **12**, służącymi do utrzymania tłoczyska w idealnie prostoliniowym ruchu wzdłuż osi cylindra.

Prowadnice są umieszczone na podstawie (w kadłubie) **13** maszyny, do której także przykręcony jest z jednej strony cylinder.

Na drugim końcu podstawy znajduje się jedno lub dwa łożyska wału korbowego.

Przeważnie buduje się podstawy z jednym łożyskiem i oprawa taka (podstawa) nazywa się jednostronną lub bagnetową.

Podstawa na dwa łożyska nazywa się widlastą.

Prostoliniowy wahadłowy ruch tłoczyska, uzyskiwany od tłoka, zamienia się na ruch obrotowy głównego wału przez przeniesienie tego ruchu za pomocą korbowodu **7** na czop **9** korby **10**, osadzonej na głównym wale **11**. Ramię korby **10** równe jest  $\frac{1}{2}$  dł. skoku tłoka.

Odróżniamy dwa martwe punkty w ruchu korby, powstające wówczas kiedy korbowód jest poziomy i stanowi prostą linię wraz z tłoczkami: jeden odpowiada położeniu tłoka przy pokrywie **2**, a drugi, gdy tłok znajduje się przy pokrywie **3**.

W jednocylindrowej maszynie korba przechodzi te martwe punkty za pomocą przeciwwagi i koła zamachowego **22**, osadzonego na głównym wale, które w czasie ruchu nabiera rozpędu — rozmachu i przesuwa szybko korbę przez martwe punkty do takiego położenia, w którym na tłok zaczyna cisnąć para, a tym samym korba uzyskuje czynny ruch obrotowy.

Koło zamachowe reguluje więc okresowe nierównomierności ruchu maszyny, tj. wchłania i oddaje nadmiar pracy i wyrównywuje opór zewnętrzny. Inne nierównomierności, zależne od obciążenia maszyny, wyrównywują przyrządy nazywane się regulatorami **24**.

Regulatory zwykle tak działają, że powodują zwiększenie lub zmniejszenie dopływu pary do cylindra, odmykając lub przymykając zawór wpustowy **26** za pomocą dźwigni **25**.

Obrót wału regulatora w tym przypadku otrzymuje się za pomocą przekładni pasowej od głównego wału maszyny.

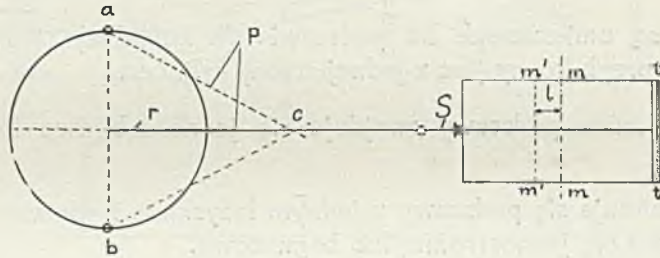


### c) Rozdział (rozząd) pary.

Nim zajmiemy się rozdziałem pary, rozważmy, jaki zachodzi stosunek między ruchem prostoliniowym tłoka, a obrotowym korby.

Aby wyjaśnić zasady ruchu w podanych szkicach, przyjmujemy do oznaczenia korby, drąga korbowego, tłoczyska i tłoka linie proste, zaś czop korby wyobrażamy za pomocą punktu.

Położenia tłoka w cylindrze muszą się stosować do stanowisk czopa korbowego na okręgu koła, opisywanego przez środek tego czopa i dlatego w dalszym ciągu będziemy tak za całym tym ruchem śledzili, jak gdyby korba nadawała bieg tłokowi.

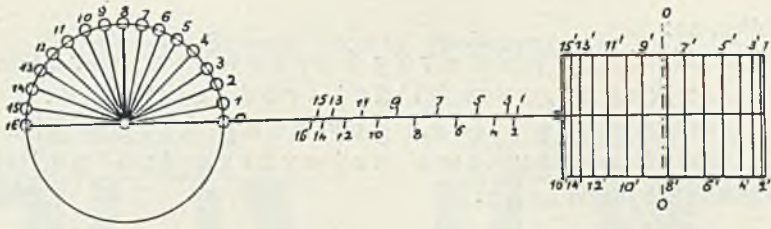


Rys. 73.

Na rys. 73 tłok oznaczony linią pełną  $tt$  znajduje się w punkcie zwrotnym (martwym) przednim, tłoczysko (trzon tłokowy)  $S$ , korbowód (drąg korbowy)  $p$  i korba  $r$  leżą na jednej linii prostej. Linia  $mm$  oznacza środek cylindra. Położenie tłoka, odpowiadające najwyższemu  $a$  i najniższemu  $b$  stanowisku czopa korby, znajdziemy, przecinając linię  $rs$  łukiem o promieniu  $ac$ , równym długości korbowodu  $p$  i następnie odkładając od punktu  $c$  w kierunku cylindra długość tłoczyska. W ten sposób odszukaliśmy, że tłok znajduje się będzie w położeniu  $m' m'$  po lewej stronie linii środkowej  $mm$  w odległości  $l$  od środka cylindra. Na rys. 73 wskazany jest obrót korby na lewo (w kierunku odwrotnym do wskazówki zegarowej). Ponieważ korba biegnie ruchem jednostajnym, a pierwszej ćwiertci obrotu korby odpowiada więcej aniżeli połowa skoku tłoka, przeto:

- 1 — Gdy czop korby zajmuje najwyższe stanowisko, tłok już przeszedł poza środek swego skoku, skąd wynika, że w przedniej części cylindra tłok przesuwają się prędzej niż w tylnej, gdyż w tym samym czasie przebywa dłuższą drogę.

Jeżeli korba obraca się na prawo (w kierunku wskazówki zegarowej), to przy najwyższym stanowisku czopa korby tłok jeszcze nie dochodzi do swego środkowego położenia o długość tę samą  $l$ , zatem podczas obrotu korby w lewo tłok się pospiesza w stosunku do czopa korby, a podczas obrotu korby w prawo tłok się opóźnia.



Rys. 74.

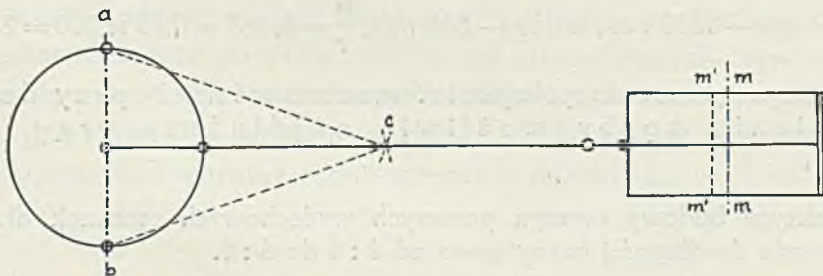
Rys. 74 przedstawia półokrąg koła opisywanego przez czop korby, podzielony na 16 równych części.

Jeżeli w podany poprzednio sposób wykreślimy położenie krzyżulca oraz tłoka, odpowiadające stanowiskom korby 1, 2, 3 itd. do 16, zauważymy (jak na tym rysunku), że drogą równą, przebieżoną przez korbę, odpowiadają nierówne drogi tłoka i drogi tłoka zwiększają się (rosną), idąc od punktów zwrotnych ku środkowi.

Ponieważ każdą z tych dróg tłok przebiega w takim samym czasie, w jakim i czop korby przebiega jedną działkę połowy okręgu koła korbowego, więc wynika stąd, że:

- 2 — Gdy czop korby biegnie ruchem jednostajnym, prędkość tłoka wzrasta od punktów zwrotnych ku środkowi i staje się największą przy położeniu, które odpowiada w przybliżeniu najwyższemu lub najniższemu stanowisku czopa korby.

Właściwie tłok osiąga największą szybkość, gdy korba podczas ruchu obrotowego stanie prostopadle do korbowodu, tj. gdy linia korby i korbowodu z osią cylindra utworzą trójkąt prostokątny.



Rys. 75.

Przerysujmy rys. 73 jeszcze raz z tą zmianą, że korbowód zrobimy dłuższy jak to przedstawia rys. 75. Położenie tłoka przy najwyższym lub najniższym stanowisku czopa korby będzie teraz w  $m' m'$  bliżej, niż poprzednio, od środka cylindra.



Stąd wynika, że:

- 3 — Im dłuższy jest drąg korbowy w porównaniu z korbą, tym bliżej środka cylindra znajduje się tłok, gdy czop korby przechodzi przez swe najwyższe lub najniższe stanowiska.

Niejednostajny bieg tłoka i różnica prędkości w przedniej i tylnej połowie cylindra zależy nie od długości korby i drąga korbowego, lecz tylko od stosunku jaki zachodzi pomiędzy tymi długościami.

Oznaczmy przez  $p$  długość korbowodu, przez  $r$  długość korby, przez  $l$  odległość tłoka od środka cylindra przy najwyższym stanowisku czopa korby, wówczas znajdziemy, że przy zmianie stosunku długości drąga korbowego do długości korby  $\frac{p}{r}$ ,  $l$  będzie się również zmieniało:

$$\frac{p}{r} = 2 \dots\dots\dots l = 0,27 \text{ długości korby} = 0,27 r$$

$$\frac{p}{r} = 3 \dots\dots\dots l = 0,17 \quad ,, \quad ,, = 0,17 r$$

$$\frac{p}{r} = 4 \dots\dots\dots l = 0,13 \quad ,, \quad ,, = 0,13 r$$

$$\frac{p}{r} = 5 \dots\dots\dots l = 0,10 \quad ,, \quad ,, = 0,10 r$$

$$\frac{p}{r} = 6 \dots\dots\dots l = 0,08 \quad ,, \quad ,, = 0,08 r$$

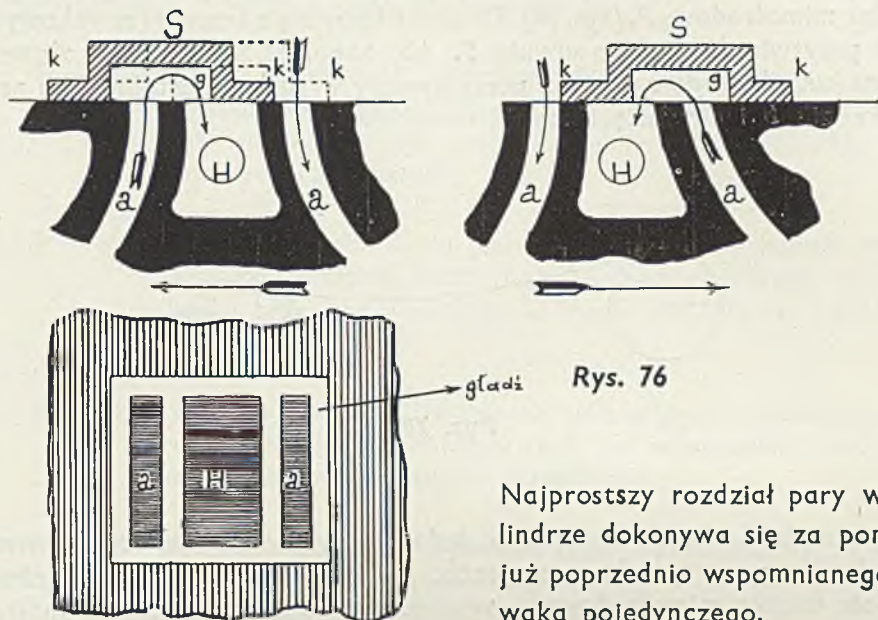
Np. długość drąga korbowego 1200 mm, korby — 300 mm, tj.  $\frac{p}{r} = 4$ , wtedy  $l = 0,13$  długości korby  $= 0,13 \times 300 = 39$  mm; gdy długość drąga korbowego — 1800 mm, korby — 300 mm,  $\frac{p}{r} = 6$ ; to  $l = 0,08 \times 300 = 24$  mm.

Aby maszyna pracowała spokojnie i równo stosować należy przy danym promieniu korby możliwie najdłuższy drąg korbowy.

W praktyce budowy maszyn parowych wydechowych stosunek długości korbowodu do długości korby bywa od 4 : 1 do 6 : 1.

Jeżeli maszyna parowa jest bliźniacza, tzn. gdy posiada 2 cylindry, których korby są osadzone na jednym i tym samym wale, to wówczas korby są ustawione względem siebie pod kątem prostym w taki sposób, że gdy lewa korba zajmuje najwyższe stanowisko w  $a$ , to prawa korba znajduje się w swym punkcie zwrotnym przednim, przy ruchu w kierunku strzałki zegarowej. Innymi słowy, podczas ruchu w lewo prawa korba poprzedza lewą o kąt  $90^\circ$ .

#### d) Suwak zwykły (pojedynczy)

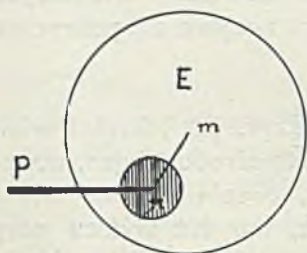


Rys. 76

Najprostszy rozdział pary w cylindrze dokonywa się za pomocą już poprzednio wspomnianego suwaka pojedynczego.

Suwak taki ma kształt skrzynki albo muszli o płaskiej i wygładzonej powierzchni od strony otwartej muszli. Na gładzi są widoczne trzy okna czyli wyloty kanałów: *a* i *a* — wlotowo-wylotowe, prowadzące do cylindra i *H* — odlotowe, prowadzące przez otwór wylotowy do przewodu wydechowego lub skraplacza.

Rozdział pary odbywa się w sposób następujący: suwak *S*, szczelnie przylegając do płaszczyzny skrzynki parowej, nazywanej gładzią (lub zwierciadłem), w której są wyloty kanałów parowych *a*, pozwala parze wlać do cylindrów tylko wtedy, gdy krawędzie *k* otwierają kanały. Suwak posiada ruch zwrotny, przez co otwiera i zamyka na przemian kanały prawy i lewy. Po zamknięciu wlotu pary do cylindra od strony skrzynki suwakowej, otwiera się wylot w ten sposób, że para kanałem *a* przelatuje do wgłębienia suwaka *g*, a stamtąd przez kanał wylotowy *H* i dalej przez rurę wylotową na zewnątrz. Ruch zwrotny nadaje suwakowi mimośród.

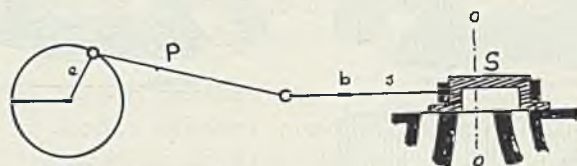


Rys. 77

Mimośród, (*rys. 77*), jest to krążek, osadzony stale za pomocą klina na osi w ten sposób, że jego środek *m* nie przypada w środku osi *n*. Wielkość odchylenia *mn* nazywa się promieniem mimośrodów. Promień mimośrodu tworzy z promieniem korby *Pn* kąt rozwarty.



Drążk mimośrodowy nie może chwycić krążka mimośrodowego w sposób zwykły, więc otacza go odpowiednią opaską, do której jest przytwierdzony drążek mimośrodowy  $P$ , (rys. 78). Drążek  $P$  łączy się z trzonem suwakowym  $s$ , stałe przytwierdzonym do suwaka  $S$ . Aby zapobiec zginaniu się i złamaniu trzona suwakowego  $s$ , jest on utrzymywany w ruchu prostoliniowym przez prowadnik  $b$  i dławnicę skrzynki suwakowej.

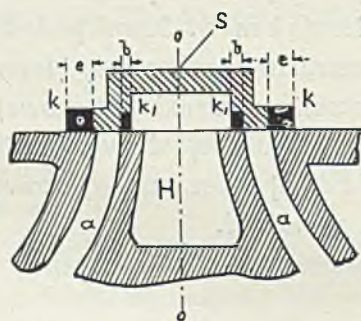


Rys. 78.

Gdy mimośród obraca się ruchem jednostajnym, wprawia suwak w ruch tam i na powrót w taki sam sposób, jak korba porusza tłok. Ponieważ długość drążka mimośrodowego w porównaniu z promieniem mimośrodu

jest bardzo znaczna, a tym samym stosunek  $\frac{P}{e}$  bardzo wielki (porównaj  $\frac{P}{r}$

dla korby), można nie brać pod uwagę nierównomierności biegu suwaka, wynikającego z ukośnych położenia drążka, ale przyjmując, że: przy pionowym stanowisku promienia mimośrodu, suwak znajduje się w środku swojej drogi, i że w tym punkcie szybkość suwaka jest największa, zaś przy punktach zwrotnych — najmniejsza.



Rys. 79.

Na rys. 79 przedstawiony jest suwak płaski  $s$  w jego środkowym położeniu nad kanałami. Pokrywa on zupełnie oba kanały wlotowe, a nadto krawędzie jego wystają z obu stron o długość  $e$ , którą nazywamy pokryciem zewnętrznym. Na wewnątrz takie same mamy występy poza krawędzie kanałów wlotowych o długość  $b$ , która nazywa się pokryciem wewnętrznym.

Wielkość tych pokryć, jak również wielkość promienia mimośrodu i kąta, utworzonego przez promień ten z promieniem korby, oraz odcinanie wlotu pary do cylindra przez krawędzie zewnętrzne  $k$ , lub też wylotu pary z cylindra przez krawędzie wewnętrzne  $k_1$ , wpływają na sposób rozdziału pary.

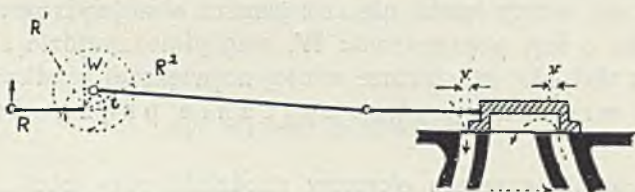
Rozpatrując teoretycznie (tj. przyjmując suwak bez pokryw zewnętrznych i wewnętrznych i mimośród osadzony pod kątem  $90^\circ$  względem korby) ruchy względne suwaka i tłoka zauważymy, że:

- 1 — aby suwak z obu stron jednakowo doprowadzał parę, powinien o jednakową długość zbaczać tak na lewo, jak i na prawo, czyli wahać się około stałego punktu 0 (rys. 78, 79), zwanego środkiem wahań;
- 2 — długość suwaka równa się podwójnej szerokości kanału wlotowego, zwiększonej o szerokość kanału wylotowego i grubość dwóch przegród wewnątrz których znajduje się kanał wylotowy  $H$  (rys. 79);
- 3 — skok suwaka powinien być równy przynajmniej podwójnej szerokości kanału wlotowego; skok ten jednocześnie równa się podwójnemu promieniowi mimośrodu.

Śledząc dalej wzajemne położenie suwaka i tłoka, spostrzeżemy, że kanał wlotowy będzie zamknięty, gdy tłok znajduje się w punkcie zwrotnym i będzie otwarty, gdy tłok ma szybkość największą.

Powyższe okoliczności działają ujemnie, gdyż w punkcie zwrotnym przy zmianie kierunku ruchu tłok musi jakby oczekiwać na parę, a w położeniu środkowym, gdzie już skutkiem ruchu korby (najwyższe stanowisko) ma szybkość największą, otrzymuje jeszcze największy przyływ pary.

Oprócz tego para wlatuje podczas całego skoku tłoka, przez co nie uzyskujemy siły jej rozprężania, a tym samym nie otrzymujemy żadnej oszczędności na materiale opałowym.



Rys. 80.

Jeżeli przyjmiemy mimośród osadzony pod kątem rozwartym względem korby, tj. pod kątem  $90^\circ$  zwiększonym o kąt  $W$ , zwany kątem poprzedzania, (rys. 80), to wówczas, gdy inne wymiary pozostały bez zmiany, suwak przesuwa się naprzód i kanał wlotowy tylny jest otwarty już wtedy, kiedy tłok znajduje się w punkcie zwrotnym, — przesunięcie suwaka o szerokość  $V$ , odpowiadające kątowi  $W$ , nazywa się poprzedzaniem liniowym, albo liniowym wlotem przedzwrotnym.



Kanał przedni wlotowy, odsłonięty równocześnie o odpowiednio większą szerokość  $V$  jest otwarty do wylotu pary; to otwarcie kanału, odpowiadające stanowisku tłoka w punkcie zwrotnym, nazywa się poprzedzaniem wewnętrznym.

Poprzedzanie usuwa niedogodność, że kanał był jeszcze zamknięty, gdy tłok znajdował się w punkcie zwrotnym, oraz daje ono jeszcze tę korzyść, że pomiędzy tłokiem w punkcie zwrotnym a pokrywą cylindra zostawia małą przestrzeń wolną, wypełnianą przez parę sprężoną, przeciwdziałającą sile bezwładności zatrzymywanego w biegu tłoka, krzyżulca i korbowodu.

W przeciwnym razie, tłok łatwo uderzywszy o pokrywę, mógłby ją rozbić. Przestrzeń ta wraz z objętością kanału wlotowego tworzy przestrzeń szkodliwą, którą para musi wypełnić, zanim zacznie działać na tłok.

Jeżeli suwak ma poprzedzanie, to przestrzeń szkodliwa wypełnia się parą jeszcze przed dojściem tłoka do punktu zwrotnego i para działa całkowitym swym ciśnieniem od samego początku ruchu tłoka.

Para, zawarta w przestrzeni szkodliwej, początkowo nie wywiera działania, staje się ona pożyteczną dopiero podczas rozprężania.

Mechanizm rozdziału pary składa się z części połączonych ze sobą zawiasowo; części te, wycierając się, otrzymują grę w połączeniach, czyli tak zwany ruch martwy i wywołują po pewnym czasie pracy silników znaczne opóźnienie w ruchu suwaka, a wówczas gdyby nie było poprzedzania, tłok zaczynałby swój skok w przód, zanim by para zaczęła przyptywać.

Gdy mimośród przyjdzie do punktu zwrotnego  $t$  (*rys. 80*) i suwak otworzy kanał najszerszej, wtedy korba nie stoi jeszcze w najwyższym stanowisku, lecz przed nim o kąt poprzedzania  $W$ , względnie znajdzie się w położeniu  $R^1$ , a sam tłok nie ma jeszcze swojej największej prędkości, co pozwala na większe wykorzystanie prężności pary.

Początek i trwanie czterech okresów rozdziału pary tj.:

1. — wlot pary
- 2 — rozprężanie pary
- 3 — wylot pary
- 4 — ściskanie (sprężanie lub kompresja) pary

można odpowiednio umiarkować, dobierając stosowne wielkości promienia mimośrodu, kąta poprzedzania i pokryć zewnętrznego i wewnętrznego suwaka.

Zmiany, jakim ulega rozdział pary, gdy zmienimy jedną z wielkości, pozostawiając inne bez zmiany, przedstawiają się w sposób następujący:

**I. Gdy powiększymy pokrycie zewnętrzne, to:**

- 1 — wlot pary zaczyna się później i trwa krócej;
- 2 — rozprężanie zacznie się wcześniej i trwać będzie dłużej;
- 3 — wylot pary zacznie się bez zmiany i trwać będzie bez zmiany;
- 4 — ściskanie zacznie się bez zmiany ale trwać będzie dłużej.

**II. Gdy powiększymy pokrycie wewnętrzne, to:**

- 1 — wlot pary zacznie się bez zmiany i trwać będzie bez zmiany;
- 2 — rozprężanie zacznie się bez zmiany i trwać będzie dłużej;
- 3 — wylot pary zacznie się później i trwać będzie krócej;
- 4 — ściskanie zacznie się wcześniej i trwać będzie dłużej.

**III. Gdy powiększymy promień mimośrod, to:**

- 1 — wlot pary zacznie się wcześniej i trwać będzie dłużej;
- 2 — rozprężanie zacznie się później i trwać będzie krócej;
- 3 — wylot pary zacznie się wcześniej i trwać będzie dłużej;
- 4 — ściskanie zacznie się później i trwać będzie krócej.

**IV. Gdy powiększymy kąt porzedzania, to:**

- 1 — wlot pary zacznie się wcześniej i trwać będzie bez zmiany;
- 2 — rozprężanie zacznie się wcześniej i trwać będzie bez zmiany;
- 3 — wylot pary zacznie się wcześniej i trwać będzie bez zmiany;
- 4 — ściskanie zacznie się wcześniej i trwać będzie bez zmiany.

Zestawienie powyższe wskazuje, że ta sama zmiana w rozdziale pary może być wywołwana rozmaitymi sposobami, np. chcąc lepiej wyzyskać rozprężanie pary, można albo zwiększyć pokrycie zewnętrzne (p. I-2), albo zmniejszyć promień mimośrod (p. III-2).

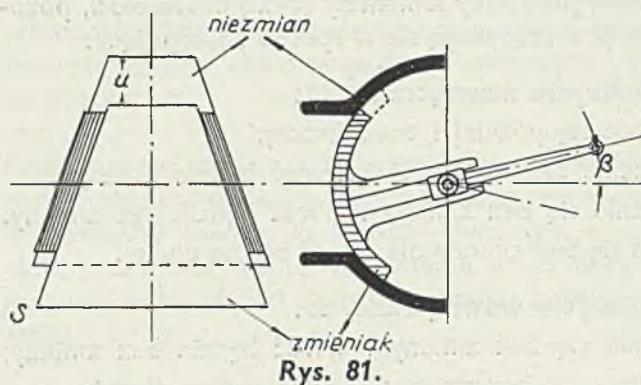
### **e) Suwak podwójny.**

Bardziej udoskonalony jest suwak podwójny, np. Rider'a, który daje rozrząd pary nastawiany samoczynnie, za pomocą regulatora działającego bez współdziałania maszynisty. Suwaki te bywają płaskie, półokrągłe i cylindryczne (zrównoważone).

Suwaki podwójne składają się przeważnie z suwaka rozrządzającego *n i e z m i e n n i e* początkiem wlotu, wylotu i ściskania (sprężania), który z tego powodu nazywa się *n i e z m i a n e m* (z niemiecka: suwakiem rozdziałowym), oraz ze *z m i e n i a k a* (suwaka odcinającego lub ekspansyjnego), tj. suwaka zmieniającego rozprężanie, a suwającego się po niezmiennie i określającego początek rozprężania pary w cylindrze.



### Suwak Rider'a



Moment zamknięcia kanałów wlotowych niezmianu, określa się przeto przesuwem obu suwaków względem siebie, czyli tzw. odsuwem względnym.

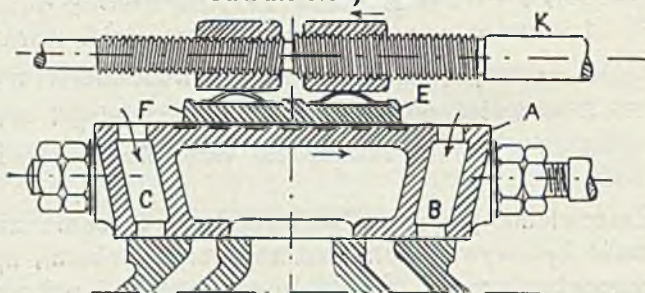
Wsuwaku (stawidle) Rider'a — (rys. 81) — zmięniak jest napędzany oddzielnie, posiada ruch ciągły, a nastawiany jest w poprzek swojej drogi.

Ogienka gładzi niezmianu są pochyłe do kierunku jego drogi, a poprzeczne przestawienie  $U$  zmięniaka mającego kształt trapezu, powoduje zmianę trwania odmyku okienek o wielkość  $S$ , mierzoną w kierunku drogi niezmianu.

Zwykle stosowany jest zmięniak walcowaty, ślizgający się w odpowiednim wydrążeniu grzbietu niezmianu, a nastawiany przez pokręcanie; wówczas przestawieniu  $U$  odpowiada kąt pokrętu  $\beta$ , wynoszący  $30^\circ$  do  $90^\circ$ ; im mniejszy kąt  $\beta$  wziąć dla danego  $U$ , tym większą średnicę wypada nadawać walcowi zmięniaka.

Regulator może bezpośrednio powodować pokręcanie drążka zmięniakowego, działając na ramię osadzone na drążku tym niepokrętnie, lecz przesuwnie, tak, aby nie brało udziału w ruchu drążka.

### Suwak Meyer'a



Rys. 82

Jest kilka odmian tego stawidła, jak również są suwaki podwójne Meyer'a — (rys. 82) — Farcot'a oraz Horoszkiewicza, stosowane przez byłą warszawską fabrykę „Ortwein, Karasiński i S-ka“.

W suwaku podwójnym Meyera niezmian  $A$  jest uruchamiany za pomocą mechanizmu mimośrodowego; rozrządza on parę jak zwykły suwak pojedynczy, tj. przepuszcza parę świeżą ze skrzynki suwakowej do cylindra przez kanały  $B$  i  $C$ .

Na niezmianie przesuwiają się dwie płytki  $E$  i  $F$  zmięniaka. Płytki te przesuwiają się po górnej płaszczyźnie (zwierciadło) niezmianu za pomocą drugiego mechanizmu mimośrodowego.

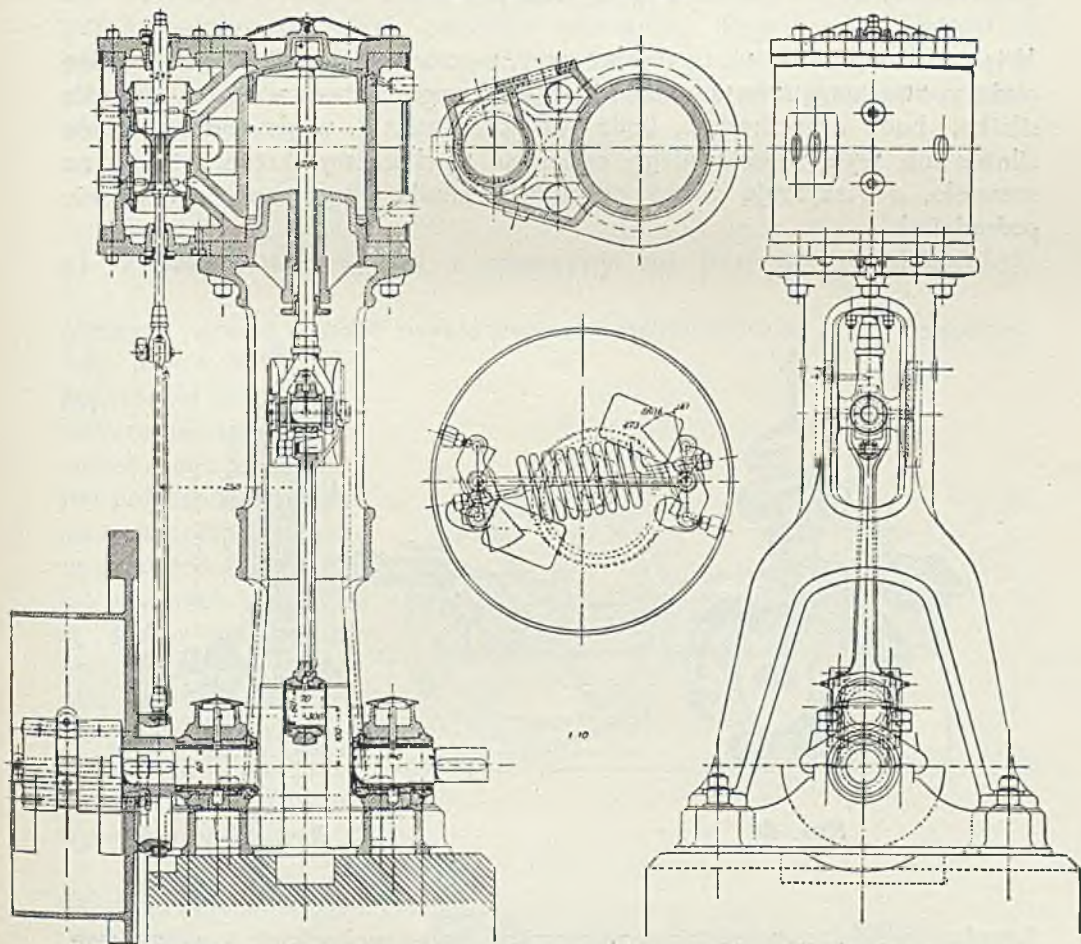
Mimośrodowy są tak względem siebie ustawione i zaklinowane, że kiedy niezmian odstawia kanał wpustowy do lewej części cylindra, przesuując się jednocześnie w prawo, zmięniak, poruszając się w lewo, zasłania wpust pary do kanału  $C$  niezmianu, przez co przerywa dopływ pary do cylindra.

Ponieważ oba suwaki w chwili odcięcia dopływu pary poruszają się w przeciwnych kierunkach, więc wlot pary do cylindra następuje szybko, bez większego dławienia w końcowym momencie wlotu.

Zmniejszenie stopnia napełnienia otrzymuje się przez odpowiednie rozstawienie płytek *E* i *F* zmieniacza za pomocą śrubunków o odwrotnych (lewych i prawych) zwojach narzniętych na drążku suwakowym *K*, co powoduje wcześniejsze zasłonięcie płytką kanału w zmieniaczu. Przez przybliżenie do siebie płytek uzyskujemy napełnienie większe.

Początek wlotu, jak również przebieg wylotu pary przy stałym ustawieniu mimośrodowo niezmiennym będzie odbywać się jednostajnie, niezależnie od odległości między płytkami zmieniacza.

### Maszyna parowa stojąca



Rys. 83.

Rys. 83 przedstawia wydechową maszynę parową szybkoobrotową o mocy 10 KM; średnica cylindra 200 mm, skok tłoka 200 mm, ciśnienie pary 6 atn, pracującą z rozchodem pary 14 kg na 1 KM/godz.

Maszyna ta jest zaopatrzona w suwak tłoczkowy oraz w regulator płaski.

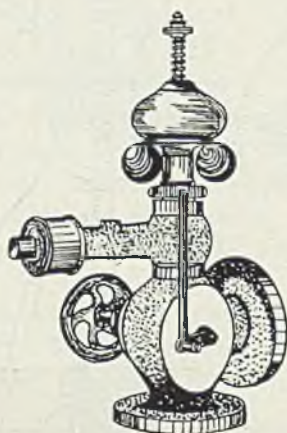


## f) Regulator (miarkownik).

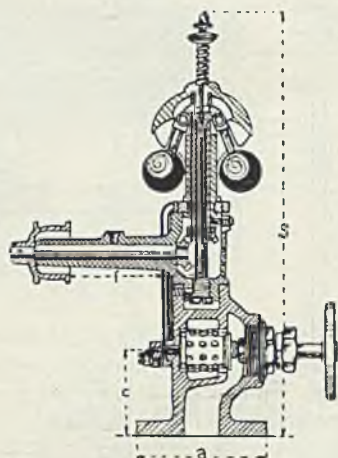
Zadanie regulatora polega nie tylko na zapobieżeniu rozbiegania się maszyny, ale i na utrzymywaniu określonej średniej prędkości biegu maszyny parowej niezależnie od tego, czy zapotrzebowanie pracy jest większe lub mniejsze.

Regulator działający bezpośrednio, który zwykle spotykamy przy maszynach parowych, jest połączony z maszyną tak, że gdy maszyna zacznie iść cokolwiek prężej lub wolniej, wskutek tego, że daje pracy więcej lub mniej ponad zapotrzebowanie, to regulator zaczyna przestawiać części regulujące (dopływy pary zmniejsza lub zwiększa) i ustanawia w ten sposób równowagę między mocą maszyny, a obciążeniem, utrzymując prędkość biegu maszyny prawie taką samą jak była.

Większość regulatorów, to mechanizmy, w których wahadłowo zawieszono ciężary zmieniają swe położenie i wskutek tego oddziałują na stawidło silnika, bądź bezpośrednio, bądź też pośrednio, tj. włączając do układu silnika lub wyłączając z niego oddzielne mechanizmy, które działają na stawidło, a otrzymują napęd od samego silnika (regulatory o działaniu pośrednim).



Rys. 84



Rys. 85

Regulatory są stosowane najrozmaitszych typów wahadłowe i sprężynowe.

Na *rys. 84* pokazany jest regulator dwuwahadłowy w połączeniu z moderatorem i zaworem parowym wpustowym, zaś na *rys. 85* jego przekrój.

Regulator ten odznacza się lekkim biegiem i znaczną stałością, może więc być stosowany do maszyn nawet szybkobieżnych.

Połączony z regulatorem moderator (miarkownik ciśnienia pary wlotowej) z zaworem, składa się z odciążonego zupełnie cylindra i sprawia nadzwyczaj mały opór podczas ruchu regulatora.

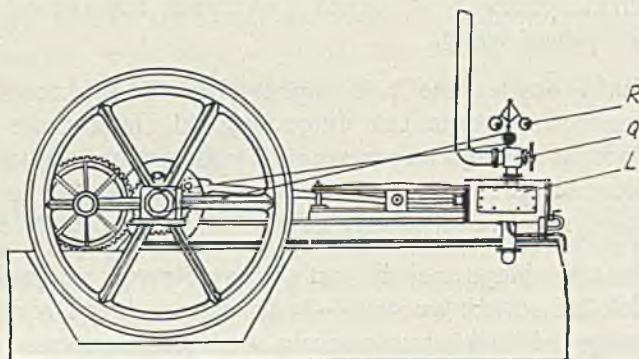
Górna sprężyna służy do zmiany ilości obrotów regulatora. Regulator ustawiony jest na odpowiednim łożysku, dzięki czemu bieg jego jest nadzwyczaj lekki, zużycie kółek zębatych bardzo nieznaczne, a ślizganie i spadanie pasa prawie wyłączone.

Kółko pasowe wraz z konsolą może być przestawiane na wszystkie cztery strony.

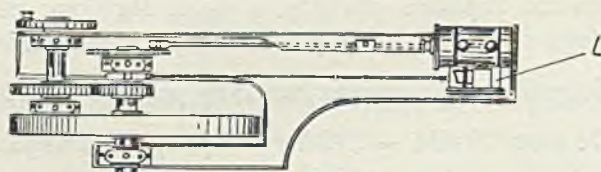
Dla dobrego działania regulatora, wchodząca do niego para powinna być nasycona oliwą, a zatem wskazanym jest, ażeby na rurze parowej przed regulatorem była założona oliwiarka. Regulatory przepustnic parowych powinny o tyle tamować przepływ pary, aby w swym najwyższym położeniu były w stanie niezawodnie spowodować zwolnienie nawet jałowego biegu samego silnika.

### g) Przenoszenie ruchu z maszyny na pompy (przekładnie).

Maszyna parowa posiada zwykle większą ilość obrotów od pomp tłokowych lub nurnikowych, do poruszania których zazwyczaj jest stosowana, wobec czego najczęściej jest połączona z mechanizmem pomp za pomocą przekładni zębatych lub pasowych. Rzadziej są stosowane pompy bezpośredniego działania, tj. takie, których tłok lub nurnik jest umocowany na przedłużeniu tłoczyska maszyny parowej.



**Rys. 86** przedstawia maszynę parową z kołem zamachowym i przekładnią zębatą; nad skrzynką suwakową **L** znajduje się zawór wpustowy **Q** i regulator **R**.



Rys. 86



## h) Uruchomienie maszyny.

Aby uruchomić maszynę, należy pokręcić kołem zamachowym tak, aby korba ustawiła się w pozycji górnej poza przednim martwym punktem, tj. aby była ustawiona w kierunku normalnego obrotu, następnie należy wolno otwierać zawór wpustowy Q (rys. 86).

Para ze skrzynki suwakowej L (rys. 86) przechodzi na prawą stronę tłoka, gdyż odpowiednie okno już jest otwarte i tłok zaczyna się przesuwać na lewo, uruchamiając cały mechanizm obrotowy i z nim związany mechanizm stawidłowy.

Tymże zaworem również zatrzymujemy bieg maszyny, gdy go zamykamy. Maszyny parowe są bardzo łatwe do obsługi, należy jednak uważać, aby pracowały równo i cicho (dobrze smarowane), co przez podsłuch maszyny daje się zauważyć.

## i) Wskazówki obchodzenia się z maszynami podczas ich pracy.

Do parowych cylindrów należy używać tylko smarów mineralnych. Dla łożysk korbowych itd. knoty do smarowania należy stosować wełniane i nie za grube, aby nie zapychały otworów do smarowania. Końce knotów nie powinny dotykać osi.

Przed puszczeniem maszyny w ruch na  $1/4$ — $1/2$  godziny należy powoli otworzyć zawór parowy na kotle, aby ogrzać przewody i maszynę. Jednocześnie należy otworzyć zawory parowe przy ogrzewku cylindra, jak również kurki spustowe w rurach i skrzynce suwakowej itd. dla usunięcia z nich skroplonej wody.

Kurki powietrzne przy ogrzewkach i garczках do skraplania trzeba trzymać otwarte tak długo, dopóki nie zacznie wychodzić z nich para. Podczas takiego nagrzewania silnik powinno się smarować i dociągać śruby dławnic, gdzie założono świeżo szczeliwa. Na krótko przed puszczeniem maszyny w ruch, należy zawór parowy na kotle otworzyć zupełnie.

Podczas biegu należy stale kontrolować wszystkie części silnika. Jeżeli tłok lub suwak warczy — brak smaru. Jeżeli w cylindrze trzeszczy, należy otworzyć kurki spustowe dla usunięcia skroplonej wody. Jeżeli pierścienie tłoka stukają, należy obficie smarować i sprawdzić, czy nie są one zużyte.

Jeżeli w cylindrze następują silne uderzenia, to widocznie pękł pierścień (opaska) tłokowy. Parowy zawór nastawny na cylindrze powinien być zawsze zupełnie otwarty, a para dławiona zaworem na kotle. Podczas biegu ogrzewek stale powinien być zapełniony parą.

Zużycie smarów przez maszyny parowe na 10 godzin.

Do mocy 10 KM — 0,15 litra oleju cylindrowego, 0,5 litra oleju do łożysk

„ „ 30 KM — 0,5 „ „ „ 1,5 „ „ „ „

„ „ 50 KM — 0,8 „ „ „ 2,25 „ „ „ „

## j) Praca maszyny parowej i jej sprawność.

Praca maszyny parowej zależy od wielkości ciśnienia pary, powierzchni tłoka, długości skoku tłoka i jego szybkości średniej, tj. od ilości obrotów wału korbowego w jednostce czasu.

Ciśnienie pary określamy ilością atmosfer, które odpowiada w przybliżeniu ciśnieniu 1 kg na 1cm<sup>2</sup>.

Jeżeli oznaczymy:

F = powierzchnia tłoka w cm<sup>2</sup> (bez odjęcia przekroju trzona tłokowego)

S = skok tłoka w metrach

P = średnie ciśnienie pary po stronie roboczej tłoka

p = średnie ciśnienie pary wylotowej

(maszyny wydychowe p = 1,15 atn maszyny ze skraplaczem p = 0,2 atn)

to pracę pary w cylindrze w czasie 1 skoku tłoka określimy wzorem

$$S (P-p) F$$

ponieważ cylinder maszyny jest podwójnego działania, tj. przy jednym obrocie korby (wału) mamy 2 skoki tłoka (w przód i w tył) oraz wał korbowy maszyny wykonywuje n obrotów na minutę, więc praca teoretyczna maszyny na 1 sekundę wyrazi się wzorem:

$$\frac{2 \cdot n \cdot S}{60} \cdot (P-p) \cdot F = 75 \cdot N,$$

gdzie 75 N oznacza pracę maszyny parowej wyrażoną w siłach, bowiem za jednostkę mocy maszyn uważa się konia parowego (mechanicznego), tj. pracę 75 kilogramometrów, wykonaną w jednej sekundzie. Praca zaś na 1 sekundę oznaczona w koniach mechanicznych wyrazi się wzorem:

$$N = \frac{2 \cdot n \cdot S \cdot (P-p) \cdot F}{60 \cdot 75}$$

Praca praktycznie osiągalna, tj. efektywna, jest znacznie niższa i wynosi około 60% teoretycznej, gdyż para przy przejściu z kotła do cylindra maszyny traci swoją prężność do 20%, praca zaś wykonana przez tłok jest znów mniejsza o straty spowodowane ruchem tłoka, krzyżulca i korbowodu oraz mechanizmu stawidłowego, które wynoszą około 20% pracy wykonywanej przez tłok.

Dlatego też moc maszyny potrzebną do napędu pomp określamy w tak zwanych koniach pompowych według teoretycznego wzoru:

$$N = \frac{Q \cdot H}{t} \cdot \frac{1000}{75},$$

w którym Q oznacza ilość wody w metrach sześciennych, wypompowaną w czasie t, który wyrażamy w sekundach; H — oznacza teoretyczną wysokość pompowania w m, tj. różnicę poziomów wody w studni zbiorczej i w zbiorniku głównym, zwiększoną o sumę oporów w rurach ssawnych i tłocznych.



Sprawność tę (moc w taki sposób określaną) zwiększamy w zależności od rodzaju pompy i przeniesienia ruchu z maszyny na pompę (przekładni) w przybliżeniu o około 20%, aby maszyna mogła pokonać opory ruchu samej pompy i przekładni.

Na podstawie powyższego, jeżeli znamy wydajność pompy, możemy określić potrzebną siłę na głównym wale maszyny do jej poruszania, a według tej siły (mocy) maszyny możemy określić wielkość powierzchni ogrzewalnej kotła parowego, co już poprzednio było podane w **Rozdz. 1** niniejszej części.

Tylko odpowiednio dobrane zespoły pompowe pracują normalnie.

W poniższej tabelicy, którą podajemy dla orientacji, przytoczone liczby wskazują zależność między średnim ciśnieniem pary  $P_m$  na tłok maszyny parowej w czasie całego jego biegu, zużyciem (rozchodem) pary na 1 konia mechanicznego pracy wykonywanej w cylindrze parowym, tj. przez tłok oraz pomiędzy wielkością kotła parowego, tj. jego powierzchnią ogrzewalną, przy różnym ciśnieniu (manometrycznym) pary  $P_o$  w kotle.

Manometryczne ciśnienie pary w kotle $P_o$ w atn	3	4	5	6	7	8	Uwagi
Średnie ciśnienie robocze $P_m$ pary na tłok w ciągu całego jego biegu w kilogram. na cm kw. . . . . .	1,6	1,9	2,2	2,5	2,8	3,0	Dla 1 KM na wale korbowym liczby zużycia pary należy pomnożyć przez 1,25, a liczby pow. ogrzewalnej przez 0,80
Zużycie (rozchód) pary na 1 KM w cylindrze wyrażone w kilogramach na godz. .	16	14	12	11	10	9,5	
Powierzchnia ogrzewalna kotła w metrach kwadratowych na 1 KM w cylindrze . . . . .	2,0	1,7	1,5	1,5	1,2	1,0	

Przytoczone dane odnoszą się do maszyn wydechowych (które zwykle stosowane są na st. wodnych kolejowych) i pracujących z normalną szybkością tłoka, tj. od 1 do 3 metrów na sekundę. Maszyny te pracują ze współczynnikiem sprawności termicznej 0,1 do 0,15, tj. dają one tylko 10 do 15% tej pracy, jaka teoretycznie odpowiada wartości opałowej węgla.

Moc rzeczywistą maszyny można określić praktycznie za pomocą dynamometru, tj. przyrządu opartego na hamowaniu obrotu koła zamachowego. Obliczenie mocy tym sposobem podane jest poniżej w **rozdziale 3** — punkcie s.

### SILNIKI SPALINOWE (MOTORY).

Silnikami spalinowymi nazywamy takie silniki tłokowe, w których działają swą prężnością spaliny powstałe z paliwa (gazu, ropy, benzyny, spirytusu itp.) płonącego w cylindrze-głowicy, bez względu na to, czy to spalanie jest nagłym wybuchem, czy też stopniowym spalaniem (w silniku Diesel'a).

#### a) Rodzaje silników spalinowych.

- 1 — Według przebiegu pracy spalin odróżniamy:
  - (a) — silniki o nagłym spalaniu przy stałej objętości — wybuchowe,
  - (b) — silniki o stopniowym spalaniu przy stałym ciśnieniu — silniki Diesel'a.
- 2 — Według roboczych suwów tłoka odróżniamy:
  - (a) — silniki czterotaktowe, inaczej zwane — czterosuwowe,
  - (b) — silniki dwutaktowe, inaczej zwane — dwusuwowe.
- 3 — Według rodzaju paliwa odróżniamy:
  - (a) — silniki gazowe — na gaz świetlny, gaz ze smaru, gaz generatorowy, gaz wielkopieczowy, gaz pieców koksowych itp.
  - (b) — silniki na paliwo płynne — ciężkie, tj. ropę, odpadki ropowe i oleje gazowe oraz paliwo lekkie, a więc naftę, benzynę, spirytus itp.
- 4 — Według konstrukcji odróżniamy:
  - (a) — poziome — jednostronne lub obustronne działania, jedno- lub wielocylindrowe;
  - (b) — pionowe — jedno- lub wielocylindrowe, górno- lub dolnokorbowe.
- 5 — Według sposobu ustawienia odróżniamy:
  - (a) — stałe — ustawione na fundamentach,
  - (b) — przewoźne — ustawione na podwoziach.

Na st. wodnych kolejowych spotykamy czasami silniki czterosuwowe, nisko- i średnioprężne, przeważnie zaś stosowane są silniki dwusuwowe krajowych fabryk, a rzadziej Diesel'a budowy Stoczni Gdańskiej.

#### b) Działanie czterosuwu.

Cylinder silnika ma na końcu tzw. głowicę, w której znajdują się otwory zamykane przez wentyle, jeden do wpuszczania paliwa i powietrza, tzw. wpustowy, drugi do wypuszczania z cylindra spalin, tzw. wylotowy lub wydechowy.



Przy ruchu tłoka naprzód, czyli suwie pierwszym, otwiera się wentyl wpustowy i do cylindra wchodzi mieszanina paliwa i powietrza pod ciśnieniem prawie równym atmosferycznemu. Przy ruchu tłoka wstecz, czyli suwie drugim, wentyl wpustowy jest zamknięty i zawarta w cylindrze mieszanina zostaje sprężona. Tłok dochodzi tylko do głowicy, tak że głowica jest napełniona sprężoną mieszaniną. Na objętość wewnętrzną przestrzeń głowicy stanowi około  $\frac{1}{5}$  ogólnej objętości cylindra, przeciwnie niż w maszynie parowej, gdzie tłok dochodzi jak najściślej do pokrywy, aby przestrzeń szkodliwa była możliwie jak najmniejszą. Cokolwiek przed dojściem tłoka do położenia krańcowego, sprężona mieszanina zostaje zapalona przez iskrę elektryczną lub przez zetknięcie się z rozżarzonym ciałem. Zapalona mieszanina spala się szybko, a ponieważ spalanie odbywa się wtedy, gdy tłok prawie że stoi w miejscu, więc przy stałej objętości, rozwinięte przy spalaniu ciepło powiększa ogromnie prężność spalin.

Doprowadzone do wysokiej prężności spaliny wypychają tłok przy suwie trzecim i stopniowo się rozprężają. Rozprężanie nie dochodzi do ciśnienia atmosferycznego. Na krótko przed dojściem do krańcowego położenia otwiera się wentyl wypustowy i część spalin szybko wychodzi na zewnątrz, przez co traci resztę prężności. Przy dalszym ruchu tłoka wstecz, czyli suwie czwartym, rozprężone spaliny usuwane są na zewnątrz przez wentyl wypustowy pod ciśnieniem prawie równym atmosferycznemu.

Cały więc okres pracy wymaga czterech suwów, z których trzy zużywają się na ładowanie i wyładowywanie cylindra, a jeden tylko na pracę użyteczną. Te trzy suwy nierobocze pochłaniają 5 do 12% pracy silnika. Innymi słowy, dla jednego okresu pracy wał korbowy musi wykonać dwa obroty.

### c) Działanie dwusuwu.

Silnik spalinowy dwusuwowy składa się z dwóch głównych części: cylindra silnikowego i pompy napełniającej, której rolę spełnia zamknięta przednia część silnika, osłaniająca korbę, inaczej zwana skrzynią korbową lub karterem. Tłok silnika na zewnętrzną część swoją przejmuje ciśnienie pracujących w cylindrze gazów, a wewnętrzna jego powierzchnia, tj. od strony korbowodu, pracuje jako pompa powietrzna do przepłukiwania cylindra. W skrzyni znajdują się klapy do wssania powietrza, zaś przez kanał łączący skrzynię z cylindrem powietrze jest wypychane. Spaliny usuwane są przez otwory wydechowe w cylindrze. Paliwo wtryskiwane jest pompką przez rozpylacz w momencie sprężenia powietrza w krańcowym położeniu tłoka. Do jednego okresu pracy potrzebne są dwa suwy, tj. — wał korbowy powinien się raz obrócić, ażeby wykonać jeden okres pracy.

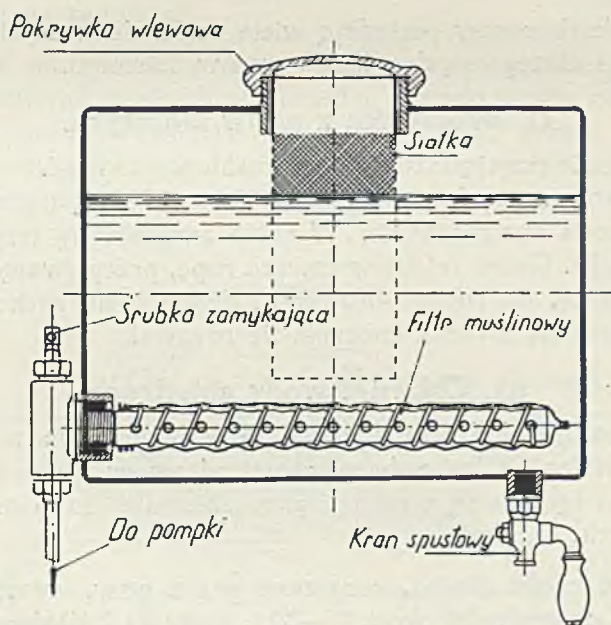
Praca, tak w silnikach z głowicą żarową, jak i Diesel'ach odbywa się podobnie, z tą różnicą, że w pierwszym przypadku ma miejsce wybuch, a w drugim stopniowe spalanie, oraz że zapalenie wybuchowej mieszanki w pierwszym przypadku odbywa się, czy to za pomocą głowicy lub rurki żarowej, czy też za pomocą iskry elektrycznej, zaś w Diesel'ach powietrze sprężone aż do 30 atn jest tak rozgrzane (ma temperaturę około 600° C), że samo zapala wstrzyknięte paliwo.

## OPIS CHARAKTERYSTYCZNYCH CZĘŚCI MOTORÓW.

Przy silnikach na paliwo płynne niektóre główne części spotykamy odmienne, jak przy maszynach parowych, np.: zbiornik do płynnego paliwa, karburator, urządzenie do chłodzenia cylindra, tłumniki oraz regulatory płaskie, które pokrótce opiszemy.

### d) Zbiornik do płynnego paliwa.

Zbiornik do płynnego paliwa, którego przekrój pokazany jest na *rys. 87*, przykręca się w mniejszych motorach wprost do cylindra, a przy motorach większych zawiesza się na ścianie.



Rys. 87.

Wewnątrz zbiornika znajduje się muslinowy filtr, zatrzymujący drobniejsze zanieczyszczenia, jakie mogłyby się przedostać przez siatkę umocowaną pod pokrywką zbiornika i przez siatkę w lejku, przez który powinno się zawsze nalewać płynne paliwo.

Rura z muslinowym filtrem powinna być od czasu do czasu wykręcana, muslin odwinięty i przemyty w nafcie, albo zastąpiony nowym, a siatka w zbiorniku dokładnie oczyszczona.



### e) Karburator (gaźnik).

Bardzo ważną częścią w silnikach są przyrządy do wytwarzania mieszanki z paliwa.

Do wytworzenia mieszanki z paliwa lżejszego służy tzw. karburator. Karburowaniem w ogóle nazywa się przesycaenie powietrza lub jakiegokolwiek gazu materiałem palnym. Zadanie karburatora polega na tym, aby jak najrówniej przesycać powietrze cząsteczkami paliwa. Przesycaenie równomierne będzie wtedy, gdy powietrze zabiera z sobą wyparowane przezeń paliwo.

Karburatory są najrozmaitszej konstrukcji. Np. w karburatorze knotowym powietrze ssane przez silnik przechodzi obok knota przesyconego benzyną i zabiera z jego powierzchni benzynę.

W karburatorze rurkowym zaś, w rurce utrzymywana jest benzyna na najwyższym jej poziomie (przy wylocie) za pomocą specjalnego wentylika pływakowego. Około rurki przepływa powietrze strumieniem zwężonym, aby uprzystępnąć możliwie wszystkim cząstkom powietrza zbliżenie się do benzyny i aby wytworzyć szybki przepływ powietrza, sprzyjający odparowaniu benzyny.

Jak widzimy, karburatory posiadają wiele części delikatnych (pływaczek, wąska rurka) i dlatego są dosyć niepewne w działaniu.

### f) Mieszanka z paliw cięższych.

Paliwa cięższe nie parują łatwo, więc trzeba je rozpylać.

W silnikach dwusuwowych rozpylacze do ropy składają się zwykle z rurki wąskiej o wylocie rozszerzonym. W rurce znajduje się trzpień blaszany w kształcie śruby. Gwint tej śruby zmusza ropę, przepływającą pod ciśnieniem przez rurkę, do ruchu wirowego i dzięki temu ruchowi, strumień ropy, wydostając się z rurki, znacznie się rozpyla.

### g) Zbiornik wody chłodzącej.

Zbiornik do wody chłodzącej ustawia się w bliskości motoru, lecz o ile możliwości powinien on być zabezpieczony od mrozu. Rury do wody przy motorze często łączone są z rurami przy zbiorniku za pomocą krótkich węży gumowych.

Cylinder i inne części silnika, rozgrzane przez gazy, wymagają stałego chłodzenia, na co wychodzi około 15—30 l. wody na 1 KM/godz. przy temperaturze wody wchodzącej 15° C, a wychodzącej 50° C. W silnikach Diesel'a zużycie to wynosi 12—15 litrów przy temperaturze wody wchodzącej 10° C i wychodzącej 60°—70° C.

Przy zastosowaniu ochładzania wody gorącej wychodzącej z koszulek wodnych silników, zużycie wody może być zmniejszone do 3 litrów na 1 KM/godz.

Przewody wodne powinny być tak założone, aby podczas mrozów można było wypuszczać z nich wodę całkowicie.

## h) Tłumniki.

Hałas gazów spalinowych usuwa się przez zastosowanie na rurze wylotowej tłumników-zbiorników żelaznych lub żeliwnych o objętości około 10-krotnej cylindra. Zamiast tłumników można najniższy koniec rury wylotowej wpuścić do dobrze przykrytego dołu, napełnionego dużymi kamieniami.

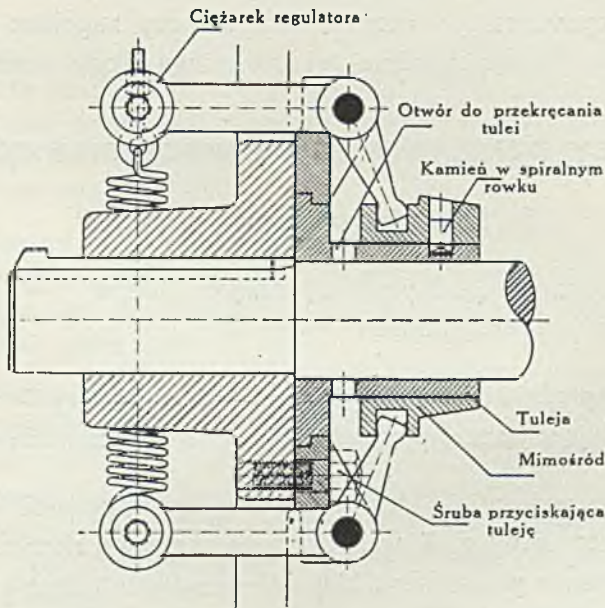
## i) Miarkownik (regulator) płaski.

Regulowanie szybkości silników stałych, pracujących z karburatorami jest ilościowe, tj. przez dawkowanie ilości materiału palnego, odpowiednio do obciążenia silnika.

Regulator płaski różnej konstrukcji, często opatentowanej, umieszczany bezpośrednio na wale korbowym, przy słabszej pracy motoru zmniejsza skok tłoczka pompki, a więc i ilości wtryskiwanego do cylindra płynnego paliwa i jednocześnie przyspiesza początek wtrysku, co przy małych obciążeniach jest konieczne dla niezawodnego działania motoru.

Tłoczek pompki porusza dźwignia, na którą naciska skośny mimośród, przesuwany przez regulator.

Mimośród, jak na **rys. 88**, suwa się np. po tulei, obracającej się razem z wałem, a ponieważ tuleja na powierzchni posiada skośny żłobek, w który wchodzi umocowany wewnątrz mimośrodu klin, przeto przy przesuwaniu mimośrodu przez regulator, mimośród ten jednocześnie się przekręca, co wywołuje przyspieszenie lub opóźnienie początku wtryskiwania płynnego paliwa do cylindra.



Rys. 88



Normalny początek wtrysku ustala się przez przyciśnięcie kołnierza tulei do piasty koła zamachowego w takim miejscu, które znajduje się w pewnym określonym stosunku do położenia tłoka i które jest oznaczone widocznym nacięciem na kołnierzu tulei i na naciskającym ją pierścieniu. Każdy gatunek płynnego paliwa wymaga specjalnego ustawienia tulei. Zazwyczaj lekkie paliwo wymaga wcześniejszego wtrysku niż cięższe. Ogólnie biorąc, kiedy motor opuszcza wybuchy, to trzeba początek wtrysku przyspieszyć.

Jeżeli dają się słyszeć wewnętrzne uderzenia lub pokrywka żarowa nazbyt się rozgrzewa, trzeba początek wtrysku opóźnić, to znaczy rozpocząć wtrysk przy wyższym położeniu tłoka niż poprzednio. Ilość obrotów motoru można zmieniać w pewnych granicach przez zmianę napięcia sprężyn regulatora.

Takie jednak czynności można skutecznie wykonać tylko w czasie postoju motoru.

Poza tym nadmienić należy, że silniki do 25 KM mocy są uruchamiane za pomocą ręcznego rozruchu. Ponad tę moc stosuje się do rozruchu sprężone powietrze utrzymywane w specjalnych butlach.

Ramy niniejszego podręcznika nie pozwalają na opisanie licznych konstrukcji silników i ich działania. Z uwagi jednak na to, że i krajowe silniki, najliczniej spotykane, są także dość odmiennej konstrukcji, podamy tutaj niektóre z nich — najpopularniejsze, a to dlatego, że obsługa silników wymaga znajomości ich, dbałości o odpowiednie smarowanie części ruchomych i odpowiedniego dozoru, aby w porę zapobiec uszkodzeniom i dostarczyć na czas odpowiedniej jakości paliwa, wody, smarów i czyściwa.

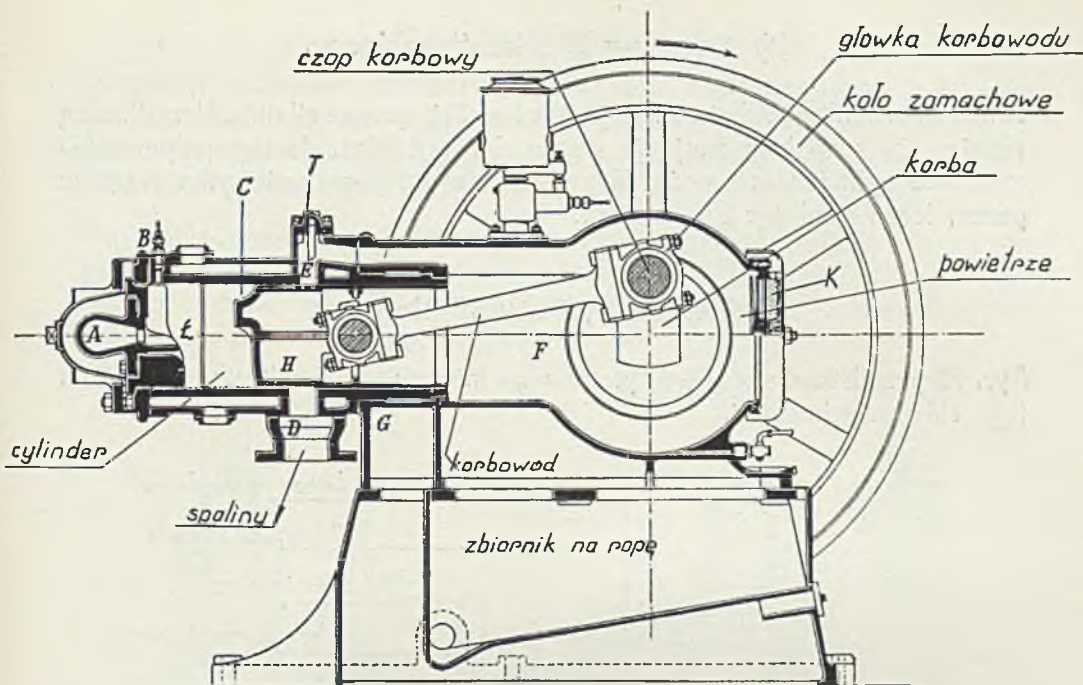
## OPISY DZIAŁANIA NIEKTÓRYCH SILNIKÓW.

### j) Silnik dwusuwowy „Ursus“.

Na **rys. 89** pokazany jest przekrój silnika „Ursus“ — wybuchowego. Działanie jego jest następujące:

Przy końcu rozprężania (**suw drugi**) tłok otwiera otwory **D** u dołu cylindra. Spaliny, posiadające jeszcze prężność, wychodzą do przewodu wydechowego.

Tłok przesuwający się dalej w stronę korby otwiera szpary u góry cylindra. Przez otwory **E** wchodzi powietrze ze skrzyni korbowej **F**. Powietrze zasysane przez filtr i klapę **K** przechodzi głównie górą cylindra, nakierowywane przez odsadkę na tłoku **C** i wypycha spaliny, wypełniając cylinder.



Rys. 89.

Oczywiście część spalin zawsze pozostanie, mieszając się z powietrzem i to jest słabą stroną tych silników. Tłok w suwie powrotnym zamyka otwory górne, następnie dolne i zaraz po ich zamknięciu pompka wtryskuje ropę przez rozpylacz 3.

Rozpylany strumień ropy pada częściowo na gorącą łyżkę Ł i zamienia się na parę.

Tłok w dalszym swym ruchu spręża mieszankę (*suw pierwszy*) i dochodząc do punktu krańcowego, wypycha ją do główicy A. Ta główica nie jest chłodzona. Przed puszczeniem silnika w ruch, główicę podgrzewa się za pomocą lampy, zbudowanej tak, jak znana maszyna naftowa „Prymus“, a widocznej na *rys. 90 i 93*.

Następnie główica utrzymuje swój żar dzięki ciągłym spalaniom mieszanki w cylindrze i dlatego, że nie jest chłodzona. Mieszanka wepchnięta do główicy zapala się i w następstwie powstaje wybuch, po czym zaczyna się rozprężanie spalin (*suw drugi*).

Silnik ten nie ma wentyli ani części złożonych, jest prostej konstrukcji, wyzyskanie jednak energii, zawartej w paliwie, jest niedoskonałe. Wiele ropy wychodzi z silnika w postaci niespalonej. Zapłon nie zawsze odbywa się w najodpowiedniejszej chwili i często jest dosyć przypadkowy, zależny od stanu główicy żarowej i mieszanki. Zwłaszcza w czasie dużego obciążenia, kiedy w cylindrze wywiązuje się więcej ciepła, główica jest bardziej rozżarzona i zapłon odbywa się za wcześnie. W takich przypadkach wpuszcza się do cylindra trochę wody przez rurkę T w celu ochłodzenia mieszanki.

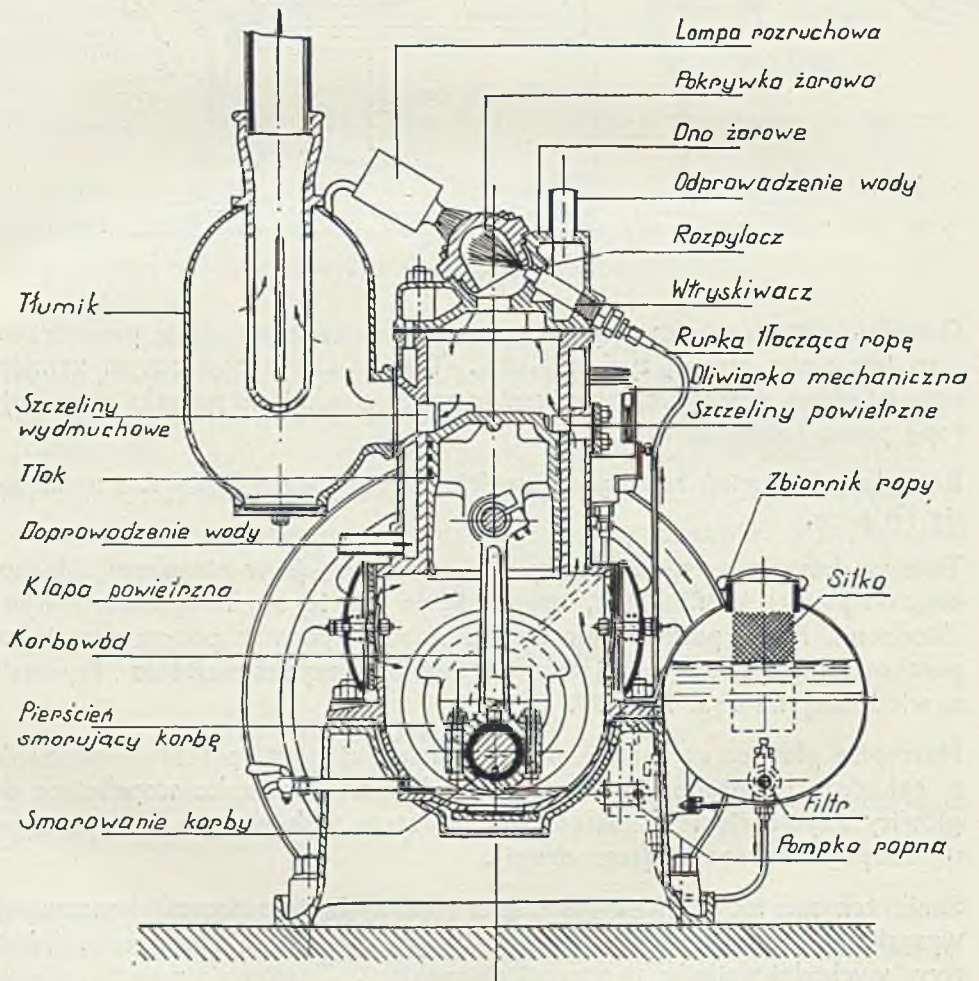


### k) Dwusuw „Perkun“ poziomy.

Silniki „Perkun“ podobnie działają jak i wyżej opisane silniki „Ursus“, z tą różnicą, że rozpylacz znajduje się na dole cylindra, dlatego ropa wtłoczona do cylindra ma możliwość zawisnąć w powietrzu nie tylko lecąc ku górze, lecz i spadając z powrotem.

### l) Dwusuw „Perkun“ pionowy.

Rys. 90 przedstawia przekrój pionowego motoru „Perkun“ z oznaczeniem jego składowych części.



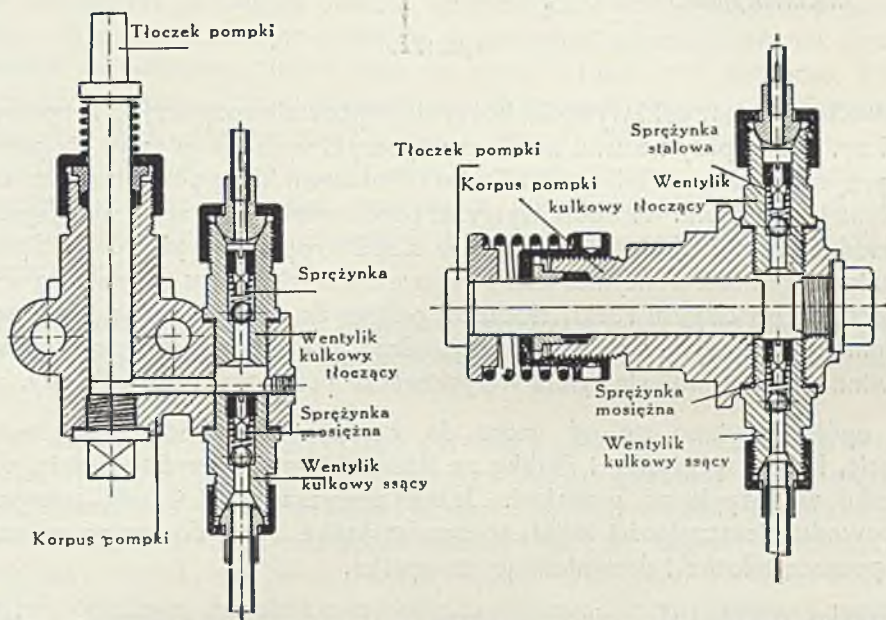
Rys. 90

Opiszemy szczegółowo puszczenie tego motoru w ruch, przez co zapoznamy się z właściwościami głównych jego części i przez analogię będziemy mogli uruchamiać i inne silniki wybuchowe.

### m) Puszczenie motoru w ruch.

Sprawdzić, po każdej dłuższej przerwie, stan muślinowego filtra w zbiorniku z paliwem przez wykręcenie rury, odwinięcie muślinu i przemycie go w nafcie, oraz zbadać czy przez dolny kranik w tym zbiorniku nie kapie woda, która znajduje się czasami w płynnym paliwie.

Następnie trzeba sprawdzić, czy przewód płynnego paliwa nie zawiera powietrza. W tym celu odkręcamy od pompki rurkę tłoczącą i pompujemy paliwo ręcznie, dopóki sponad wentylika tłoczącego nie zacznie wychodzić czysty płyn — bez pęcherzyków powietrznych.



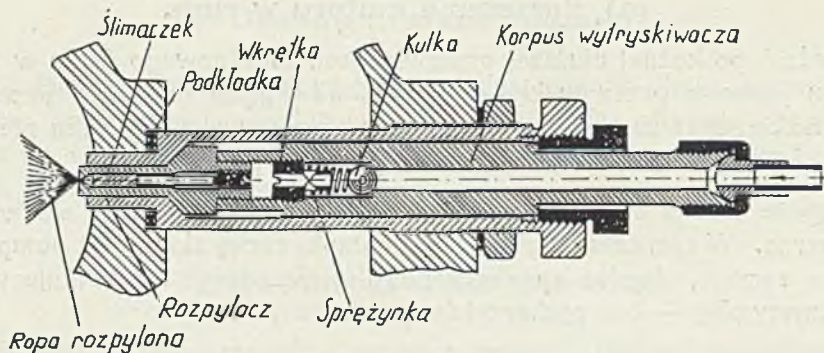
Rys. 91

Jeżeli się zdarzy, że pomimo pompowania płyn zupełnie nie będzie wychodził — to trzeba wykręcić wentylk tłoczący, nalać do pompki przez lejek z sitkiem świeżego płynnego paliwa, jednocześnie pompując wkręcić z powrotem wentylk tłoczący i pompować dopóki nie zacznie wychodzić płyn bez pęcherzyków powietrznych. Wtedy wkręcamy do pompki rurkę tłoczącą i znów pompujemy, aż do wypływu paliwa z końca rurki. Następnie łączymy tę rurkę z wykręconym z głowicy wtryskiwaczem i ponownie parę razy pompujemy, aby mieć pewność, że w całym przewodzie i we wtryskiwaczu już nie ma powietrza i że płyn będzie równo wytryskiwał przy każdym nacisku na tłoczek.

Na rys. 91 pokazane są pompki do płynnego paliwa, z których pompka pozioma używana jest do większych silników, zaś do małych silników (6 KM) używane są pompki pionowe.

Przy zakładaniu do tych pompek wentylików należy pamiętać, aby nie zamienić sprężynek, jak również aby mniejszy zwój sprężynki przylegał do kulki i aby gniazdko kulek nie były skałeczone.





Rys. 92.

Prawidłowym jest taki wytrysk, który się raptownie rozpoczyna i raptownie kończy. Jeżeli przy nacisku na tłoczek pompki wytrysk odbywa się powoli, to przyczyny złego trzeba szukać w przedostawaniu się powietrza do rurek z płynnym paliwem. W ogóle wytryski powinny mieć formę stożka (rys. 92) i składać się z drobniutkiej mgły bez śladu kroplistych promieni. Sprawdzenie szczelności wentylika kulkowego we wtryskiwaczu odbywa się w ten sposób, że po odjęciu rurki, tłoczącej paliwo do wtryskiwacza, poruszamy kołem zamachowym, wywołując w cylindrze sprężenie powietrza, które nie powinno wydobywać się tyłem wtryskiwacza przez wentylik kulkowy.

W ogóle powinno się od czasu do czasu wtryskiwacz zupełnie rozkręcić, kulkę, sprężynkę i śrubkę ze ślimaczkiem przemyć w nafcie, dzlureczkę w rozpylaczu przetkać. Jeżeli powyższe części były zakopcone z powodu nieszczelności kulki, to trzeba kulkę dobić do swego gniazdka za pomocą młotka i drewnianego stempelka.

Wkrętka, o którą się opiera sprężynka, trzeba mocno dokręcić, a śrubkę ze ślimaczkiem dokręcić lekko, ale jednak do końca. Przy bardzo gęstym paliwie nie należy śrubki ze ślimaczkiem dokręcać do końca na jeden gwint.

W nowostawianym motorze małym (do 6 KM) powinno się nalać do karteru, przez uchyloną blaszkę kłapy powietrznej, tyle oliwy, aby drąg korbowy zanurzył się w niej nie więcej niż na grubość palca.

Przed puszczeniem w ruch większych motorów, trzeba kilkanaście razy obrócić kółkiem mechanicznej oliwiarki, aby rurki oliwne napełnić oliwą. Wał korbowy spoczywa w samosmarujących się łożyskach, trzeba więc uważać, aby obręczki podczas ruchu wału również się obracały.

Przed próbą posuwu tłoka w cylindrze po dłuższej przerwie lub w nowostawianych motorach wszystkich wielkości, trzeba wpierv nalać przez kranik przedmuchiowy trochę nafty i po upływie przynajmniej godziny, dolać przez ten sam kranik trochę oliwy i dopiero wtedy spróbować, czy tłok suwa się w cylindrze bez oporu.

Następnie trzeba zapalić specjalną lampę pokazaną na rys. 93 i rozpocząć podgrzewanie pokrywki żarowej. Gdy ta nabierze ledwo widocznego ciemno-wiśniowego koloru, wtedy można już przystąpić do puszczenia motoru w ruch.

W tym celu trzeba zakręcić kołem zamachowym nieobciążonego motoru, aż tłok znajdzie się w najniższym punkcie swego skoku i wtedy nacisnąć raptownie trzy razy na tłoczek pompki, ując mocno za szprychy lub obwód koła zamachowego (w taki sposób, aby z chwilą rozpoczęcia biegu motoru łatwo je puścić) i poruszyć nim w kierunku przeciwnym do właściwego kierunku obrotu, wskazanego przez strzałkę na obwodzie.

Wówczas powinien motor natychmiast ruszyć w należyтым kierunku. Jeżeli jednak motor zacznie się obracać w kierunku przeciwnym, to rączką wyłączamy pompkę i gdy motor prawie że zacznie stawać, naciskamy parę razy energicznie na tłoczek pompki, co spowoduje obfity wytrysk płynnego paliwa do cylindra i motor powinien natychmiast zmienić kierunek swoich obrotów na właściwy. Jeżeli daje się słyszeć stukanie w motorze, które może być wywołane zbyt obfitym wtryskiwaniem paliwa, wtedy trzeba zmniejszyć skok tłoczka pompki przez odpowiednie uregulowanie śrubki w ręcznej dźwigni. Teraz jest motor gotów do pracy przy rozmaitych obciążeniach, bez potrzeby stosowania jakiegokolwiek ręcznej regulacji. Po kilku minutach, po uruchomieniu i obciążeniu motoru, lampę naftową można zgasić.

Jeżeli zamiast podgrzewania pokrywki żarowej lampą, stosujemy do puszczenia motoru w ruch nabój zapalnikowy, wtedy trzeba to wykonać w następujący sposób:

W zapalniku, składającym się z oprawki z gwintem i osadzonego w niej naboju, tj. rurki tekturowej, napełnionej łatwo zapalną, lecz niewybuchową mieszaniną, należy przekłuć otworek w jednym końcu naboju, dotychczasowym ostrym drutem, następnie odłamać  $\frac{1}{4}$  cala zapałki i wcisnąć ją w ten otworek tak, aby połowa łepka zapałki wystawała. Po czym wsadzić nabój w metalową, zapalnikową rurkę z gwintem, wystający łeppek zapałki zapalić inną zapałką, szybko i szczelnie wkręcić rurkę metalową w pokrywkę żarową i wtedy puścić motor w ruch zwykłym sposobem, za pomocą naciśnięcia na tłoczek pompki i kręcenia kołem zamachowym.

Taki nabój spala się do końca wewnątrz głowicy, umożliwiając początkowe zapłony wtryskiwanego paliwa.

Po kilku wybuchach wewnętrzne ścianki pokrywki żarowej i głowicy rozgrzeją się na tyle, że umożliwiają dalsze zapłony płynnego paliwa pomimo wypalenia i zgaśnięcia naboju.

Po obciążeniu uruchomionego motoru przez jakiś czas trzeba obserwować, czy łożyskowe samosmary i mechaniczna oliwiarka działają prawidłowo i czy woda dostatecznie chłodzi cylinder motoru, to jest, czy kran trydrogowy przy zbiorniku wody jest otwarty.

Przed zatrzymaniem motoru trzeba przesunąć pas na luźne koło i wtedy powoli wyłączyć pompkę, następnie zamknąć wypływ oliwy z mechanicznej oliwiarki, a w razie mrozu, jeżeli motor znajduje się w chłodnym pomieszczeniu i ma być kilka godzin nieczynny, to trzeba wypuścić wodę z płaszczu cylindra, skrzynki pływakowej, rur i zbiornika.



## n) Zaburzenia w pracy motoru, ich przyczyny i środki zaradcze.

### Utrudnione puszczenie motoru w ruch:

- 1 — Wykręcić wtryskiwacz z głowicy motoru i sprawdzić, czy pompka podaje paliwo przy każdym nacisku na tłoczek i czy tłoczek się nie zacina.
- 2 — Sprawdzić, czy pokrywka żarowa jest dostatecznie gorąca, czy wewnątrz nie ma osadu węglowego, który utrudnia rozgrzanie i który trzeba usunąć.
- 3 — Sprawdzić, czy do wnętrza cylindra nie dostaje się woda z powodu przerwania lub niedostatecznego ściśnięcia szczelności między głowicą i cylindrem.

### Motor słabnie podczas normalnej pracy i traci obroty:

- 1 — Z powodu zanieczyszczenia filtra i niedostatecznego dopływu paliwa.
- 2 — Z powodu zanieczyszczenia rozpylacza, lub zatkania małego w nim otworu.
- 3 — Z powodu zbyt małego skoku tłoczka pompki, który powinien wynosić w motorach:

3 1/2	KM	3/4	mm
6	KM	1	„
10	KM	1 1/2	„
16	KM	1 1/2	„
25	KM	2	„

- 4 — Z powodu zbyt obfitego dopływu oliwy do smarowania, z czego tworzy się osad węglowy na pierścieniach tłokowych, które się zapiekają, słabo uszczelniając tłok, wskutek czego w cylindrze otrzymuje się niedostateczną kompresję.

### Zanieczyszczenie motoru:

- 1 — Trzeba utrzymywać motor w jak największej czystości, gdyż jest to niezbędnym warunkiem jego dobrego działania.
- 2 — Płynne paliwo i oliwę do smarowania nalewać zawsze przez lejek z siatką.
- 3 — Przemycić filtr muślinowy w zbiorniku z paliwem. Oczyszczać z osadu rury wydechowe, tłumik i studzienkę. Oczyszczać kanały powietrzne i wylotowe w cylindrze, głowicę cylindra i pokrywkę żarową.
- 4 — Śruby pokrywki żarowej i inne, silnie rozgrzewane powinny być smarowane grafitem, co ułatwia odkręcanie.

## **Stukanie w kole zamachowym i pasowym:**

Z powodu rozluźnienia klinów w kołach zamachowych, które trzeba dobić, lub z powodu odkręcania się śrub w kole pasowym, które, jak w ogóle wszystkie śruby przy motorze, trzeba od czasu do czasu dokręcać.

## **Przerwanie szczeliwa:**

- 1 — Przerwane szczeliwo należy zastąpić nowym.
- 2 — Części nie grzejące się uszczelnia się naoliwionym papierem rysunkowym, części silnie nagrzane — klingierem albo azbestem, który dobrze jest natrzeć grafitem.
- 3 — Do uszczelnienia wentylików przy pompce do płynnego paliwa używa się toczonych krążków miedzianych.

## **Nieszczelność w połączeniach rurek do płynnego paliwa:**

Rurki miedziane, przez które przechodzi płynne paliwo ze zbiornika do pompki i z pompki do wtryskiwacza, łączą się za pomocą nalutowanych na rurki grzybków, naciskanych nakrętkami. Szczelność tych połączeń powinna być bez zarzutu, i od czasu do czasu należy ją sprawdzać, gdyż w przeciwnym razie ucierpi na tym prawidłowe działanie pompki.

## **Nadmiar oliwy w skrzynce korbowej:**

Oliwa, którą smaruje się tłok, korbówód i wał korbowy, zbiera się w skrzynce korbowej i nadmiar jej musi być codziennie wypuszczany przez kranik znajdujący się w dole skrzynki. Jeżeli bowiem zbierze się zbyt wiele oliwy, wtedy rozpryskuje ją i jednocześnie rozpyla szybko obracający się łożysko korbowodu.

Powietrze w skrzynce korbowej nasycy się oliwą, a dostając się do cylindra i kuli żarowej, może się zapalać, wywołując dodatkowe wybuchy, nie podlegające regulacji.

## **Niebezpieczne zwiększenie się obrotów motoru:**

Gdy się zdarzy niebezpieczne zwiększenie się obrotów motoru, trzeba natychmiast wyłączyć pompkę do płynnego paliwa, otworzyć kranik przedmuchowy i w jaki bądź sposób obciążyć motor.

## **Przeegrzanie głowicy żarowej:**

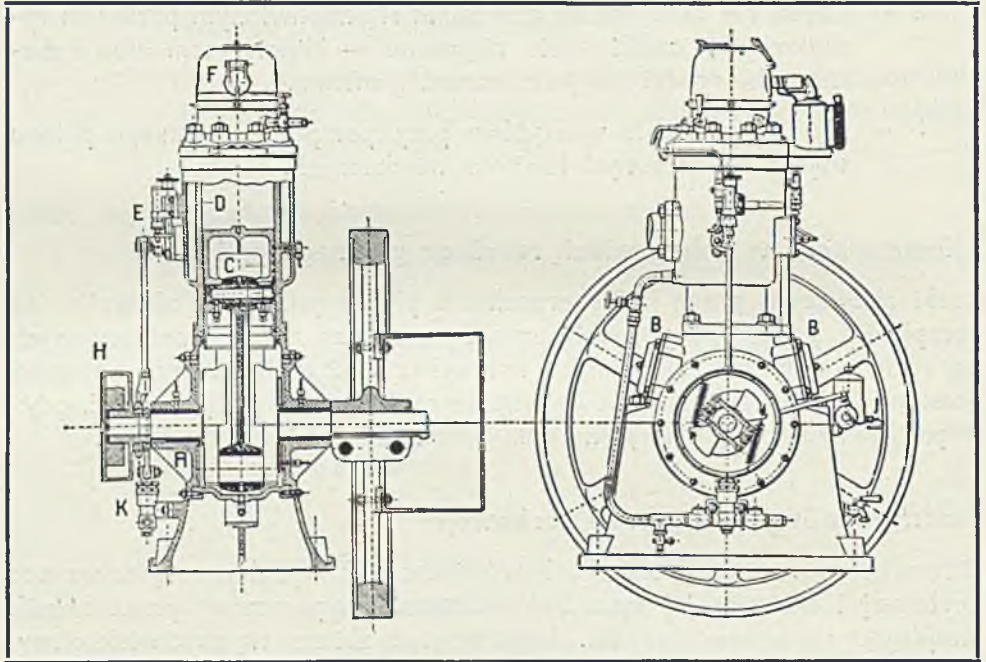
Należy zwracać uwagę, aby kula żarowa podczas pracy motoru zachowywała ciemnoczerwony kolor, ponieważ rozżarzenie do koloru białego może spowodować pęknięcie dna cylindrowego lub samej kuli żarowej. Utrzymanie koloru kuli żarowej zależne jest od ilości wody doprowadzonej do cylindra przez kropłowskaz.



### o) Silniki „Lech“.

Podobnej konstrukcji, jak silniki „Perkun“, są również i silniki „Lech“, wobec czego nie będziemy ich działania opisywać.

#### Przekrój i widok boczny Silnika „Lech“



Rys. 93.

Na rys. 93 przedstawiony jest przekrój takiego silnika oraz widok boczny. Poszczególne główne części są następujące:

- |                                |                       |
|--------------------------------|-----------------------|
| A — skrzynia korbowa — karter, | F — komora żarowa,    |
| B — kłapy powietrzne           | H — regulator         |
| C — tłok                       | I — aparat smarujący  |
| D — cylinder                   | K — pompka chłodząca. |
| E — pompka ropna               |                       |

Poza tym widzimy korbowód i wał wykorbiony, a na nim koło zamachowe z przymocowanym do niego kołem pasowym, oraz na odsadce cylindra specjalną lampę służącą do podgrzewania głowicy cylindra.

Dla zilustrowania rozmiarów silników wybuchowych podajemy poniżej **tablicę X** odpowiadającą silnikom „Lech“, lecz w przybliżeniu można przyjąć liczby w niej zawarte i dla innych silników krajowych.

**Tablica X. Rozmiary silników „Lech“.**

Dzielność (moc) w KM		6	8	10	12	14	15	20	25	12	16	20	24	28	30	40	50
Ilość cylindrów		1		1		1		1		2		2		2		2	
Ilość obrotów na mfn.		350	400	350	380	350	360	300	350	350	400	350	380	350	360	300	350
Zewnętrzne wymiary sil- nika w mm	długość ca	1000		1100		1200		2100		1450		1600		2200		2800	
	szerokość ca	850		1000		1200		1500		850		1000		1200		1500	
	wysokość ca	1300		1600		1700		1900		1300		1600		1500		1900	
Koło pasowe	średnica mm	375		475		550		850		550		650		700		1000	
	szerok. mm	220		260		290		330		290		350		375		450	
Ciężar silnika ca kg		900		1200		1500		3000		1300		1800		2500		4800	

### p) Silniki Diesel'a dwusuwowe.

Oddzielną grupę stanowią silniki Diesel'a dwusuwowe, które spotkać można na wodociągach kolejowych, więc musimy opisać ich charakterystyczne cechy i niektóre urządzenia.

Opis poniższy odpowiada najnowszemu typowi budowanemu przez Stocznię Gdańską.

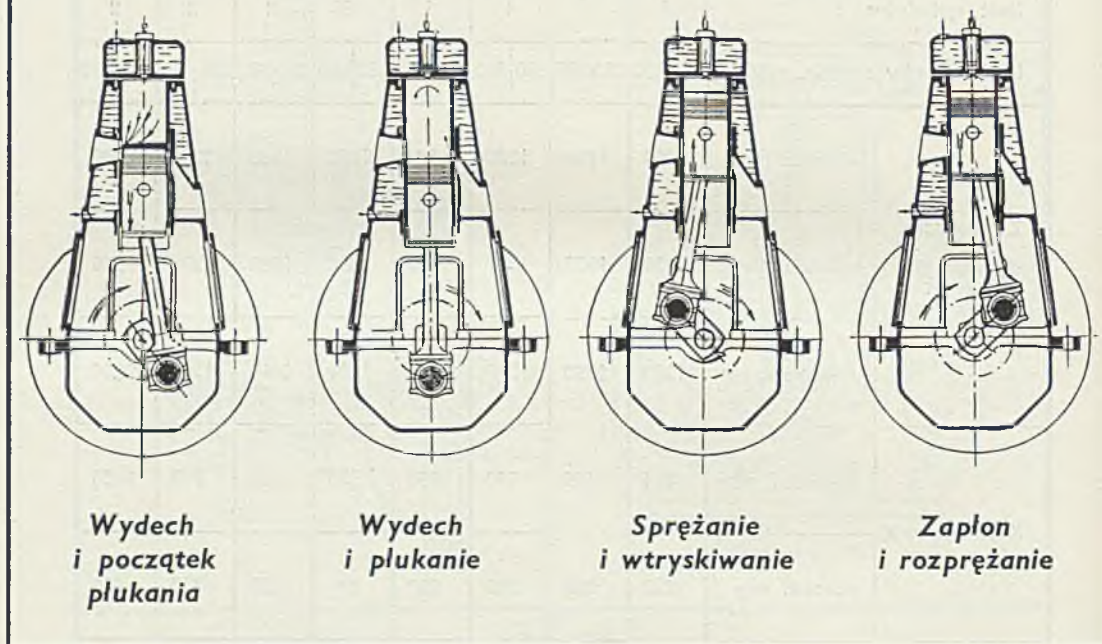
Sposób pracy silników dwusuwowych przedstawiony jest na *rys. 94*, na którym poszczególne ryciny odpowiadają głównym momentom jednego okresu pracy.



Suw I obejmuje: płukanie i ładowanie cylindra roboczego świeżym powietrzem i sprężanie powietrza.

Suw II obejmuje: spalanie wtrysniętego za pomocą pompy paliwowej i dyszy paliwa, na krótko przed ukończeniem suwu sprężania, wykonanie pracy i wydech spalonych gazów.

*Schemat pracy silnika spalinowego dwusuwowego (Diesel'a).*



Rys. 94

Przy silnikach tych na uwagę zasługuje fakt, że powietrze płuczące i ładujące do cylindrów roboczych jest doprowadzane za pomocą wirowej pompy płuczającej, co zdaniem firmy ma wpływać korzystnie na dokładne usunięcie spalin z cylindra.

Rozruch silnika przy motorach o mocy do 25 KM odbywa się ręcznie za pomocą korby rozruchowej.

Przy silnikach ponad 25 KM stosowane jest urządzenie rozruchowe za pomocą powietrza sprężonego. Ładowanie butli dla powietrza sprężonego odbywa się przy motorach parocylindrowych przez przełączenie jednego cylindra na pracę sprężarkową.

Poniżej opisujemy ładowanie butli, ponieważ urządzenia podobne są stosowane również przy innych motorach.

## Ładowanie butli sprężonego powietrza.

Doładowanie butli przy silnikach jednocylindrowych wymaga zmniejszenia obciążenia motoru do  $\frac{2}{3}$ . Odbywa się ono w sposób następujący: kołem ręcznym otwiera się główny zawór głowicy butli powietrznej i równocześnie należy otworzyć zawór zamykający do prężnomierza, jeśli takowy istnieje. Potem otwiera się za pomocą dołączonego klucza nasadowego sześciokątną nakrętkę zaworu ładowniczego w pokrywie cylindrowej o  $\frac{1}{4}$  lub  $\frac{1}{2}$  obrotu (w prawo), aby przy każdym wybuchu część gazów mogła uchodzić przez zawór ładowniczy do butli sprężonego powietrza. Ponieważ zawór ładowniczy prędko się zanieczyszcza, więc często spotkać można przy silnikach jednocylindrowych sprężarkę ładowniczą, napędzaną przez silnik.

**Pod żadnym warunkiem nie wolno ładować dłużej, jak 10 minut, ponieważ przewód ładowniczy zanadto się ogrzewa. Należy przerwać ładowanie, jeśli butla nie jest zapelniona, aż do ochłodzenia się przewodu.** Do tego przepisu należy się bezwzględnie zastosować.

Ładowanie butli przy kilkucylindrowych silnikach odbywa się podobnie, jednakże z tą zmianą, że nie ładuje się zapłonami, lecz jeden cylinder pracuje jako sprężarka. Zamyka się dopływ paliwa do cylindra ładującego i postępuje się jak poprzednio opisano. Sześciokątną nakrętkę odkręca się o  $\frac{3}{4}$  do 1 skoku. W tym przypadku ładować można bez przerwy, aż butla zostanie całkowicie napełniona.

W obu przypadkach, jeśli ciśnienie butli doszło do 25—30 atn zamyka się zawór ładowniczy silnika przez mocne dociśnięcie zaworu ładowniczego do siodełka za pomocą sześciokątnej nakrętki. Następnie zamyka się także główny zawór butli.

Przed ukończeniem ładowania należy wypuścić wodę z butli.

## Napełnianie butli kwasem węglowym.

Jeżeli ciśnienie w butli z jakiegokolwiek bądź powodu spadnie, tak że ruch silnika stanie się niemożliwy, to wówczas butle rozruchowe mogą być napełnione kwasem węglowym.

W tym celu ustawia się pełną butlę kwasu węglowego sprężonego do 150 atn w pobliżu zbiornika sprężonego powietrza, zdejmując się kaptur zamykający i łączy się butlę oraz zbiornik za pomocą specjalnego urządzenia przepływowego. Następnie otwiera się zawór butli powietrznej i ostrożnie zawór butli kwasu węglowego, po czym następuje przepływ kwasu węglowego w postaci gazu. Po otworzeniu zaworu należy położyć na zawory i przewód kilka szmat, zanurzonych w gorącej wodzie, aby zapobiec tworzeniu się lodu i przez to ułatwić przepływ gazu.



Butle kwasu węglowego należy przechowywać w chłodnym pomieszczeniu. Do napełnienia jednej butli silnikowej potrzeba około 10 kg kwasu węglowego, tzn. 1 małą zwykłą butlę.

Zaznacza się, że w miejsce kwasu węglowego **użycie tlenu lub wodoru do napełnienia butli sprężonego powietrza jest połączone z bardzo wielkim niebezpieczeństwem i bezwarunkowo jest wzbronione.**

Te trzy rodzaje gazów można łatwo rozróżnić, kiedy przepuścimy je nad płonącym drzewem, szmatami itd. Kwas węglowy bowiem gasi płomień, tlen go będzie podsycał, zaś wodór będzie się sam palił.

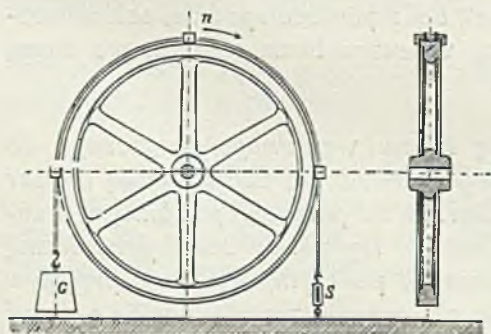
### Rozruch silnika.

Przed włączeniem maszyny w położenie rozruchu należy otworzyć wszystkie zawory odwierające. Następnie nastawia się motor w położenie rozruchu, które oznaczone jest na kole zamachowym. Zawory odwierające zamyka się i teraz po otworzeniu głównego zaworu zamykającego butli powietrznej, może być silnik puszczony w ruch za pomocą naciśnięcia guzika rozruchowego.

Silniki te przy jednakowej mocy, jak przedtem opisane, są znacznie lżejsze i posiadają mniejsze wymiary. Posiadają one wiele drobnych części i dlatego obsługujący je musi być z nimi dobrze obznajmiony, aby nie spowodował szkody przez nieumiejętną obsługę.

### r) Praca silników spalinowych.

Współczynnik termicznej sprawności silników spalinowych jest wyższy aniżeli maszyn parowych i wynosi dla silników wybuchowych 0,20 do 0,25, dla silników Diesel'a 0,32 do 0,36 to znaczy, że dają one od 20% do 36% pracy teoretycznej, jaką powinno się otrzymać teoretycznie według wartości opałowej płynnego paliwa. Dla przykładu nadmienimy, że 1 kg ropy naftowej wytwarza teoretycznie 10 000 dużych kalorii ciepła, lecz w silniku ropowym zamieni się na pracę użyteczną tylko około 20% tego ciepła, tj.  $10\,000 \times 0,20 = 2\,000$  dużych kalorii, czyli  $\frac{1}{5}$  ciepła, które wywija przy spalaniu 1 kg ropy.



Rys. 95.

### s) Obliczenie mocy silników za pomocą hamulca-dynamometru.

Aby określić moc rzeczywistą silnika w koniach mechanicznych (1 KM = 75 kg podniesionych na wysokość 1 metra w ciągu 1 sekundy), stosuje się przyrząd oparty na hamowaniu obrotu koła zamachowego — zwany dynamometrem.

Składa się on (na przykład jak na *rys. 95*) z pasa dowolnego z uchwytnymi obejmującymi wieniec koła zamachowego. Pas ten jest umocowany z jednej strony do stałego punktu za pośrednictwem wagi sprężynowej  $S$ , a na drugim jego końcu zawieszają się ciężar  $G$ , takiej wielkości przy której pracujący silnik zostaje zahamowany, tj. zatrzymany tarcie pasa o wieniec koła zamachowego.

Oznaczmy: ilość obrotów silnika na minutę literą  $n$   
 średnicę koła zamachowego w metrach literą  $D$   
 średnicę (grubość pasa) w metrach literą  $d$   
 ciężar obciążający pas w kilogramach literą  $G$   
 wskazanie wagi sprężynowej w kilogr. literą  $S$

otrzymamy moc silnika wyrażoną w koniach mechanicznych według wzoru:

$$N = \frac{3,14 \times (D + d) \times n}{60 \times 75} (G - S)$$

Na przykład:  $G = 35$  kg,  $S = 6,5$  kg; średnica koła zamachowego  $D = 1000$  mm; grubość pasa  $d = 12$  mm; ilość obrotów na minutę  $n = 350$ , wówczas

$$\begin{aligned} \text{Moc silnika } N &= \frac{3,14 (1,012) \times 350}{60 \times 75} (35 - 6,5) = \frac{3,14 \times 1,012 \times 350}{4\,500} 28,5 = \\ &= 7,05 \text{ KM (rzeczywistych koni mechanicznych).} \end{aligned}$$

#### t) Zużycie paliwa.

W praktyce zachodzi potrzeba obliczenia ilości paliwa dla silnika na pewną ilość godzin pracy, na przykład na 10 godzin, silnik ropowy o mocy 50 KM, współczynnik termicznej sprawności przyjmujemy 25%, a wartość opałową ropy 10 000 dużych kalorii. Przyjmując, że 1 duża kaloria może dać 427 kgm (kilogrammetrów) pracy, obliczenie przedstawi się następująco:

Maszyna o mocy 1 KM daje pracy na sekundę 75 kgm, to na godzinę  $75 \times 60 \times 60 = 270\,000$  kgm/godz.

A więc maszyna o mocy 50 KM da pracy  $270\,000 \times 50 = 13\,500\,000$  kgm/godz.

Aby tę pracę wykonać należy dostarczyć ciepła

$$\frac{13\,500\,000}{427} = 31\,615 \text{ dużych kalorii.}$$

Z jednego kg ropy otrzymamy po uwzględnieniu współczynnika termicznej

$$\text{sprawności } \frac{10\,000 \times 25}{100} = 2500 \text{ d. k.}$$

A więc musimy dostarczyć na godzinę  $\frac{31\,615}{2\,500} = 12\frac{1}{3}$  kg ropy.

Czyli na 10 godzin pracy  $12\frac{1}{3} \times 10 = 123$  kg.



## SILNIKI ELEKTRYCZNE.

Na st. wodnych bardzo często stosowane są silniki elektryczne do napędzania pomp. Silniki te są bezpośrednio sprzęgnięte z pompami za pomocą sprzęgła elastycznego, albo też za pomocą przekładni pasowej lub zębatej.

Często silniki te są zaopatrzone w przyrządy do samoczynnego i ręcznego rozruchu.

Ponieważ silniki elektryczne, jako zbyt specjalne, są konserwowane przez elektromonterów, a nie przez maszynistów pomp, którzy na ogół mają praktykę przy maszynach ciepłowniczych, tj. parowych i spalinowych, więc obsługa tych silników redukuje się tylko do odpowiedniego włączania przyrządów rozruchowych i smarowania silnika.

Niemniej jednak, niżej podane wiadomości z elektrotechniki są niezbędne dla obsługujących silniki elektryczne.

## a) Prąd stały i zmienny.

Prądem *stałym* nazywamy prąd elektryczny, którego napięcie i natężenie przy niezmienności obwodu pozostają również niezmiennie.

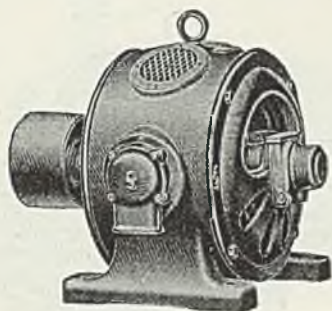
Przy prądzie *zmiennym* da się to powiedzieć tylko o pewnych średnich wartościach napięcia i natężenia prądu, wskazywanych nam przez przyrządy miernicze (woltomierze i amperomierze), w rzeczywistości bowiem zarówno napięcie, jak i siła (natężenie) prądu zmiennego ulega okresowym zmianom (50—100 na sekundę). Ponieważ jednak działanie prądu zmiennego pozostaje zawsze proporcjonalne do wspomnianych średnich wartości wskazywanych przez przyrządy miernicze, mówiąc przeto o stałości lub wahanii się natężenia prądu zmiennego lub jego napięcia, mamy zawsze na myśli wartości średnie.

Ważna różnica jaka zachodzi pomiędzy prądem stałym a *zmiennym* polega też na tym, że podczas gdy natężenie prądu w obwodzie, zasilanym prądem stałym, zależne jest przy danym napięciu jedynie od oporu (omów), to przy prądzie zmiennym, jest ono zależne od kształtu obwodu: cewka o wielkiej ilości zwojów z grubego drutu miedzianego o bardzo małym oporze omowym stanowić będzie bardzo znaczny opór, gdy zechcemy przepuszczać przez nią prąd zmienny. Dzieje się to wskutek tak zwanej *samindukcji* takiego obwodu, która pozornie zwiększa opór obwodu.

Prądem *zmiennym trójfazowym* nazywamy kombinację trzech zwykłych (jednofazowych) prądów zmiennych, których krzywe przesunięte są jedna względem drugiej o  $\frac{1}{3}$  okresu. Kombinacja ta umożliwia użycie zamiast 6 przewodników, jakie byłyby niezbędne przy użyciu trzech prądów jednofazowych, tylko 4, a nawet 3.

Poza tym prąd trójfazowy posiada pewne szczególne zalety w zastosowaniu do silników.

Obecnie dla celów przemysłowych stosuje się wyłącznie prąd zmienny trójfazowy.



Rys. 96

### b) Rodzaje silników.

Silniki prądu stałego można podzielić na silniki boczniowe oraz szeregowo, otrzymujące swą nazwę od bocznikowego lub szeregowego połączenia uzwojeń elektromagnesów z uzwojeniami ruchomymi.

Silniki boczniowe różnią się od szeregowych dość stałą ilością obrotów, mało zależną od obciążenia, która daje się łatwo regulować w szerokich granicach.

Ilość obrotów silnika szeregowego zmienia się wraz z obciążeniem; zaletą tych silników jest znaczna siła rozruchowa i dlatego tego rodzaju silniki stosowane są do tramwajów, żurawi, wentylatorów, tarcz obrotowych itp.

Silniki prądu zmiennego trójfazowego różnią się od silników prądu stałego znaczną prostotą konstrukcji, oraz brakiem takiej słabej części, jaką jest kolektor, dzięki temu też można je budować dla dowolnych, nawet bardzo wysokich napięć, podczas gdy przy silnikach prądu stałego przekroczenie granicy 600 volt jest wyjątkowe.

Zwłaszcza silniki trójfazowe specjalnej konstrukcji, tzw. krótko-zwarte, które przedstawia rys. 96, nie wymagają żadnego opornika rozruchowego i są pod względem prostoty konstrukcji oraz łatwości obsługi wprost niedoścignione; konstrukcja ta jednak bywa stosowana tylko przy nieznacznej mocy, oraz posiada tę wadę, iż regulowanie szybkości obrotowej silnika jest tu niemożliwe.

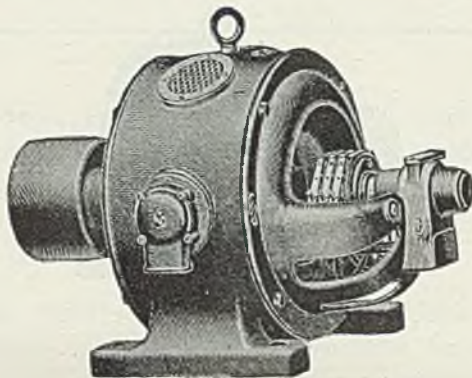
Włącza się je za pomocą przełącznika z gwiazdy w trójkąt, dla zmniejszenia uderzenia prądu.

Gdy zachodzi potrzeba zmieniania ilości obrotów silnika, należy wybrać nieco droższą konstrukcję z pierścieniami, przy której zmiana szybkości obrotowej silnika jest możliwą (choć trudniejszą, niż przy prądzie stałym); oczywiście niezbędnym tu jest opornik rozruchowy, ewentualnie zastosowany i do regulacji szybkości.



Silniki te używa się do większych mocy.

Obecnie używane są także silniki z podwójnym uzwojeniem na wirniku (rotorze), stosowane, na przykład, do pomp odśrodkowych podwodnych.



Rys. 97.

Silniki z pierścieniami, które przedstawione są na **rys. 97**, różnią się tym, że na wale rotora osadzone są 3 miedziane pierścienie izolowane jeden od drugiego, a do stojana (statora—kadłuba tj. nieruchomej części silnika), przy łożysku umocowane są 3 szczotki.

Szczotki i pierścienie służą do połączenia z kotwicą rozrusznika (opornika rozruchowego).

Na statorach obu rodzaj silników umieszczone są 3 lub 6 zacisków. Do tych zacisków od wewnątrz przymocowane są końce uzwojenia statorów, a z zewnątrz doprowadza się przewody sieci elektrycznej.

Jeżeli silnik zaopatrzone jest w 6 zacisków, to może być włączony do sieci o 2 napięciach. Na przykład silnik taki 220/380 wolt można włączyć do sieci z napięciem zmiennym trójfazowym 220 wolt, oraz do sieci z napięciem 380 wolt, po odpowiednim przełączeniu końcówek uzwojenia silnika w tych zaciskach.

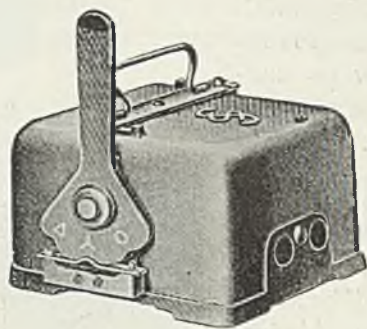
Na kadłubie silnika umocowana jest tabliczka znamionowa silnika, tj. z podaniem jego charakterystyki technicznej. Na tej tabliczce podana jest: firma, numer fabryczny, typ, moc silnika, napięcie, ilość okresów, współczynnik mocy —  $\cos \varphi$  (kosinus fi).

Według budowy zewnętrznej statora odróżniamy silniki otwarte, zamknięte, oraz szczelnie zamknięte (wodoszczelne).

### c) Uruchamianie silników trójfazowych.

Krótkozwarte silniki niewielkich mocy uruchamiane są zwykle przez włączenie wyłącznika nożowego. Zaleca się uruchamianie silników nie obciążonych i obciążanie ich po rozruchu.

Stosuje się przeważnie przełącznik z gwiazdy w trójkąt, który pokazany jest na **rys. 98**.



**Rys. 98**

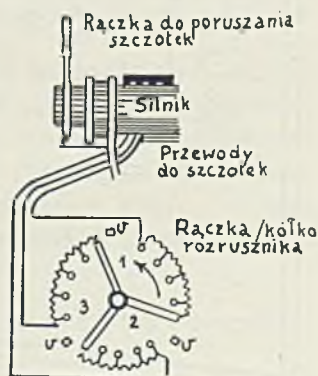
Konstrukcja ta uniemożliwia złe puszczanie w ruch silnika, połączonego pierwotnie w gwiazdę, zaś po puszczaniu — w trójkąt. Przy wyłączeniu — przerywa się wszystkie połączenia silnika z siecią, wskutek czego inne wyłączniki są zbyteczne. Przełącznik ten służyć może do częstego puszczania silnika w ruch.

Silniki o większej mocy uruchamiane są za pomocą specjalnych aparatów — przełączników z gwiazdy na trójkąt, rozrusznika dławikowego i automatycznego transformatora rozruchowego.

Silniki z pierścieniami uruchamia się za pomocą rozruszników dołączonych do szczotek silnika. Rozrusznik ten posiada 3 stopnie oporu, a jego rączka pokrętna zaopatrzona jest w 3 nóżki ślizgające się po kontaktach.

Schemat takiego rozrusznika połączonego z silnikiem przedstawia **rys. 99**. Puszczanie silnika odbywa się następująco: rozrusznik ustawia się w takie położenie, że nóżki **1, 2 i 3** znajdują się na kontaktach **v-v**; sprawdza się czy szczotki są opuszczone, a następnie włącza się wyłącznik nożowy i stopniowo powoli pokręca się rączką rozrusznika w kierunku strzałki pokazanej na **rys. 99**, tj. w kierunku przeciwnym strzałce zegarowej. Wówczas silnik spokojnie rusza z miejsca.

Jeżeli jednak silnik nie ruszy, to należy sprawdzić, czy nie są spalone bezpieczniki (wyłączniki elektromagnetyczne z wyzwaczem cieplnym), czy szczotki dobrze przylegają do pierścieni i czy nie ma uszkodzeń w rozruszniku.



**Rys. 99**



Jeżeli silnik jest w ruchu, to przekręceniem rączki podnosimy szczotki i rozrusznik ustawiamy w położeniu *v-v-v*. Są silniki, przy których szczotki nie podnoszą się; u tych silników po uruchomieniu silnika rozrusznik pozostaje w miejscu, tj. nie cofa się nóżek do położenia początkowego *v-v-v*.

Do puszczenia w ruch silników z pierścieniami na prąd zmienny stosowane są oporniki z chłodzeniem powietrznym, które przedstawia *rys. 100 i 101*, oraz



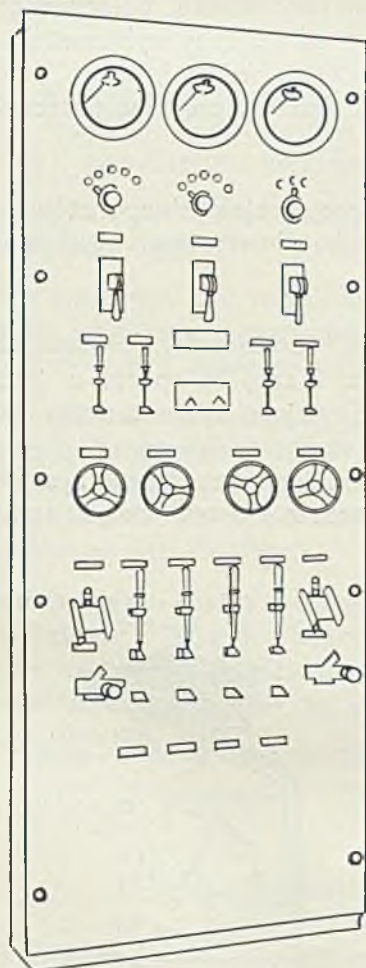
Rys. 100



Rys. 101



Rys. 102



Rys. 102 a

oporniki z chłodzeniem za pomocą oliwy, które przedstawia *rys. 102*.

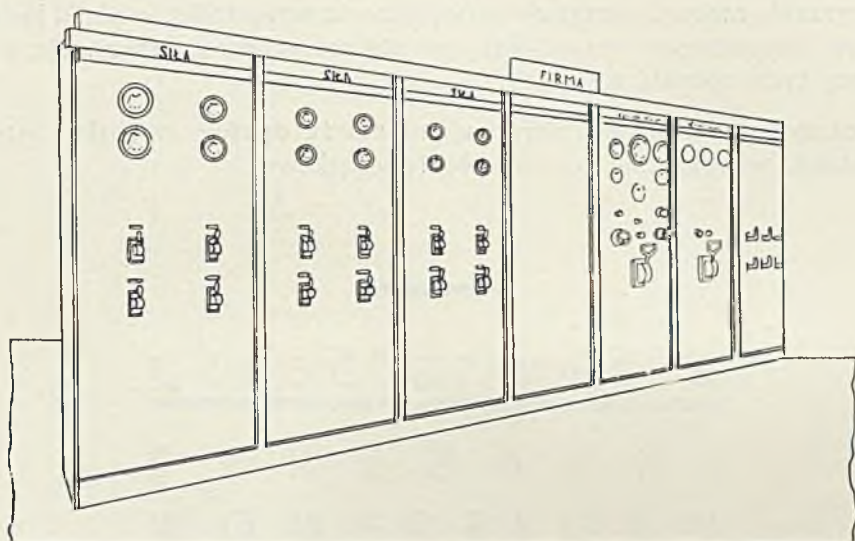
Rozruszniki — oporniki sterowane są nógół ręcznie, lecz na st. wodnych zautomatyzowanych z pompami odśrodkowymi, stosowane jest także sterowanie elektryczne.

Oporniki te są stosowane w różnym wykonaniu np.:

- 1 — z wyłącznikiem samoczynnym: przy odłączeniu silnika od sieci lub krótkim spięciu pierścieni — twornik zostaje wyłączony;
- 2 — z gaszeniem isker, do powolnego puszczenia w ruch przy dużym obciążeniu. Przy tym wykonaniu iskry przenoszą się na specjalne, łatwe do zamiany, kontakty węglowe.

Poza tym dobra konstrukcja rozruszników zapewnia powolne włączanie silnika, a więc także i pompy, oraz pozwala na szybkie wyłączenie silnika, przy czym chłodzenie opornika powinno być b. skuteczne i niezawodne.

Aparaty miernicze (woltomierze, amperomierze) i pomocnicze do obsługi silników były dawniej umieszczane w sposób nie kryty na tablicy rozdzielczej (*Rys. 102a*), obecnie zaś stosowane są tablice rozdzielcze okapturzone, do których stosowane są aparaty odmiennej konstrukcji tzw. do zmontowania z tyłu tablicy z napędem z przodu (*Rys. 102b*).



Rys. 102 b

#### d) Wskazówki obchodzenia się z silnikami elektrycznymi w czasie ich pracy.

Dogłębne oglądanie silników w czasie ich pracy redukuje się zwykle do sprawdzania czy silnik się nie grzeje oraz czy łożyska są zimne.

Nadmierne rozgrzanie się silnika może powstać z jego przeciążenia, oraz z powodu spalania jednego z bezpieczników, jak również z powodu uszkodzenia izolacji w statorze lub rotorze.

Łożyska mogą się grzać z powodu wad smaru. W razie zauważenia grzania się silnika lub łożysk należy silnik zatrzymać i wyjaśnić przyczynę.

W czasie pracy może się zdarzyć, że motor zatrzyma się pomimo, że w sieci prąd elektryczny płynie bez przerwy. Taki wypadek zachodzi przy silnikach z pierścieniami, gdy urządzenie do automatycznego łączenia pierścieni nie jest dosyć dokładnie wyregulowane. Wówczas należy silnik poddać naprawie. Jeżeli silnik zatrzyma się na skutek przerwy prądu, to niezwłocznie należy wyłączyć wyłącznik, podnieść szczotki i sprawdzić, czy rozrusznik ustawiony jest w położeniu rozruchowym.

Zatrzymanie motoru może powstać także w razie spalania 2 lub 3 bezpieczników z powodu przeciążenia silnika.

W takim wypadku należy silnik wyłączyć, a następnie naprawić lub wymienić bezpieczniki.



Są też inne przyczyny, powodujące zatrzymanie silnika. W każdym takim przypadku należy sprawdzić przede wszystkim czy automatyczny wyłącznik działa.

### **e) Zatrzymanie silnika elektrycznego.**

Zatrzymanie motoru następuje po wyłączeniu wyłącznika, a silniki krótko-zwarte, zaopatrzone w specjalne aparaty rozruchowe, zatrzymują się za pomocą tych aparatów.

Po zatrzymaniu silnika z pierścieniami należy opuścić szczotki i ustawić rozrusznik w położenie rozruchowe (początkowe).



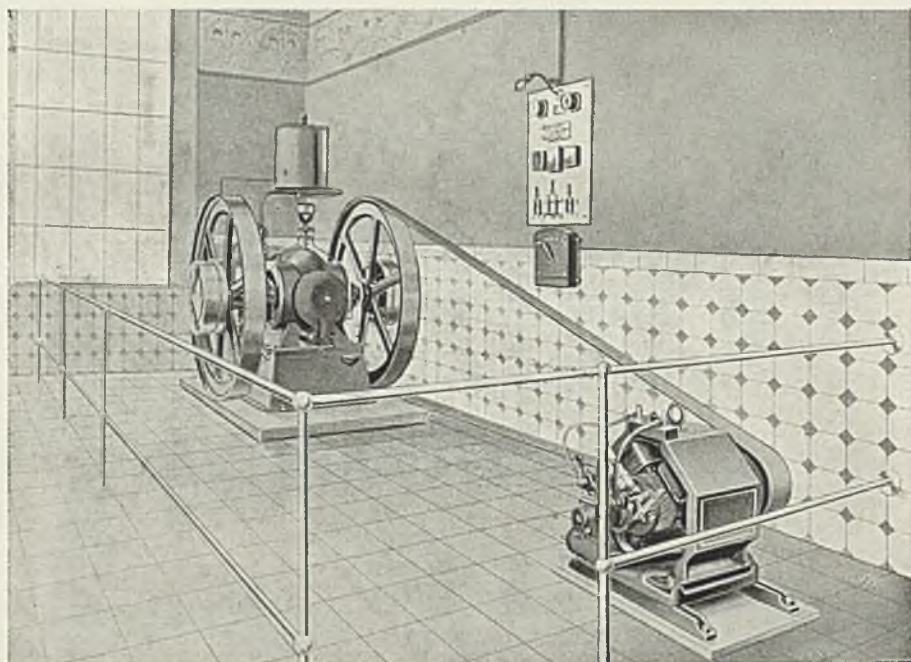
CZĘŚĆ CZWARTA

S P R Ę Ź A R K I

(K O M P R E S O R Y)

P O W I E T R Z N E





**NOWY SILNIK  
SPALINOWY  
„EKONOM“**

## ROZDZIAŁ 1.

### PRAKTYCZNE WSKAZÓWKI OBSŁUGI SPRĘŻAREK.

#### a) RODZAJE SPRĘŻAREK.

Sprężarki na st. wodnych stosowane są do pomp powietrznych „Mamut“ i eżektorów oraz do sprężania powietrza w zbiornikach hydroforowych na st. wodnych pneumatycznych.

Sprężarki rozróżniamy podobnie jak i pompy:

- 1 — tłokowe i wirowe
- 2 — jedno, dwu i wielostopniowe
- 3 — jedno, dwu, trzy i czterocylindrowe
- 4 — jedno, dwu, trzy i czterostopniowe (tłokowe),
- 5 — poziome, pionowe i promieniowe
- 6 — z napędem ręcznym, parowym, elektrycznym, spalinowym, bezpośrednio sprzęgnięte z silnikami lub za pomocą przekładni pasowej, zębatej itp.

Najczęściej spotykamy kompresory tłokowe, poziome, jedno lub dwucylindrowe, pojedynczego lub podwójnego działania, jedno lub dwustopniowe.

Przy jednostopniowym działaniu uzyskuje się na ogół sprężanie powietrza do 5 atn.

Dwustopniowe sprężanie odbywa się albo w poszczególnych cylindrach niskiego i wysokiego ciśnienia, albo też w jednym cylindrze za pomocą tłoka różnicowego, który z jednej strony ma powierzchnię większą, a z drugiej mniejszą.

Pomiędzy komorami obu stopni powietrze przechodzi przez kanał ochładzający.

Wszystkie powietrzne przestrzenie w sprężarce są ochładzane.

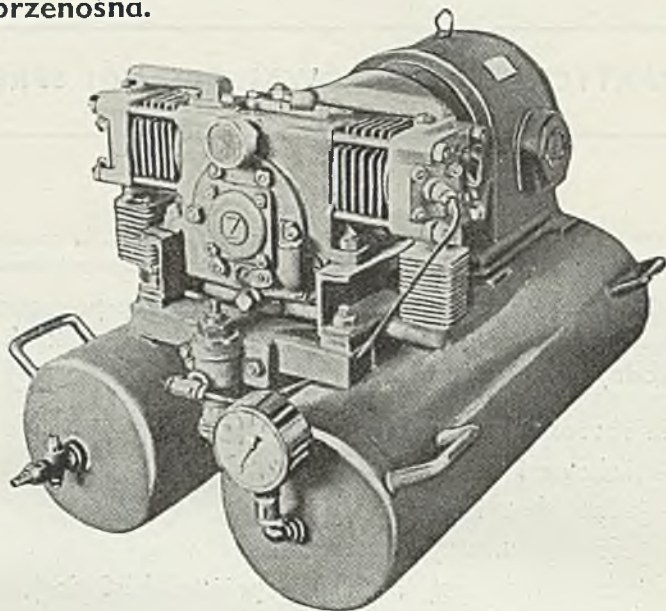
#### b) SPRĘŻARKI „ZAKŁADÓW OSTROWIECKICH“.

Spośród sprężarek wyrabianych w kraju charakterystyczne są nowoczesne elektryczne zespoły sprężarkowe jedno lub dwustopniowe Spółki Akcyjnej Wielkich Pieców i Zakładów Ostrowieckich.

Firma ta buduje sprężarki kilku typów, które są stosowane jako sprężarki stałe, względnie jako przewożne lub przenośne.

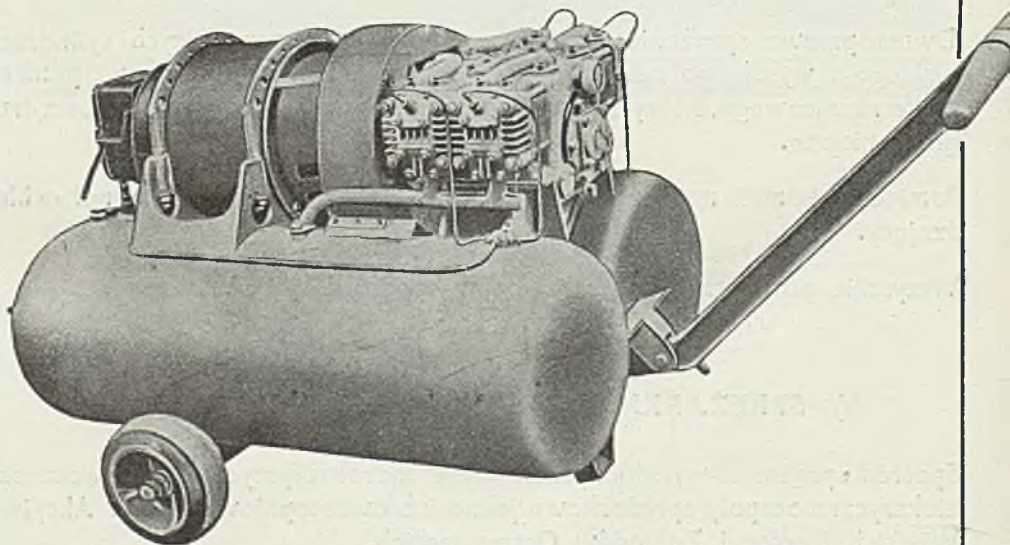


**Sprężarka przenośna.**



*Rys. 103*

**Sprężarka przewoźna.**



*Rys. 104*

## 1. Sprężarka przenośna

Na **rys. 103** widzimy zespół sprężarkowy jednostopniowy, dwucylindrowy, przenośny. Sprężarka otrzymuje napęd od silnika elektrycznego, bezpośrednio sprzężonego ze sprężarką za pomocą sprzęgła elastycznego.

Charakterystyka tego zespołu jest następująca:

Moc silnika elektrycznego . . . . .	3,5 KM
Ilość obrotów sprężarki . . . . .	1000 obr/min.
Wydajność według ilości powietrza zassanego około .	30 m <sup>3</sup> /godz.
Największe ciśnienie końcowe . . . . .	8 atn
Waga około . . . . .	205 kg

## 2. Sprężarka przewoźna

Na **rys. 104** widzimy także zespół sprężarkowy, lecz czterocylindrowy i przewoźny.

Charakterystyka jego jest następująca:

Moc silnika elektrycznego . . . . .	9 KM
Ilość obrotów sprężarki . . . . .	1500 obr/min.
Wydajność według ilości powietrza zassanego około .	60 m <sup>3</sup> /godz.
Największe ciśnienie końcowe . . . . .	8 atn
Waga około . . . . .	450 kg

Oba podane zespoły są ustawione na zbiornikach powietrza, gdyż w takim wykonaniu stosowane są do narzędzi pneumatycznych przy różnych robotach warsztatowych lub terenowych.

W instalacjach hydroforowych sprężarki te na ogół są stosowane jako stałe i bez zbiorników. Mogą być jednak używane i w wyżej wspomnianym wykonaniu, jeżeli jest również zamiar używania ich w czasie wolnym jako źródła i zasobnika powietrza do pracy narzędzi pneumatycznych w obrębie stacji wodnej.

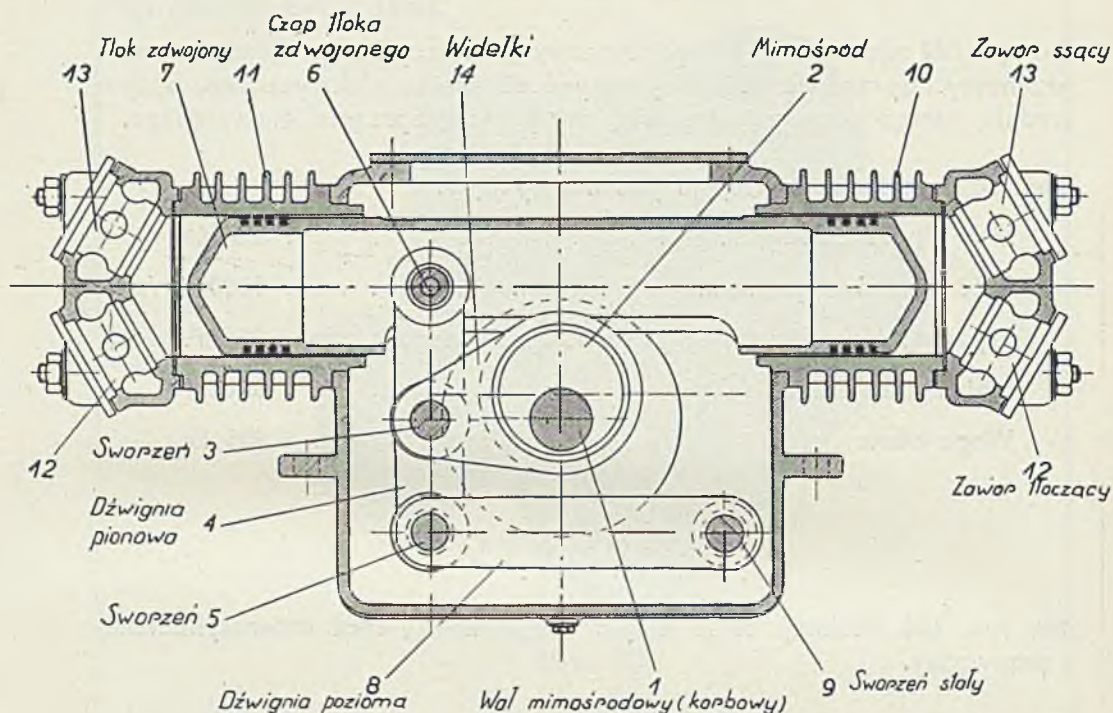
Na **rys. 105** widzimy oryginalny układ mechanizmu korbowego przytoczonych zespołów sprężarkowych.

Mechanizm ten działa następująco:

Mimośród (2) napędza bezpośrednio widełki (14), wprawiając za pomocą sworznia (3) w ruch wahadłowy dźwignię pionową (4), osadzoną górnym



### 3. Opis mechanizmu korbowego.



Rys. 105

końcem bezpośrednio na czopie (6) tłoka zdwojonego (7), który w ten sposób uzyskuje swój ruch posuwisto-zwrotny. Dźwignia pozioma (8), osadzona na stałym sworzniu (9), służy jedynie do wyrównywania (kompensowania) małych pionowych przesuwów sworznia (5). Cały ten mechanizm jest umieszczony w zamkniętym karterze, stanowiącym zbiornik oliwy do smarowania.

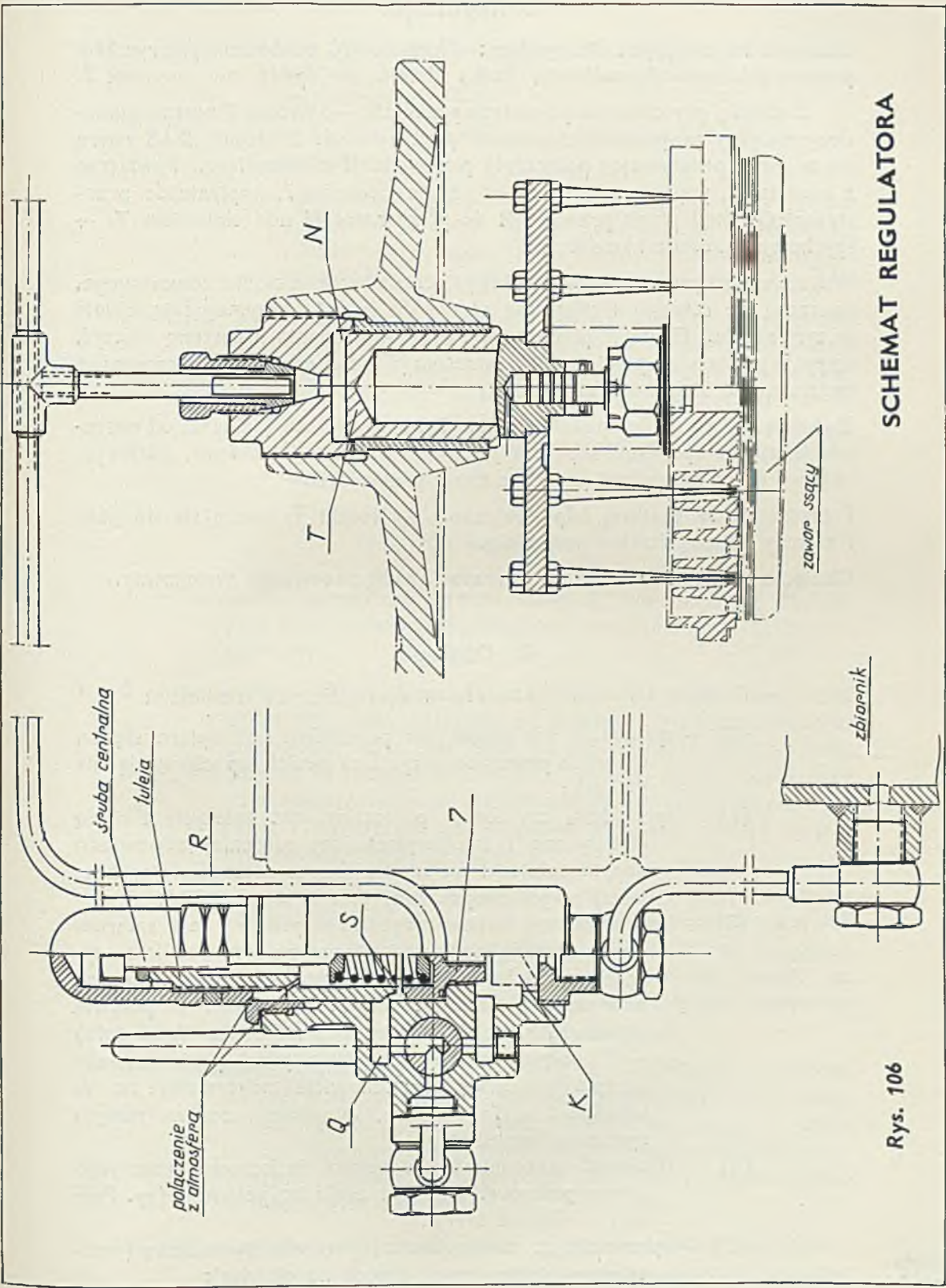
Głowica i ułożone poziomo cylindry są należycie uzeberkowane (10—11), celem energicznego odprowadzania ciepła.

Jako organy rozrządcze służą dwa zawory płytkowe: w górnej części głowicy zawór ssawny (13), w dolnej — tłoczny (12). Zawory te są identyczne co do wymiarów i budowy.

Wał główny, osadzony w łożyskach kulkowych, przenosi ruch na tłok za pomocą opisanego mechanizmu korbowego, którego wszystkie przeguby i łożyska posiadają łożyskowanie igłowe.

Sprężko elastyczne, łączące silnik elektryczny, krótkozwarty ze sprężarką, ma na sobie osadzony wentylator, którego dmuch skierowany jest za pomocą osłony na sprężarkę.

Zespoły te wyposażone są normalnie w regulację automatyczną, działającą samoczynnie przez podbijanie zaworów ssawnych w dwu, względnie czterech, cylindrach.



SCHEMAT REGULATORA

Rys. 106



#### 4. Regulacja.

Działanie regulacji jest następujące: w komorze **K**, zaznaczonej na **rys. 106**, panuje ciśnienie zbiornikowe, które działa od spodu na zaworek **7**.

Z chwilą, gdy ciśnienie powietrza przeważy — zaworek **7** zostanie uniesiony do góry po pokonaniu nacisku sprężyny — **4**. Siedzenia **S—S** zewrą się ze sobą, przerywając połączenie przewodu **R** z atmosferą. Powietrze z komory **K**, poprzez szparę na obwodzie zaworku **7**, napłynie do przestrzeni **Q**, skąd przez przewód **R** do przestrzeni **N** nad tłoczkiem **T**, — spychając ten ostatni ku dołowi.

Wskutek tego palce popychacza, sięgające do szczelin siodła zaworowego, opuszczą się również i odepchną płytkę od siodła, utrzymując ją trwale w tym stanie. Cylindry pierwszego i drugiego stopnia przestaną tłoczyć, wypychając zassane powietrze z powrotem przez zawór ssawny i sprężarka będzie nadal biegła luzem.

Z chwilą gdy ciśnienie opadnie o około 0,8 atn — 1 atn (zależnie od nastawienia tulei), sprężyna zepchnie ponownie grzybek ku dołowi, odcinając komorę **K** od atmosfery, a łącząc z nią przewód **R**.

Przestrzenie **N** zostaną odpowietrzone — tłoczki **T** uniosą się do góry i zawory poczną działać normalnie.

Ciśnienie w zbiorniku zacznie wzrastać aż do ponownego wyłączenia.

#### 5. Obsługa.

1 — Przed uruchomieniem sprężarki należy:

- (1) — sprawdzić, gdy zespół jest przenośny, czy opiera się on w sposób pewny na wszystkich swoich łapach, względnie kółkach;
- (2) — sprawdzić, czy kabel połączony jest należycie z siecią elektryczną i czy napięcie tej ostatniej odpowiada danym tabliczki na silniku (rzecz szczególnie ważna, jeżeli zespół zaopatrzony jest w przełącznik);
- (3) — sprawdzić, czy karter sprężarki napełniony jest smarem do należytego poziomu, tj. czy poziom ten jest wyraźnie widoczny w oliwowskazie (w zespołach nowych najwyższy poziom znajdować się winien w połowie wysokości szkła, najniższy zaś na około  $\frac{1}{4}$  od dołu) — Po upływie około 250 godzin pracy poziom należy utrzymywać niżej, a mianowicie maksymalnie na  $\frac{1}{3}$  wysokości szkła od dołu, minimalnie zaś na samym spodzie oliwowskazu;
- (4) — filtrować starannie olej wlewany do karteru przez jego górną pokrywę. Gatunki oleju są polecane (np. Polmin — Taktol MW);
- (5) — sprawdzić, czy silnik obraca się we właściwą stronę (wentylator winien dawać dmuch na głowicę);

## 2 — uruchomienie:

- (1) — ustawić poziomo rączkę regulatora sprężarki (celem przełączenia jej na „luz“ w razie, jeżeli w zbiornikach jest ciśnienie);
- (2) — włączyć prąd do silnika przez przełożenie rączki na wyłączniku;
- (3) — przy pierwszym uruchomieniu, gdy sprężarka jest jeszcze całkowicie zimna, należy pozwolić jej obracać się „luzem“ przez około 1—1,5 minuty, a dopiero następnie obciążać przez zamknięcie kurka odbiorczego;
- (4) — z chwilą, gdy dzięki pracy sprężarki ciśnienie w zbiorniku osiągnie poziom maksymalny — sprawdzić działanie regulatora sprężarki, który to regulator winien przy tym ciśnieniu automatycznie przełączać sprężarkę na bieg „luzem“. W razie potrzeby, należy podregulować dokręcenie śruby centralnej, lub tulei regulatora, oznaczonych na *rys. 106*.

## 6. Konserwacja.

- 1 — codziennie sprawdzać poziom oliwy i uzupełniać jej ubytek, przy czym należy wystrzegać się mieszania różnych gatunków oleju;
- 2 — po każdych 200—250 godzinach pracy, należy oliwę starą zlać z karteru przez dolny kurek spustowy, wewnątrz sprężarki przepłukać naftą, po czym karter napełnić świeżą oliwą;
- 3 — filtr powietrza ssanego należy przemywać w nafcie 1 do 2 razy na miesiąc (zależnie od stanu zanieczyszczenia), a po wymyciu filtru i wysuszeniu go, warstwę filtrującą zwilżyć olejem pyłochłonnym (np. „Viscinol“);
- 4 — zawory sprężarki należy czyścić i rewidować w przybliżeniu co 600 godzin ruchu; rewizję i składanie zaworów wykonywać starannie i fachowo; szczególnie troskliwie należy dociągnąć śrubę centralną zaworu. Szczelność zaworów należy od czasu do czasu sprawdzać (silne nieszczelności zaworów prowadzą do przegrzewania się sprężarki);
- 5 — odoliwiacz wbudowany należy czyścić co 1—2 miesiące (zależnie od potrzeby), w tym celu odkręcać należy duże korki, znajdujące się nad i pod kurkiem odbiorczym, wysypać przez ich otwory zawarte wewnątrz mosiężne pierścionki, przemyć je oraz przepłukać naftą wewnątrz odpylacza, po czym składać w odwrotnym porządku;
- 6 — przynajmniej co tydzień należy wypuszczać wodę skondensowaną ze zbiornika, oraz oliwę skondensowaną w odoliwiaczu;

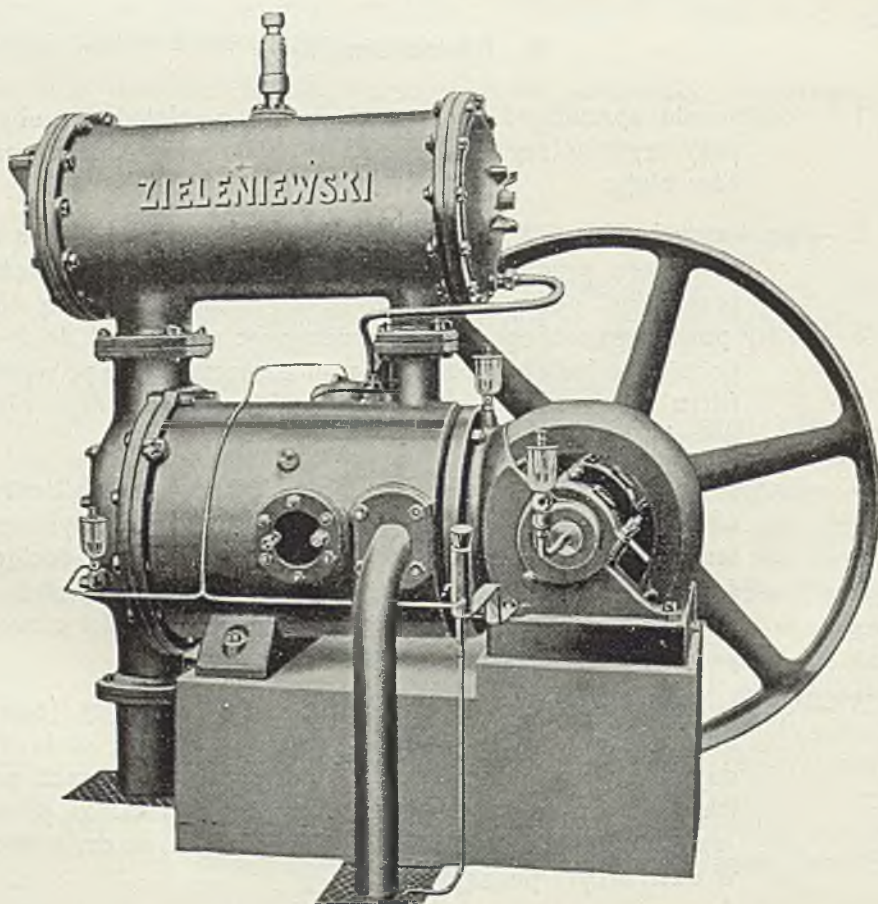


- 7 — raz na  $\frac{1}{2}$  roku poleca się zdjąć głowicę i cylindry sprężarki, aby pierścienie tłokowe oczyścić i skontrolować: jeżeli szczeliny na zamkach pierścieni (w stanie ściśniętym po włożeniu do cylindra) wynoszą około 3 mm — należy pierścienie wymienić na nowe;
- 8 — konserwacja silnika napędowego odbywać się winna według przepisów obsługi i konserwacji silników elektrycznych 3-fazowych;
- 9 — do wymiany zużytych lub uszkodzonych części, należy używać części zapasowych, wytwarzanych przez wytwórnię macierzystą.

### c) SPRĘŻARKI „L. ZIELENIEWSKI I FITZNER GAMPER“.

#### SPRĘŻARKA STAŁA TŁOKOWA.

##### 1. Opis ogólny.



Na *rys. 107* widzimy sprężarkę tłokową, dwustopniową, pojedynczego działania, budowy Fabryki Krakowskiej firmy L. Zieleniewski i Fitzner—Gamper S. A.

Fabryka ta, przy sprężaniu powietrza ponad 5 atn, stosuje zwykle sprężarki dwustopniowe typu leżącego, w celu uniknięcia wysokich temperatur, które mogłyby spowodować zapłon smarów i ewentualną ich eksplozję, a poza tym, przyczyniłyby się do zwiększenia zapotrzebowania siły napędowej.

Sprężarki te zaopatrzone są w specjalne chłodniki, w których powietrze zgęszczane w cylindrze I stopnia ochładza się prawie do temperatury ssanego powietrza. Z chłodnika dostaje się to powietrze do następnego cylindra II stopnia, w którym następuje sprężanie do wysokości ciśnienia końcowego.

Omawiane sprężarki zajmują bardzo mało miejsca. Ustawiane są one albo na zwyczajnym fundamencie betonowym, albo też na normalnych dźwigarach żelaznych.

Według ofert firmowych, główne części składowe są wykonane następująco:

- 1 — Cylindry są sporządzone z drobnoziarnistego żeliwa i posiadają na całej swojej długości doskonale chłodzony płaszcz wodny.
- 2 — Wentyle samoczynne posiadają obszerne przekroje przelotowe, przez co straty, powstające wskutek tarcia, przy przelocie przez nie powietrza, są małe; masa wentyli jest mała, co wpływa na bardzo spokojną ich pracę nawet przy najwyższej ilości obrotów.
- 3 — Szczelność tłoka oraz gładkość ścian cylindra osiąga się przez zastosowanie samosprężynujących pierścieni uszczelniających o odpowiednim nacisku na ściany cylindra.
- 4 — Ramy, do których przymocowane są cylindry, posiadają budowę widełkową: odznaczają się one silną konstrukcją i spoczywają całą swą długością na fundamencie.
- 5 — Wał korbowy, łożnik i czop krzyżulcowy, sporządzone są ze stali Siemens-Martinowskiej. Wał korbowy spoczywa w dwóch łożyskach ramy oraz w jednym łożysku bocznym. Łożyska wału oraz czopa korbowego wylane są białym metalem. Łożysko czopa krzyżulcowego posiada panewki z brązu.

Wszystkie łożyska zaopatrzone są w urządzenia do nastawiania. Łożyska wału korbowego posiadają samoczynne smarowanie pierścieniowe, względnie łańcuchowe.

Do smarowania cylindra i korbowodu służą oliwiarki kropłowe, które nawet podczas ruchu maszyny są łatwo dostępne.

- 6 — Chłodnik konstrukcji wodno-rurkowej, przeznaczony dla ochładzania powietrza, włączony jest między cylindrem I i II stopnia.



7 — Regulatory wstrzymują ruch sprężarki automatycznie z chwilą przekroczenia normalnego ciśnienia sprężonego powietrza o  $\frac{1}{4}$  atn i włączają ruch samoczynnie dopiero po opadnięciu ciśnienia o  $\frac{1}{4}$  atn poniżej normalnego ciśnienia roboczego.

Wstrzymanie ruchu sprężarki następuje przez podnoszenie płytek wentyli ssawnych. Powietrze wessane przez sprężarkę podczas jednego skoku, wraca z powrotem do rury ssawnej podczas skoku wstecznego. Tak długo dopóki wentyle ssawne trzymane są w stanie otwartym, sprężarka nie spręża wcale powietrza, a zużycie mocy sprężarki jest wówczas minimalne.

Poniżej podano dla orientacji charakterystykę wydajności tych sprężarek:

**Tablica XI. Sprężarki dwustopniowe.**

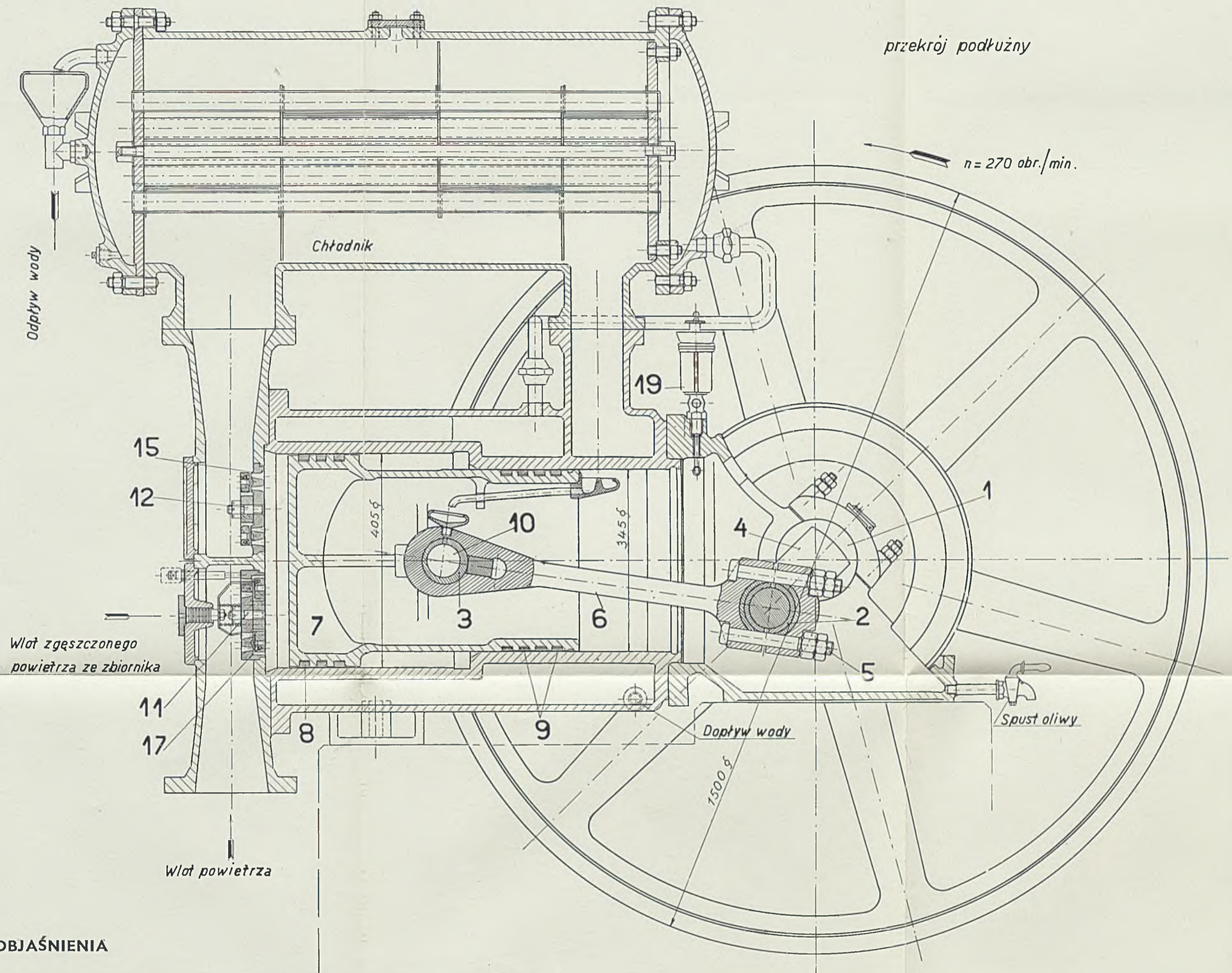
T Y P	Pionowy	Leżący		
	KS2	KR5	KR8	2KR8
Wydajność powietrza sprężonego m <sup>3</sup> /min. . . . .	1,75	5	8	16
Średnica cylindra mm . . . . .	285/140	345/295	405/345	2 × 405/345
Skok mm . . . . .	120	200	250	250
Obroty na minutę . . . . .	380	300	270	270
Zużycie mocy: przy 5 atn w KM . . . . .	10 —10,5	27—28	42 —44	84—88
„ 6 „ „ „ . . . . .	11,5—12	32—34	50 —53	100—106
„ 7 „ „ „ . . . . .	12,5—13	35—36,5	55 —57	110—114
„ 8 „ „ „ . . . . .	13,2—13,6	37—38,4	58 —60	116—120
„ 9 „ „ „ . . . . .	14 —14,5	39—41	61,5—64	123—128
„ 10 „ „ „ . . . . .	14,8—15,4	42—43,5	65,5—68	131—136
Wlot mm . . . . .	90	150	175	2 × 175
Wylot mm . . . . .	60	70	100	2 × 100
Średn. koła pasowego mm	1200	1200	1500	1800
Szerokość „ „ „	140	200	250	250



Sprężarka 2-stopniowa pojedynczo działająca  
 $\phi$  405/345 x 250 skok

przekrój podłużny

$n = 270 \text{ obr./min.}$



OBJAŚNIENIA

- |                                      |                                      |
|--------------------------------------|--------------------------------------|
| 1. Panewka łożyska głównego          | 12. Wentyl tłoczny nisk. ciśnienia   |
| 2. Panewka łożyska korbowego         | 13. Wentyl ssawny wysok. ciśnienia   |
| 3. Panewka łożyska w tłoku           | 14. Wentyl tłoczny wys. ciśnienia    |
| 4. Wał korbowy                       | 15. Płytkę wentyl. nisk. ciśnienia   |
| 5. Śruba pociągacza (korbowodu)      | 16. Płytkę wentyl. wys. ciśnienia    |
| 6. Pociągacz (korbowód)              | 17. Sprężyna wentyl. nisk. ciśnienia |
| 7. Tłok z pierścieniami              | 18. Sprężyna wentyl. wys. ciśnienia  |
| 8. Pierścienie tłok. nisk. ciśnienia | 19. Oliwiarka.                       |
| 9. Pierścienie tłok. wys. ciśnienia  |                                      |
| 10. Czop tłokowy                     |                                      |
| 11. Wentyl ssawny nisk. ciśnienia    |                                      |

Uwaga: części 13, 14, 16 i 18 niewidoczne na rysunku.

Rys. 108



Wydajność podana na **tablicy XI** wskazuje ilość powietrza zassanego i sprężonego na ciśnienie do 10 atn.

Na załączonym **rysunku 108** widzimy przekrój podłużny tej samej sprężarki, typ KR 8, 2-stopniowej, pojedynczo działającej, o wymiarach tłoka różnicowego 405/345  $\varnothing$  a skoku 250 mm. Numerami oznaczono części zamienne.

Chociaż sprężarki tłokowe są dzisiaj dosyć rozpowszechnione, jednak jako maszyny specjalne nie są dostatecznie znane przez maszynowych st. wodnych. Dlatego też praktyczne wskazówki, dotyczące ich obsługi, przytaczam dosyć obszernie, chociaż odnoszą się one do sprężarek budowy firmy „L. Zieleniewski i Fitzner Gamper“, gdyż w ogólnych zarysach odpowiadają one także i innym typom.

## 2. Charakterystyka ogólna:

Sprężarka składa się z części stałych i ruchomych. Do części stałych należą: łożysko boczne, rama z łożyskami głównymi, osłona korby, cylinder z wentylami i ewentualnie chłodnik międzystopniowy. Do części ruchomych natomiast należą:

- a — przy sprężarkach różnicowych: koło zamachowe, wał, korbówód i tłok różnicowy.
- b — przy sprężarkach podwójnie działających: koło zamachowe, wał, korbówód, wodzik (krzyżulec), trzon tłokowy i tłok.

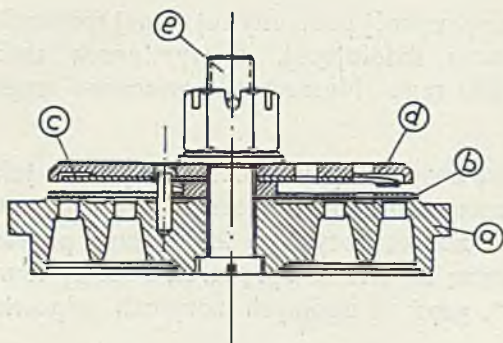
Koło zamachowe za pomocą pasa skórzanego wprawiane jest w ruch obrotowy i powoduje poprzez wał, korbówód (wodzik) i trzon tłokowy, ruch posuwisty tłoka. Usuwający się tłok, zwiększa objętość skokową powietrza o ciśnieniu mniejszym od zewnętrznego, powodując wejście powietrza do cylindra poprzez wentyl ssawny. W drodze powrotnej tłok powoduje sprężenie powietrza znajdującego się w cylindrze i wypchnięcie go poprzez wentyl tłoczny do: a) przy sprężarkach jednostopniowych wprost do rury tłocznej, b) przy sprężarkach dwustopniowych do chłodnika międzystopniowego, w którym powietrze, częściowo sprężone, ochładza się do temperatury początkowej, po czym w ten sam sposób, jak w pierwszym stopniu, zostaje sprężone w drugim stopniu do końcowego ciśnienia i wypchnięte do rury tłocznej.

## 3. Cylinder.

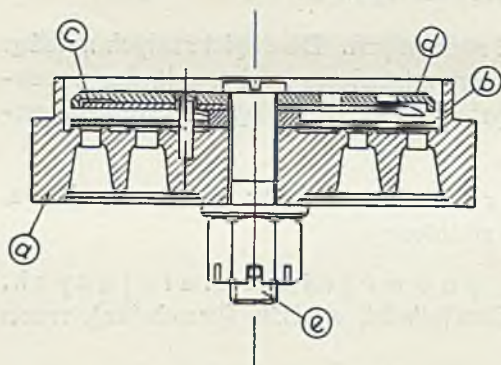
Przestrzeń dla wody chłodzącej, tzw. płaszcz wodny, ma za zadanie:

- 1) częściowe odprowadzenie ciepła, powstałego wskutek sprężania powietrza oraz utrzymanie na wewnętrznej powierzchni cylindra warstwy oleju w takiej temperaturze, przy której olej posiada jeszcze swą smarność;
- 2) zapobieganie zbytniemu ogrzewaniu się powietrza, które tym jest gęstsze, im jest zimniejsze, co wpływa na zwiększenie wydajności sprężarki.

## Wentyl tłoczący



## Wentyl ssący



Rys. 109

## 4. Wentyle.

Ze względu na lekką budowę są stosowane wentyle płytkowe. Wentyl płytkowy składa się z następujących zasadniczych części, pokazanych na rys. 109: a) siedzenia wentylowego, b) płytki wentylowej, c) sprężyny wentylowej, d) ograniczenia skoku i e) śruby skręcającej wszystkie powyższe części. Płytkowa co pewien czas wymaga wymiany, gdyż: a) wskutek wybitcia się płytki wentylowej powstają nierówności, które powodują nieszczelności wentyla, w następstwie czego zmniejsza się wydajność sprężarki; b) może nastąpić pęknięcie tylko w jednej połowie, co powoduje dużą nieszczelność wentyla, powietrze zaś przeciskając się przez tę szczelinę wywołuje nadmierne nagrzewanie się części cylindra.

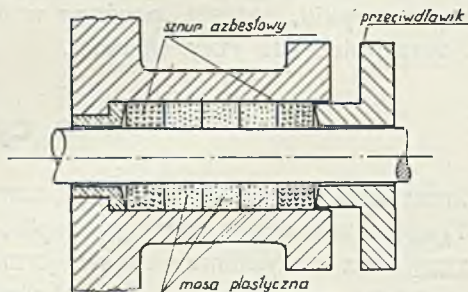
Wskazano jest, aby co pewien czas wentyle wyjąć i rozebrać, przejrzeć i oczyścić wszystkie części, a zauważone usterki usunąć.

## 5. Tłok.

Średnica tłoka jest zawsze nieco mniejsza od średnicy cylindra. Tłok posiada na swym obwodzie pierścienie uszczelniające, które muszą przylegać na całej powierzchni do gładzi cylindra, zaś boki pierścieni winny szczelnie przylegać do rowków w tłoku, jednak nie powinny w nich się zacinać.

## 6. Dławik.

Dławik, pokazany na rys. 110, ma tylko zastosowanie przy sprężarkach podwójnie działających i ma za zadanie uszczelnić trzon tłokowy. Uszczelnienie nie powinno przepuszczać powietrza z cylindra na zewnątrz, przy tym nie powinno niszczyć trzona tłokowego. Jako szczeliwo stosuje się masę plastyczną, dostarczaną normalnie w kostkach.



Rys. 110



Chcąc wykonać nowe uszczelnienie, względnie dopełnić zużyte, należy kostkę pokruszyć na drobne kawałki; do dławika, przy nowym uszczelnieniu, założyć wpierw pierścień azbestowy (sznur azbestowy) a to w tym celu, aby szczeliwo nie przedostawało się do cylindra. Następnie częściowo należy wypełnić dławik okruchami masy i silnie ściagnąć przeciwdławikiem.

Czynność tę powtarza się aż do całkowitego wypełnienia dławika, po czym należy założyć pierścień ze sznura azbestowego. Tak wykonany dławik wymaga tylko od czasu do czasu uzupełnienia masy, którą wyciera trzon tłokowy. Wyżej opisane uszczelnienie nie wymaga dodatkowego oliwienia dławika.

## 7. Panewki.

Panewki winny być wykonane bądź to z najlepszego brązu, bądź też wylane białym metalem. Należy uważać, aby panewki stałe przylegały na całej powierzchni do czopów. W razie, gdy zauważonym zostanie luz w pewnych miejscach między panewką a czopem, co objawia się stukiem części ruchomych, należy luz ten przez ściągnięcie śrub usunąć. Jeżeli po ściągnięciu śrub stuk nie ustanie, należy uważać, że panewki się wytarły, wobec czego trzeba je rozkręcić i wyjąć odpowiedniej grubości wkładkę, założoną między dzielone panewki, względnie, gdy wkładek takich nie ma, należy panewkę w miejscu dzielenia podpiłować.

## 8. Podstawa.

Podstawa tych sprężarek jest zwykle widlasta. W podstawie umieszczone są prowadnice wodzika i łożyska główne przykorbowe.

Ze względu na rozgrzewanie się powierzchni biegowych, wskazane jest, aby przy sprężarkach leżących kierunku obrotu koła zamachowego następował od wału na cylinder ponad łożyskami oraz, aby wodzik nie był zupełnie dopasowany, lecz posiadał mały luz między prowadnicami (grubość papieru).

## 9. Chłodnik międzystopniowy.

Chłodnik międzystopniowy wykonany jest z rur ciągnionych bez szwu, zawalcowanych w dnach. Na zewnątrz tych rur płynie sprężone powietrze, wewnątrz płynie w przeciwnym kierunku woda chłodząca. Chłodnik międzystopniowy ma za zadanie oziębiać powietrze sprężone w pierwszym stopniu do temperatury początkowej (w rurze ssawnej). Zdolność przenoszenia ciepła wynosi około 4500—5000 Kcal/godz. na każdy m<sup>2</sup> pow. chłodz. Ilość wody winna być tak dobrana, aby temperatura wypływającej wody nie przekraczała 30° C. Ilość ta wynosi około 8—10 l/KM. Jeżeli woda z chłodnika nie wypływa swobodnie, lecz wypryska, należy sprężarkę zatrzymać i zbadać powód. Normalnie powodem tego jest przedostawanie się sprężonego powietrza do wody. Nieszczelność, przez którą przedostaje się sprężone powietrze, może powstać:

- (1)—pod nakrętką śruby kotwowej, ściągnącej dna — należy wtedy albo nakrętkę dociągnąć, albo uszczelnienie wymienić,
- (2)—w miejscu zawalcowania rur — wtedy ponownie trzeba rurę zawalcować.
- (3)—przez pęknięcie rury — wtedy należy ją wymienić.

Od czasu do czasu wskazane jest przeczyszczenie rur, usunięcie nieczystości, osadzających się w postaci szlamu, względnie kamienia wodnego.

Zanieczyszczenia te powodują złe wychładzanie sprężonego powietrza, wskutek czego wzrasta temperatura sprężonego powietrza w drugim stopniu, co pociąga za sobą większe zużycie mocy.

## 10. Oliwienie.

(1) Powierzchnie trące oliwi się w tym celu, aby zmniejszyć tarcie w częściach ruchomych, a co za tym idzie, zmniejszyć zużycie mocy.

Powierzchnie trące winny być bez przerwy pokryte warstewką oleju, w przeciwnym bowiem razie powierzchnie silnie się nagrzewają i powodują zadzieranie materiału, co w poważniejszych przypadkach wymaga wymiany części. Ilość oleju wymaganego dla maszyny leżącej, podwójnie działającej, można określić według formuły empirycznej  $Q = 12,5 D \cdot S \cdot n$  gramów na godzinę względnie około 7—10 gramów na 1 KM efekt.

$D$  = średnica cylindra w metrach,

$S$  = skok w metrach

$n$  = ilość obrotów na minutę.

(2) Jakość smaru: dane charakterystyczne oleju kompresorowego:

Punkt zapłonu — 220° C

„ krzepnięcia — 25° C (winien być jeszcze płynny)

wiskoza (lepkość) — 5—8—10° E przy + 50° C

ciężar gatunkowy — 0,925—0,935—0,940

zawartość asfaltu — 0%

zawartość popiołu — 0%

Punkt zapłonu winien posiadać wyższą granicę niż temperatura sprężonego powietrza. Obecność asfaltu przedstawia duże niebezpieczeństwo, gdyż w czasie pracy asfalt może wydzielić się na powierzchnie, zakleić je i wskutek tego spowodować ich uszkodzenie.

(3) Smarowanie cylindra przy stojących sprężarkach może się odbywać:

(a)—przez rozprysk oleju, znajdującego się w karterze, — wtedy jednak należy zwracać uwagę na dławik, znajdujący się na wale sprężarki, aby stale był dociągnięty i nie przepuszczał oleju na zewnątrz, oraz, aby olej utrzymywał się w odpowiedniej wysokości według znaku na oliwowskazie;

(b)—przez wpuszczanie do rury ssawnej kropel oleju, które porywa płynący strumień powietrza i wprowadza go do cylindra;



(c) — przez oliwiarke sprężarkową, umieszczoną na obudowie cylindra, która wprowadza olej wprost do wnętrza. Oliwiarka posiada dwa wentyle, dolny i górny. Z chwilą, gdy zachodzi potrzeba uzupełnienia oliwy, zamyka się wentyl dolny a otwiera górny i uzupełnia się oliwiarke olejem. Dla włączenia w ruch, postępujemy odwrotnie;

(d) — przez prasę smarną, która doprowadza pod ciśnieniem olej do cylindra.

(4) Korbówód (wał i wodzik) i łożyska główne oliwione są przez rozprysk oleju, znajdującego się w obudowie korby. Przy niektórych typach sprężarek (KR 8 i KR 5) dla smarowania czopa korbowego są przewidziane oliwiarki kropłowe.

(5) Wskazane jest, aby w pierwszych dniach uruchomienia sprężarki, obficie smarowane były części ruchome, ze względu na lepsze dotarcie się ich powierzchni.

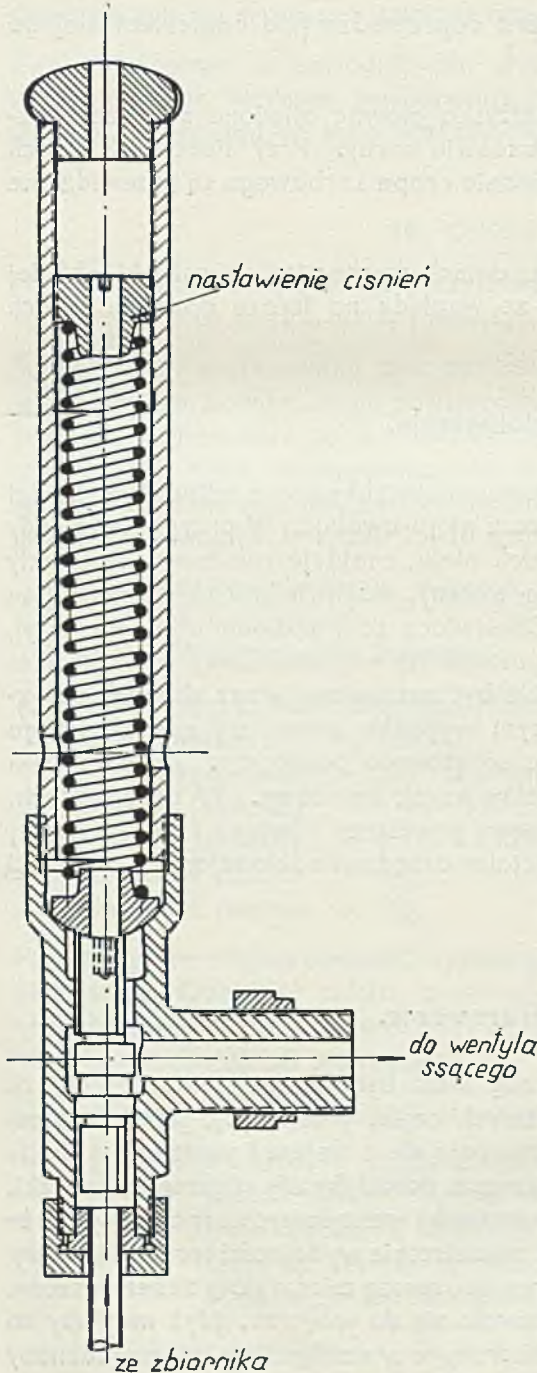
## 11. Odoliwianie.

Ponieważ sprężone powietrze porywa cząsteczki oleju z cylindra, zachodzi czasami potrzeba, aby powietrze to z oleju uwolnić. W przypadkach, gdy wystarcza oddzielenie tylko kropelek oleju, znajduje zastosowanie zwykły odoliwiacz, wbudowany w rurociąg tłoczny, możliwie jak najbliżej miejsca zużycia sprężonego powietrza. Odoliwiacz taki posiada u dołu wentyl, przez który od czasu do czasu spuszcza się nagromadzony olej. W niektórych wypadkach odoliwiacz może być zastąpiony przez zbiornik zgęszczonego powietrza, jednak i w tym wypadku zaleca się umieszczać go możliwie najbliżej miejsca zużycia sprężonego powietrza. Zbiornik taki winien być zaopatrzony w specjalny kurek spustowy. W przypadkach, gdy chodzi o usunięcie ze sprężonego powietrza również i mgły oliwnej (papiernie), należy zastosować specjalne urządzenie składające się z płuczki i od oliwiacza chłodzonego wodą.

## 12. Filtrowanie.

Powietrze zasysane przez sprężarkę musi być bezwzględnie czyste, tj. pozbawione wszelkich drobnych stałych części (kurz itp.), jeżeli bowiem przedostaną się one do cylindra, mieszają się z olejem i powodują szybkie wycieranie cylindra. O ile z powietrzem dostałyby się większe cząsteczki, mogą one osiąść na siedzeniach (gniazdach) wentylowych i spowodują duże nieszczelności, pociągające za sobą zmniejszenie wydajności sprężarki. Rury ssawne, wyprowadzone poza halę maszyn, muszą mieć wyloty zabezpieczone, aby woda deszczowa nie przedostawała się do wnętrza, gdyż mogłoby to spowodować uderzenie płynu w cylindrze, co w następstwie doprowadziłoby do zniszczenia sprężarki.

Aby zasysane powietrze uwolnić od stałych drobnych części, stosuje się m. in. filtry labiryntowe, których wielkość zależy od ilości zasysanego powietrza, oraz od typu sprężarki (pojedynczo względnie podwójnie działająca). Zależnie od zawartości kurzu w powietrzu, należy filtr oczyszczać w krótszych lub dłuższych odstępach czasu. Dla oczyszczenia, wyjmuje się ramkę z obudowy, przepłukuje się ją gorącą wodą ze sodą, dokładnie się wysusza, następnie zanurza się w oleju specjalnym, podgrzanym do temperatury około 20 stopni, po wyjęciu ustawia ukośnie na przeciąg 24 godzin, aby nadmiar oleju ściekł, a następnie z powrotem ramkę zakłada się do obudowy, przykręca, i filtr ponownie gotowy jest do ruchu.



się wysusza, następnie zanurza się w oleju specjalnym, podgrzanym do temperatury około 20 stopni, po wyjęciu ustawia ukośnie na przeciąg 24 godzin, aby nadmiar oleju ściekł, a następnie z powrotem ramkę zakłada się do obudowy, przykręca, i filtr ponownie gotowy jest do ruchu.

### 13. Regulacja.

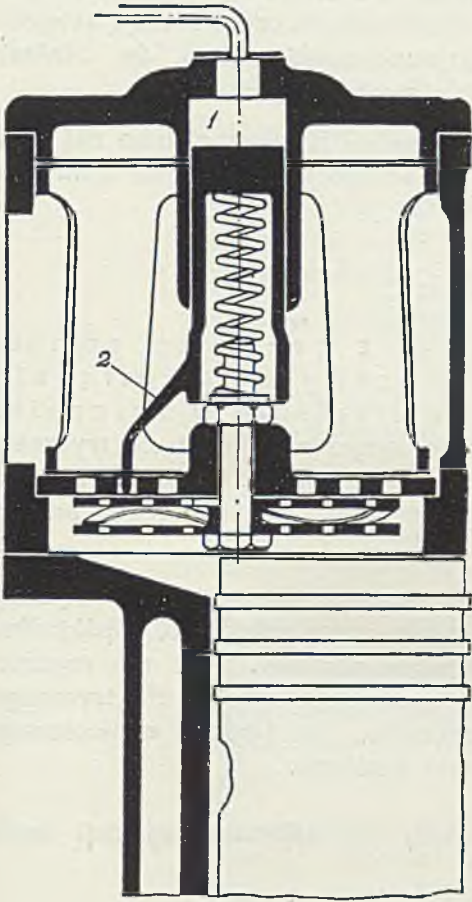
Regulator przy sprężarce ma zabezpieczyć ją przed wysokim ciśnieniem. Regulacja może nastąpić przez:

- 1 — odstawienie sprężarki na próżnobieg, tj. wyłączenie działania sprężarki z pracy za pomocą otwarcia wentyla ssawnego po osiągnięciu maksymalnego ciśnienia w zbiorniku. W tym przypadku jednak sprężarka nadal pozostaje w ruchu, biegnąc luzem.

Zasada tej regulacji polega na następującym:

zmniejszenie zapotrzebowania powoduje zwiększenie się powietrza w zbiorniku ponad ustaloną normę, z powodu doładowania zbiornika przez nadmiar powietrza. Zwiększone ciśnienie, działając na odpowiedni przekaźnik, pozostawia przez pewien okres zawór ssawny otwarty. Sprężarka zasysa wprawdzie powietrze, jednakże przy ruchu zwrotnym tłoka nie spręża powietrza, lecz przetłacza go na zewnątrz przez otwarty zawór ssawny.





Rys. 112

Maksymalne ciśnienie można nastawić na regulatorze przez odpowiednie napięcie sprężyny — rys. 111 — obciążającej tłoczek.

Do regulatora powietrze winno być doprowadzone ze zbiornika zgęszczonego powietrza (powietrze uspokojone), jednak nigdy z rurociągu tłocznego, w którym strumień powietrza ma bardzo silną pulsację. Powietrze do regulatora dopływa od spodu, przez podniesienie tłoczka, wypływa z boku i dochodzi do tłoczków wyłączników wentyla ssawnego. Wentyl wtedy zostaje otwarty, przepuszcza powietrze z powrotem do rury ssawnej przy sprężaniu, przez co sprężarka zostaje wyłączona z pracy.

Na rys. 112 pokazane jest urządzenie tego typu. Sprężone powietrze doprowadzone jest do cylindra 1. Ciśnienie, działające na tłok, pokonuje opór sprężyny i popychaczem 2 otwiera zawór ssawny, utrzymując go w tym położeniu tak długo, dopóki ciśnienie w zbiorniku nie spadnie poniżej swej dolnej granicy.

Gdy ciśnienie w zbiorniku opada o 0,3 atn, tłoczek zamyka dopływ powietrza ze zbiornika, a sprężone powietrze z nad tłoczka wentyla ssawnego wypuszcza na zewnątrz (przy sprężarkach gazowych odprowadza do rury ssawnej) i sprężarka zaczyna normalnie pracować.

Co pewien czas należy regulator rozebrać i wyczyścić, uważając jednak, aby nie uszkodzić powierzchni tłoczka oraz prowadzenia. Potym należy lekko natrzeć olejem kostnym i skręcić; nadmiar gęstego oleju powoduje zaciśnięcie się tłoczka.

Pod żadnym pozorem nie należy tłoczka docierać do prowadzenia w obudowie.

Jeżeli tłoczek jest nieszczelny, wtedy wraz z prowadzeniem należy go wymienić. Wada ta ujawnia się w ten sposób, że wentyle ssawne sprężarki od czasu do czasu zostają otwarte, powodując charakterystyczne stuki, mimo, że ciśnienie w zbiorniku nie osiągnęło swego maksimum.

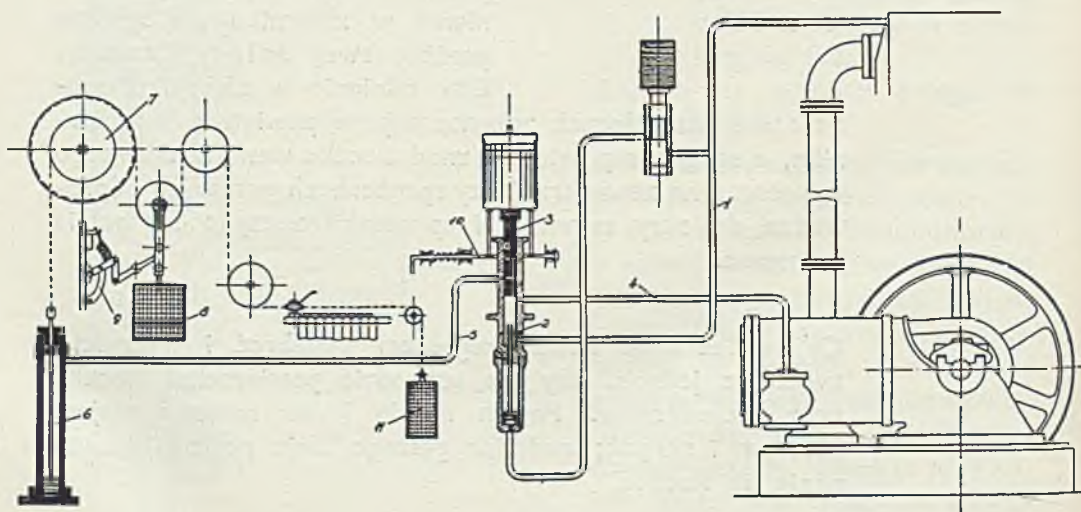
Ten typ regulacji jest normalnie stosowany, inne zaś typy, niżej opisane, stosuje się na specjalne życzenie zamawiającego.

Regulacja może nastąpić również przez:

- 2 — wyłączenie sprężarki z pracy za pomocą otwarcia wentyla ssawnego po osiągnięciu maksymalnego ciśnienia w zbiorniku, po czym jednak następuje wyłączenie silnika elektrycznego i całe urządzenie zostaje zatrzymane aż do czasu obniżenia się ciśnienia do pewnego minimum, nastawionego na specjalnym automacie.

Wówczas bowiem, silnik zostaje samoczynnie włączony, przy czym sprężarka biegnie luzem tak długo, dopóki silnik nie osiągnie normalnej liczby obrotów. Ten typ regulacji wymaga zastosowania specjalnego silnika elektrycznego, automatycznego rozrusznika, automatu ciśnieniowego i automatycznego wentyla wodnego.

Na *rys. 113* przedstawiony jest schemat regulacji Ibach, oparty na tej zasadzie.





Zwiększone ciśnienie powietrza w zbiorniku, komunikującym się przewodem **1** z cylindrem **2**, podnosi tłok **3**, obciążony ciężarkami, ku górze.

W drodze swej tłok odsłania najpierw otwór przewodu **4**, w dalszym zaś ruchu **5**. Dochodząc do swego górnego położenia, pręty ciężaru wysuwają się z zapadki, która przesuwa się pod wpływem sprężyny.

Z chwilą odsłonięcia wlotu przewodu **4**, sprężone powietrze działając na znane nam już urządzenie — otwiera wentyl ssawny sprężarki.

Sprężarka przestaje sprężyć powietrze i biegnie chwilę luzem.

W dalszym swym ruchu tłok odsłania wlot przewodu **5**. Sprężone powietrze dostaje się do cylindra **6**, gdzie działając na tłok, spycha go w dół. Ten ruch tłoka przenosi się za pomocą linki na krążek **7**. Dzięki przeniesieniu, zostaje najpierw uniesiony ku górze ciężar **8**, wyłączając swym ruchem wyłącznik **9**, po czym dopiero zostaje przesunięta rączka rozrusznika.

Silnik, a tym samym sprężarka, zatrzymuje się. Tłok **3** może się przesuwać w ciężarkach w kierunku osiowym na pewnej ograniczonej długości. Z chwilą, gdy ciśnienie w zbiorniku się zmniejszy, tłok opada w dół pod wpływem własnego ciężaru.

Dzięki ograniczeniu długości tego ruchu tłok przysłania tylko otwór **5** i odpowietrza go. Dalszemu opadaniu tłoka pod wpływem ciężaru zapobiega zapadka **10**, na której opierają się pręty ciężaru.

Sprężone powietrze nie działa już na tłok cylindra **6**, toteż ciężar **8**, który jest większy od ciężaru **11**, szybko opada, włączając prąd. Dopiero teraz ciężar **11** przesuwa dźwignię rozrusznika. Silnik nabiera obrotów. W swym krańcowym położeniu rączka rozrusznika popycha zapadkę **10**, tłok pod wpływem ciężaru schodzi całkowicie w dół, przysłania całkowicie otwór przewodu **4** i odpowietrza go. Nacisk na zawór ssawny zostaje zwolniony i sprężarka zaczyna normalnie pracować.

Tłok **3** zaopatrzony jest w amortyzator powietrzny, łagodzący siłę uderzenia tłoka, który opada w dół pod wpływem ciężaru.

**3** — stałą regulację elektromagnetyczną wydajności sprężarki, w zależności od stopnia zużycia sprężonego powietrza. Ten typ regulacji wymaga całego szeregu automatów elektrycznych, wraz ze specjalnym wyłącznikiem do wentyli ssawnych.

## 14. Rurociągi.

Rurociągi dla sprężonego powietrza należy prowadzić ze spadkiem, a przy końcu zaopatrzyć je w kurki spustowe, aby umożliwić usunięcie zbierającej się wody (woda wydziela się z powietrza, wskutek sprężenia) i oleju. Wszelkie odgałęzienia winny być uskutecznione syfonowo od góry głównego rurociągu, aby zapobiec przedostaniu się wody do miejsca zużycia sprężonego powietrza. Średnica rurociągu winna być tak dobrana, aby spadek ciśnienia na końcu wynosił około 0,1 atn.

Nie jest wskazane, aby umieszczać wentyle przelotowe zaraz za sprężarką na rurociągu tłocznym, lecz dopiero poza zbiornikiem zgęszczonego powietrza; gdyby jednak zachodziła potrzeba umieszczenia wentyla między sprężarką a zbiornikiem, należy przewidzieć na rurociągu tłocznym, pomiędzy tymże wentylem a sprężarką wentyl bezpieczeństwa. Zamiast wentyla zamykającego, odpowiedniejszy byłby wentyl zwrotny z grzybkim, specjalnie lekkiej konstrukcji (normalne grzybki szybko wybijają się).

## 15. Zbiornik zgęszczonego powietrza.

Wielkość zbiornika zależna jest od stopnia nierównomierności odbioru. Aby uzyskać możliwie stałe ciśnienie powietrza, wymagana jest pojemność  $J = \sqrt{10 Q}$ .  $Q$  = ilość ssanego powietrza w m<sup>3</sup>/min.

Zbiornik sprężonego powietrza winien być zaopatrzony w:

- (1) —króciec wlotowy i wylotowy;
- (2) —manometr z kurkiem;
- (3) —wentyl bezpieczeństwa;
- (4) —kurek spustowy;
- (5) —króciec dla przyłączenia rurociągu do regulatora sprężarki.

Wskazaniem jest, aby króćce wlotowy i wylotowy, były umieszczane w jak największej odległości od siebie;

- (1) —przy zbiornikach stojących, króciec wlotowy u dołu, z kolaniem wewnątrz zbiornika, skierowanym ku dołowi, zaś wylotowy u góry zbiornika.
- (2) —przy zbiornikach leżących, wlot i wylot umieścić na przeciwnych końcach; jeżeli to niemożliwe ze względu na sytuację, można umieścić króćce te obok siebie, jednak króciec wlotowy winien posiadać kolano wewnątrz zbiornika, skierowane od króćca wylotowego.

Wentyl bezpieczeństwa na zbiorniku należy od czasu do czasu skontrolować, czy działa odpowiednio, względnie go rozebrać i wyczyścić.

Zbiornik taki nie jest potrzebny przy sprężarkach pracujących w hydroforniach. Jest zaś potrzebny przy sprężarkach stosowanych do pomp „Mamut“.



## 16. Montaż.

Niżej podane wskazówki montażowe są tylko głównymi wytycznymi i nie wyczerpują wszystkich zasad montażowych:

Do otworów należy założyć śruby fundamentowe bez nakrętek, ustawić ramę z umocowanym cylindrem, oraz boczne łożysko.

Należy założyć również podkładki i nakrętki na śruby fundamentowe, a przez podkładanie klinów z płaskiego żelaza ustawić powierzchnie biegowe podstawy (ramy) i cylindra do poziomu według poziomicy.

Drutem traserskim przeciąga się oś podłużną przez ramę i cylinder oraz oś poprzeczną przez łożyska główne i łożysko boczne, przy tym należy zwrócić uwagę, aby oś poprzeczna była równoległa do osi silnika elektrycznego, względnie pędni, w przeciwnym bowiem razie pas napędowy będzie biegł po brzegu koła, niszcząc się, względnie będzie spadał, co uniemożliwi ruch.

Oś podłużna sprężarki winna być dokładnie prostopadła do osi poprzecznej.

Następnie zakłada się (montuje) tłok, trzon tłokowy, wodzik, korbowód, wał i koło zamachowe po czym jeszcze raz należy skontrolować poziom powierzchni biegowych, oraz czy oś koła zamachowego zgadza się z osią koła napędzającego.

Po wyrównaniu maszyny fundament należy oszalować deskami i podlać rzadką zaprawą cementową, złożoną z 0,80 cementu i 0,20 piasku rzecznoego. Po zupełnym wyschnięciu fundamentów, co trwa od 3 do 6 dni, zależnie od pory roku, dociągamy nakrętki śrub fundamentowych, tak jednak, aby powierzchnie biegowe pozostały w poziomie.

Nie należy zalewać cementem stopy sprężarki, gdyż pęka fundament. Podczas schnięcia fundamentu można wszystkie części sprężarki dokładnie oczyścić, lakier ochronny zmyć spirytusem (nie wolno zdrapywać) i łożyska wyplukać naftą.

Przy montażu należy zwrócić baczną uwagę, aby czopy leżały na całej swej długości w panewkach: panewki dotrzeć (doszabrować) oraz wszystkie części ruchome obficie naoliwić.

Przestrzeń między tłokiem a pokrywami cylindra w obu martwych punktach należy wyrównać w ten sposób, aby przestrzeń między pokrywą cylindra od strony korby a tłokiem była mniejsza o 0,5 do 1 mm (zależnie od wielkości maszyny) od takiejże przestrzeni między tylną pokrywą a tłokiem. Przestrzenie te należy zbadać, wykonując z ołowiu odciski na pasku, szerokości 5—10 mm.

Wszystkie nakrętki należy zabezpieczyć zawleczkami, względnie przeciwnakrętkami, przed odkręceniem się w czasie ruchu.

Przed próbnym ruchem należy dokładnie oczyścić rurociąg ssawny, obficie naoliwić powierzchnię biegową cylindra i podstawy (ramy), napełnić oliwiarki i łożysko pierścieniowe specjalnym olejem, a zależnie od typu maszyny również napełnić karter (obudowa korby).

W przypadku gdy przy sprężarce zastosowano pompę smarną należy zbiornik jej wypełnić specjalnym olejem. Następnie obracamy kilka razy kołem zamachowym, celem przekonania się o prawidłowości posuwu tłoka, wpuuszczamy wodę do przestrzeni wodnej sprężarki i wolno włączamy silnik elektryczny.

Jeżeli usłyszymy silne stuki w korbowodzie lub zauważymy jakiegokolwiek nieprawidłowości, należy ruch sprężarki natychmiast zatrzymać i usterki usunąć. W pierwszym okresie ruchu wskazanym jest, aby części ruchome obficie naoliwić.

## 17. Normalny ruch.

### (1) U r u c h o m i e n i e.

Nastawiamy oliwiarki, oliwimy czopy ręczną oliwiarką, wpuuszczamy wodę chłodzącą, ewentualnie wentyl na rurociągu tłocznym otwieramy i wolno włączamy silnik elektryczny, wzgl. przesuwamy pas z koła luźnego na koło zamachowe.

### (2) Z a t r z y m a n i e.

Wyłączamy silnik elektryczny, wzgl. przesuwamy pas z koła zamachowego na koło luźne. Odstawiamy oliwiarki, zamykamy dopływ wody chłodzącej. **W okresie silnych mrozów należy wodę z cylindra i chłodnika międzystopniowego całkowicie spuścić przez specjalny wentyl spustowy umieszczony w najniższym punkcie rurociągu.**

Ilość wody dopływającej winna być taką, aby temperatura przy jej wypływie wynosiła ok. 30° C, a temperatura sprężonego powietrza nie przekraczała 140° C.

Dławik należy tak dociągnąć, aby trzon tłokowy nadmiernie się nie nagrzewał, a przy tym nie przepuszczał sprężonego powietrza. Wodę, zbierającą się w rurociągu i zbiorniku powietrza sprężonego, należy od czasu do czasu spuścić przez przewidziane dla tego celu kurki spustowe lub korki, a ciśnienie, według manometru, doprowadzić do zera.

Co najmniej raz w tygodniu należy tłoczek regulatora ciśnień oczyścić z nagromadzonych resztek zeszcłego oleju i innych naleciałości.

Czyszczenie odbywa się przez podnoszenie i opuszczanie umieszczonego na tłoczku ciężarka, wskutek czego także sam tłoczek podnosi się i opada, przy czym silny prąd przelatującego powietrza porywa nieczystości. Dla gruntownego czyszczenia tłoczka posługiwać się należy miękką szmatką.

Zaleca się co miesiąc przejrzeć wentyle, by wymienić zużyte płytki i sprężyny. Przy sprężarkach stopniowych należy ponadto w pewnych odstępach czasu przejrzeć i oczyścić chłodnik.

Również należy sprawdzić nakrętki śrub łożyskowych, przeciwwagi (dokręcenie i zatyczki, dławnice oraz umocowanie koła zamachowego i pasowego).



## ROZDZIAŁ 2.

### LADOWANIE I DOŁADOWYWANIE ZBIORNIKÓW HYDROFOROWYCH.

#### a) WSKAZÓWKI OGÓLNE.

Instalacje hydroforowe wymagają specjalnej pieczy i szczególowej znajomości jej urządzeń oraz odnośnego osprzętu (armatury).

Jeżeli hydrofor jest zdalny do pracy i cały osprzęt działa prawidłowo, to napełnianie zbiorników powietrzem sprężonym do ciśnienia roboczego, wynoszącego w przybliżeniu około 4 atn nie następuje z trudności. Po uruchomieniu sprężarki należy otworzyć zawór główny na przewodzie łączącym sprężarkę ze zbiornikami i kontrolować:

- 1 — przy zbiornikach wodnopoietrznych, wzrost ciśnienia wg manometrów i poziomu wody w zbiornikach, jeżeli na czas pompowania powietrza nie został zamknięty zawór na przewodzie rozprowadzającym i tłocznym. Wówczas bowiem, nie przerywa się, w czasie pompowania powietrza, dostawy wody do sieci wodociągowej, wobec czego objętość wody jest zmienna.
- 2 — przy zbiornikach powietrznych, wzrostu ciśnienia wg manometrów.

Wydajność sprężarek zależna jest od objętości hydroforów, a stosowane są o wydajności od 10 do 40 m<sup>3</sup> na godzinę powietrza zassanego przy prężności końcowej około 8 atn.

#### b) OBLICZENIE CIŚNIENIA W ZBIORNIKACH WODNOPOWIEZRZYNYCH.

*Obliczyć jakie będzie nadciśnienie ( $p_2$ ) w zbiorniku hydroforowym o objętości 50 m<sup>3</sup>, po napełnieniu go wodą do połowy objętości, jeżeli przed napełnieniem wodą znajdowało się w nim powietrze sprężone o nadciśnieniu  $p_1 = 1$  atn. (Ciśnienie 1 atn w zbiorniku oznacza, że jest to ciśnienie większe o 1 atmosferę od ciśnienia zewnętrznego, czyli że jest to ciśnienie w przybliżeniu równe 2 atmosferom).*

Z fizyki wiemy, że zmiana ciśnienia powietrza w szczelnie zamkniętych zbiornikach zależy od jego sprężenia lub rozprężenia, innymi słowy od zmniejszenia lub zwiększenia jego objętości.

Zmiany te podlegają prawu ogłoszonemu przez Mariotte'a, które brzmi następująco: objętości właściwe  $V_1$  i  $V_2$  dwóch ilości gazu są w odwrotnym stosunku do ich prężności  $p_1$  i  $p_2$  (przy jednakowej jego temperaturze).

Prawo to wyraża się wzorem:

$$\frac{V_1}{V_2} = \frac{(p_2 + 1)}{(p_1 + 1)} \text{ albo } (p_1 + 1) \cdot V_1 = (p_2 + 1) \cdot V_2$$

W początkowym stanie objętość powietrza wynosiła  $V_1 = 50 \text{ m}^3$ .

W końcowym stanie objętość powietrza wynosi  $V_2 = \frac{50}{2} = 25 \text{ m}^3$

Podstawiając dane w powyższym wzorze otrzymamy:

$$(1+1) \cdot 50 = (p_2 + 1) \cdot 25 \text{ albo}$$

$$100 = 25p_2 + 25 \text{ albo}$$

$$100 - 25 = 25 p_2 \text{ albo}$$

$$75 = 25 p_2 \text{ stąd}$$

$$75$$

$$p_2 = \frac{75}{25} = 3 \text{ atn.}$$

To znaczy, że napełniając zbiornik do połowy wodą, sprężamy powietrze w nim znajdujące się z ciśnienia 1 atn do 3 atn.

Podczas rozbioru wody, objętość powietrza będzie się zwiększała, a więc nadciśnienie jego będzie malało.

*Jeżeli byśmy chcieli określić w tym samym zbiorniku początkowe nadciśnienie, przy którym, po napełnieniu zbiornika do połowy wodą, osiągnęlibyśmy ciśnienie końcowe równe 4 atn, to korzystając z tego samego wzoru*

$$(p_1 + 1) \cdot V_1 = (p_2 + 1) \cdot V_2$$

i wstawiając w nim podane powyżej objętości otrzymamy:

$$(p_1 + 1) \cdot 50 = (4 + 1) \cdot 25$$

$$50 p_1 + 50 = 125$$

$$50 p_1 = 125 - 50 = 75$$

$$75$$

$$p_1 = \frac{75}{50}$$

$$p_1 = 1,5 \text{ atn.}$$

To znaczy, że jeżeli chcemy mieć najwyższe ciśnienie w zbiorniku równe 4 atn, to należy przed pompowaniem wody do zbiornika, sprężyć w nim powietrze do ciśnienia równego  $1\frac{1}{2}$  atn.



C Z Ę Ś Ć P I A T A

RUROCIĄGI I MATERIAŁY  
DO ICH BUDOWY



GDYNIA. RUROCIĄG LEWAR UŁOŻONY NA PROGACH BETONOWYCH  
CO ZAPEWNIĄ SZCZELNOŚĆ POŁĄCZEŃ.



### RURY I KSZTAŁTKI.

#### Wymiary rur i kształtek.

Do budowy rurociągów kolejowych, tak przewodów tłocznych, ssawnych, jak i sieci rozprowadzającej używa się do tej pory wyłącznie rur żelaznych lanych. Rury lane są odlewane w formach stojących, mogą być jednak wykonywane sposobem wirowym.

Rury lane są mało wrażliwe na działanie chemiczne i rdzewieją w małym stopniu, natomiast są kruche, nieelastyczne i w gruncie ruchomym łatwo pękają.

Rury lane otrzymują ochronę przed rdzewieniem w postaci powłoki asfaltowej (są osmołowane). Powłokę tą układa się na gorąco z obu stron, tj. wewnętrznej i zewnętrznej, zaraz po próbie na hydrauliczne ciśnienie.

Rurociągi o normalnej grubości ścianki wytrzymują 10 atn ciśnienia. Każda rura i kształtka od średnicy 40 do 750 mm oddzielnie jest poddawana próbie w fabryce na ciśnienie podwójne minimalne 20 atn, zaś rury i kształtki o większych średnicach — do 15 atn. Jeżeli w sieci bywa wyższe ciśnienie jak 10 atn, to używa się rur o ściance odpowiednio zgrubionej, lub też rur stalowych albo kutych.

Poszczególne rury łączy się ze sobą albo za pomocą kielichów, inaczej zwanych rękawami (mufy), albo też kołnierzy (flansze).

Wymiary kielicha, kołnierzy oraz rur prostych, przyjęte i stosowane przez związek inżynierów austriackich i niemieckich, są zawarte w tablicach „Niemieckich norm rur żeliwnych“ i podane są na następnych stronicach — (**tabl. XII**), ponadto podana jest tablica rur wg V zjazdu wodociągowego przed Wielką Wojną, wskazująca wymiary typu warszawskiego i rosyjskiego — (**tabl. XIII**), wreszcie podane są obecne „polskie normy żeliwnych rur wodociągowych“ — (**tabl. XIV**), aby dać obraz całokształtu tej sprawy, przez co mamy możliwość rozpoznania typu rur na terenie całej sieci P. K. P.

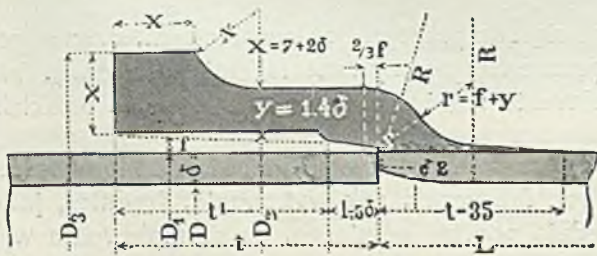
W sieci wodociągowej używa się rur prostych, zakrzywionych, oraz odgałęzień. Wszystkie rury nie proste nazywamy kształtkami (fasonami). Na tablicy **XV** podane są znakowania rur i kształtek według norm polskich.

Każda prostka i kształtka wg tych norm winna mieć na kielichu lub poniżej kołnierza wypukłe odłany znak fabryczny, rok wykonania, średnicę, jako też guzik na kielichu, względnie poniżej kołnierza, do stemplowania wypróbowanych i przyjętych prostek i kształtek.

Tablica XII.

Niemieckie normy rur żeliwnych  
wspólnie z Związkiem Gazowników

R u r y   k i e l i c h o w e														
R o z m i a r y										W a g a				
wewnętrzna średnica rury D	normalna grubość ścianki δ	zewnątrzna średnica rury D <sup>1</sup>	normalna długość użytkowa L	wewnętrzna głębokość kielicha t	Szerokość szczeliny f	wewnętrzna średnica kielicha D <sup>2</sup>	grubość ścianki kielicha y = 1.4 δ	grubość, szerokość promieni połączenia X = f + 2 δ	zewnątrzna średnica D <sup>3</sup>	długość uszczelnienia t' = t - 1.5 δ	kielicha (część podwójnie kreskowana)	1 bież. m. rury bez kielicha	całej rury o podanej długości użytkowej	1 bież. m rury włącznie z kielichem
mm	mm	mm	m	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	kg	kg	kg	kg
40	8	56	2	74	7	70	11	23	116	62	2.68	8.75	20.18	10.09
50	8	66	2	77	7.5	81	11	23	127	65	3.14	10.57	24.28	12.14
60	8.5	77	2	80	7.5	92	12	24	140	67	3.89	13.26	30.41	15.21
70	8.5	87	3	82	7.5	102	12	24	150	69	4.35	15.20	49.95	16.65
80	9	98	3	84	7.5	113	12.5	25	163	70	5.09	18.24	59.81	19.94
90	9	108	3	86	7.5	123	12.5	25	173	72	5.70	20.29	66.57	22.19
100	9	118	3	88	7.5	133	13	25	183	74	6.20	22.34	73.22	24.41
125	9.5	144	3	91	7.5	159	13.5	26	211	77	7.64	29.10	94.94	31.65
150	10	170	3	94	7.5	185	14	27	239	79	9.89	36.44	119.21	39.74
175	10.5	196	3	97	7.5	211	14.5	28	267	81	12.00	44.36	145.08	48.36
200	11	222	3	100	8	238	15	29	296	83	14.41	52.86	172.99	57.66
225	11.5	248	3	100	8	264	16	30	324	83	16.89	61.95	202.71	67.57
250	12	274	4	103	8.5	291	17	31	353	84	19.51	71.61	306.05	76.51
275	12.5	300	4	103	8.5	317	17.5	32	381	84	22.51	81.85	349.91	87.48
300	13	326	4	105	8.5	343	18	33	409	85	25.78	92.68	395.50	99.13
325	13.5	352	4	105	8.5	369	19	34	437	85	28.83	104.08	445.15	111.20
350	14	378	4	107	8.5	395	19.5	35	465	86	32.23	116.07	496.51	124.13
375	14	403	4	107	9	421	20	35	491	86	34.27	124.01	530.43	132.61
400	14.5	429	4	110	9.5	448	20.5	36	520	88	39.15	136.89	586.71	146.68
425	14.5	454	4	110	9.5	473	20.5	36	545	88	41.26	145.15	621.82	155.46
450	15	480	4	112	9.5	499	21	37	573	89	44.90	158.87	680.38	170.10
475	15.5	506	4	112	9.5	525	21.5	38	601	89	48.97	173.17	741.65	185.41
500	16	532	4	115	10	552	22.5	39	630	91	54.48	188.04	806.64	201.66
550	16.5	583	4	117	10	603	23	40	683	92	62.34	212.90	913.94	228.49
600	17	634	4	120	10.5	655	24	41	737	94	71.15	238.90	1026.75	256.69
650	18	686	4	122	10.5	707	25	43	793	95	83.10	273.86	1178.54	294.64
700	19	738	4	125	11	760	26.5	45	850	96	98.04	311.15	1342.64	335.66
750	20	790	4	127	11	812	28	47	906	97	111.29	350.76	1514.33	378.58
800	21	842	4	130	12	866	29.5	49	964	98	129.27	392.69	1700.03	425.01
900	22.5	945	4	135	12.5	970	31.5	52	1074	101	160.17	472.76	2051.21	512.80
1000	24	1048	4	140	13	1074	33.5	55	1184	104	195.99	559.76	2435.03	608.76
1100	26	1152	4	145	13	1178	36.5	59	1296	106	243.76	666.81	2911.00	727.75
1200	28	1256	4	150	13	1282	39	63	1408	108	294.50	783.15	3427.10	856.78



U w a g a : Normalne grubości ścianki stosuje się do rur o ciśnieniu próbnym najwyżej 20 atn, oraz ciśnieniu użytkowym około 10 atn, i przeznaczonych przede wszystkim do przewodów wody.

Dla zwykłego ciśnienia w wodociągach (4-7 atn) oraz dla przewodów o niższym ciśnieniu (przewody gazowe, kanalizacyjne, dla powietrza itp.) dopuszczalnym jest stosowne zmniejszenie grubości ścianki, wzgl. wagi.

Dla przewodów pary wystawionych na znaczniejsze wahania temperatury

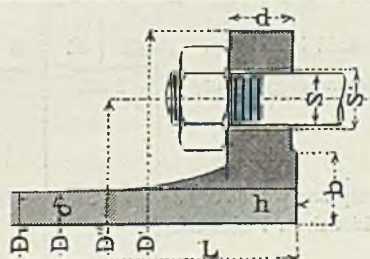


R u r y k o Ń n i e r z o w e																	
R o z m i a r y												W a g a					
wewnętrzna średnica rury D	normalna grubość ścianki $\delta$	zewnętrzna średnica rury D <sup>1</sup>	normalna długość użytkowa L	średnica D'	grubość d	średnica obwodu na śruby D''	szerokość b	wysokość h	liczba A	grubość s	długość l	średnica otworu na śruby S'	koflerza wraz z połączeniem (część podwójnie kreskow.)	1 bież. m rury bez koflerza	całej rury o podanej długości użytkowej	1 bież. m rury włącznie z koflerzem	
																	mm
40	8	56	2	140	18	110	25	3	4	13	1/2	70	15	1.89	8.75	21.28	10.64
50	8	66	2	160	18	125	25	3	4	16	5/8	75	18	2.41	10.57	25.96	12.98
60	8.5	77	2	175	19	135	25	3	4	16	5/8	75	18	2.96	13.26	32.44	16.22
70	8.5	87	3	185	19	145	25	3	4	16	5/8	75	18	3.21	15.20	52.02	17.34
80	9	98	3	200	20	160	25	3	4	16	5/8	75	18	3.84	18.24	62.40	20.80
90	9	108	3	215	20	170	25	3	4	16	5/8	75	18	4.37	20.29	69.61	23.20
100	9	118	3	230	20	180	28	3	4	19	3/4	85	21	4.96	22.34	76.94	25.65
125	9.5	144	3	260	21	210	28	3	4	19	3/4	85	21	6.26	29.10	99.82	33.27
150	10	170	3	290	22	240	28	3	6	19	3/4	85	21	7.69	36.44	124.70	41.57
175	10.5	196	3	320	22	270	30	3	6	19	3/4	85	21	8.96	44.96	151.00	50.33
200	11	222	3	350	23	300	30	3	6	19	3/4	85	21	10.71	52.86	180.00	60.00
225	11.5	248	3	370	23	320	30	3	6	19	3/4	85	21	11.02	61.96	207.89	69.30
250	12	274	3	400	24	350	30	3	8	19	3/4	100	21	12.98	71.61	240.79	80.26
275	12.5	300	3	425	25	375	30	3	8	19	3/4	100	21	14.41	81.85	274.37	91.46
300	13	326	3	450	25	400	30	3	8	19	3/4	100	21	15.32	92.98	308.68	102.89
325	13.5	352	3	490	26	435	35	4	10	22.5	7/8	105	25	19.48	104.08	351.20	117.07
350	14	378	3	520	26	465	35	4	10	22.5	7/8	105	25	21.29	116.07	390.79	130.26
375	14	403	3	550	27	495	35	4	10	22.5	7/8	105	25	24.29	124.04	420.70	140.23
400	14.5	429	3	575	27	520	35	4	10	22.5	7/8	105	25	25.44	136.89	461.55	153.85
425	14.5	454	3	600	28	545	35	4	12	22.5	7/8	105	25	27.64	145.15	490.73	163.58
450	15	480	3	630	28	570	35	4	12	22.5	7/8	105	25	29.89	158.87	536.39	178.80
475	15.5	506	3	655	29	600	40	4	12	22.5	7/8	105	25	32.41	173.17	584.33	194.78
500	16	532	3	680	30	625	40	4	12	22.5	7/8	105	25	34.69	188.04	633.50	211.17
550	16.5	583	3	740	33	675	40	5	14	26	1	120	28.5	44.28	212.90	727.26	242.42
600	17	634	3	790	33	725	40	5	16	26	1	120	28.5	47.41	238.90	811.52	270.51
650	18	686	3	840	33	775	40	5	18	26	1	120	28.5	50.13	273.86	921.84	307.28
700	19	738	3	900	33	830	40	5	18	26	1	120	28.5	56.50	311.15	1046.45	348.82
750	20	790	3	950	33	880	40	5	20	26	1	120	28.5	59.81	350.76	1171.90	390.63
800	21	842	4	1020	36	940	45	5	20	29	1 1/8	130	31.5	76.27	392.69	1723.30	430.83
900	22.5	945	4	1120	36	1040	45	5	22	29	1 1/8	130	31.5	83.14	472.76	2057.32	514.33
1000	24	1048	4	1220	36	1140	45	5	24	29	1 1/8	130	31.5	89.69	559.76	2418.42	604.61
1100	26	1152	4	1340	40	1250	45	5	26	29	1 1/8	140	31.6	118.05	666.81	2903.34	725.84
1200	28	1256	4	1440	40	1350	45	5	28	29	1 1/8	140	31.5	124.86	783.15	3382.32	845.58

I powstałe przez to naprężenia, oraz dla przewodów wystawionych na szkodliwe działanie zewnętrzne, wskazanym jest stosowne powiększenie grubości ścianki wzgl. wagi.

Zewnętrzna średnica rury jest stała; wszelkie zmiany grubości ścianki zmieniają stosownie tylko wewnętrzną średnicę rury. Niezmiennym pozostaje również wewnętrzny kształt kielicha, sposób połączenia z rurą, jako też szerokość szczeliny otworu. W obliczeniu wagi przyjęto ciężar gatunkowy żelaza = 7,25.

Dla rozmieszczenia otworów na śruby przy rurach koflerzowych obowiązują zasadą, że płaszczyzna pionowa przechodzi przez osi rury środkiem odległości pomiędzy 2 otworami na śruby.



Tablica XIII.

Rury lane kołnierzowe (podług V zjazdu)

Średnica wewnętrzna mm rury cali ang.	40 1 1/2	50 2	75 3	100 4	125 5	150 6	175 7	200 8	225 9	250 10
Średnica zewnętrzna rury mm	55	65	91	117	143	169	195	221	247	273
Grubość ścianki . . . . . „	7,5	7,5	8,0	8,5	9,0	9,5	10,0	10,5	11,0	11,5
Średnica kołnierza . . . . . „	150	165	200	235	255	280	315	340	370	395
Grubość kołnierza . . . . . „	19	19	20	21	22	23	24	25	26	27
Średnica wieńca śrub . . . . . „	110	125	150	185	205	230	265	290	320	345
Liczba śrub . . . . . szt.	4	4	4	4	8	8	8	8	8	12
Średnica śruby . . . . . mm	12,5	16	16	19	16	16	19	19	19	19
Średnica otworu na śrubę „	15	19	19	22	19	19	22	22	22	22
Użyteczna długość rury.	2000									
Teoretyczna waga rury kg z dwoma kołnierzami	20,89	25,11	38,33	73,97	94,86	118,29	145,08	172,38	202,80	233,55

Rury lane kielichowe

Średnica wewnętrzna mm rury cali ang.	40 1 1/2	50 2	75 3	100 4	125 5	150 6	175 7	200 8	225 9	250 10	300 12
Średnica zewnętrzna rury . . . . . mm	55	65	91	117	143	169	195	221	247	273	325
Średnica wewnętrzna kielicha . . . . . „	69	79	105	131	157	184	210	236	263	289	342
Grubość ścianki rury „	7,5	7,5	8	8,5	9	9,5	10	10,5	11	11,5	12,5
Głębokość kielicha . . . . . „	62	62	63	64	65	66	67	68	69	70	72
Użyteczna długość rury	2000			3000							
Teoretyczna waga rury kg z kielichem i obręczką	19,50	23,35	50,39	69,56	90,47	113,34	138,26	164,94	193,67	223,73	290,65



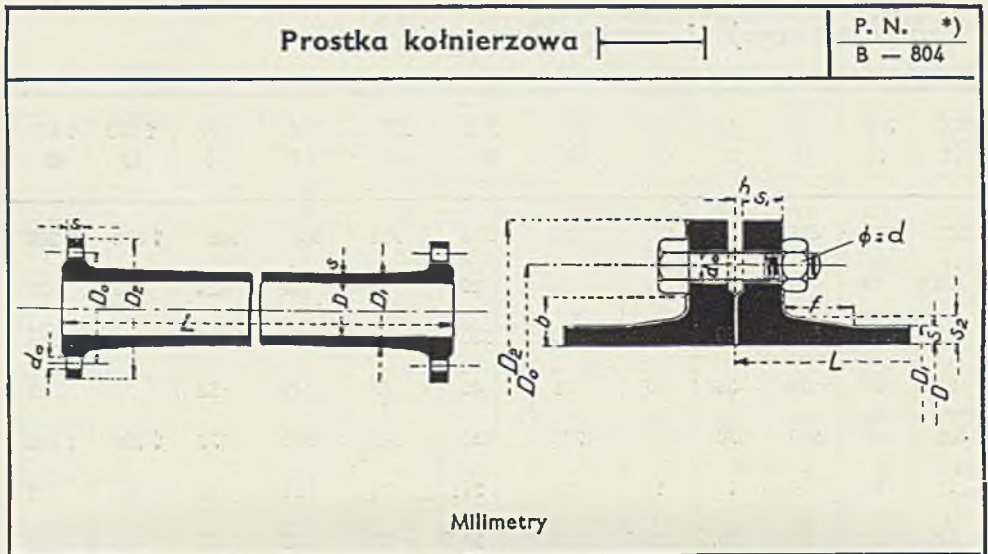
Tablica XIII.

wodociągowego) tj. normy warszawskie

300 12	350 14	400 16	450 18	500 20	600 24	700 28	750 30	800 32	900 36	1 000 40	1 200 48
325	376	428	480	532	636	740	792	844	948	1 052	1 260
12,5	13	14	15	16	18	20	21	22	24	26	30
465	520	570	640	695	800	930	980	1 050	1 160	1 270	1 510
29	31	33	35	37	41	45	47	49	53	57	65
405	460	510	570	625	730	850	900	960	1 070	1 180	1 400
12	12	16	16	16	24	24	24	24	32	32	32
22	22	22	25,5	25,5	25,5	28,5	28,5	32	32	32	38
25	25	25	28,5	28,5	28,5	32	32	35	35	35	41
3 000											
307,40	373,40	455,42	555,19	656,11	881,85	1 162,00	1 303,03	1 473,97	1 808,55	2 183,11	3 081,09

(podług V zjazdu wodociągowego)

350 14	400 16	450 18	500 20	600 24	700 28	750 30	800 32	900 36	1 000 40	1 200 48
376	428	480	532	636	740	792	844	948	1 052	1 260
394	446	499	552	658	763	816	869	974	1 080	1 291
13	14	15	16	18	20	21	22	24	26	30
74	76	78	80	84	88	90	92	96	100	108
3 750										
432,95	531,62	640,40	758,35	1 024,41	1 327,22	1 496,14	1 671,30	2 053,68	2 478,25	3 444,11



D	D <sub>1</sub>	S	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	D <sub>0</sub>	D <sub>2</sub>	b	h	f	d <sub>0</sub>	L	Ś r u b y			Waga kg
												Średnica d		Ilość	
												mm	cale		
40	56	8	18	13	110	150	22	3	52	18	2500	15,9	5/8	4	26
50	66	8	18	14	125	165	25	3	52	18	2500	15,9	5/8	4	33
80	98	9	19	15	160	200	27	3	54	18	3000	15,9	5/8	4	62
100	118	9	20	16	180	220	28	3	55	18	4000	15,9	5/8	8	100
125	145	10	21	16	210	250	30	3	56	18	4000	15,9	5/8	8	135
150	170	10	22	17	240	285	31	3	58	21	4000	19,0	3/4	8	160
200	222	11	23	18	295	340	34	3	60	21	4000	19,0	3/4	12	230
250	274	12	24	20	350	395	35	3	63	21	5000 <sup>1)</sup>	19,0	3/4	12	385
300	326	13	25	21	400	445	35	3	65	21	5000 <sup>1)</sup>	19,0	3/4	12	495
350	378	14	26	22	460	505	40	4	68	21	5000 <sup>1)</sup>	19,0	3/4	16	620
400	430	15	27	24	515	565	40	4	70	25	5000 <sup>1)</sup>	22,2	7/8	16	760
500	532	16	30	26	620	670	42	4	75	25	5000 <sup>1)</sup>	22,2	7/8	20	1 010
600	636	18	33	27	725	780	42	5	80	28	5000 <sup>1)</sup>	25,4	1	20	1 360
700	740	20	33	30	840	895	50	5	85	28	5000 <sup>1)</sup>	25,4	1	24	1 760
800	844	22	36	33	950	1 015	52	5	90	32	5000 <sup>1)</sup>	28,6	1 1/8	24	2 220

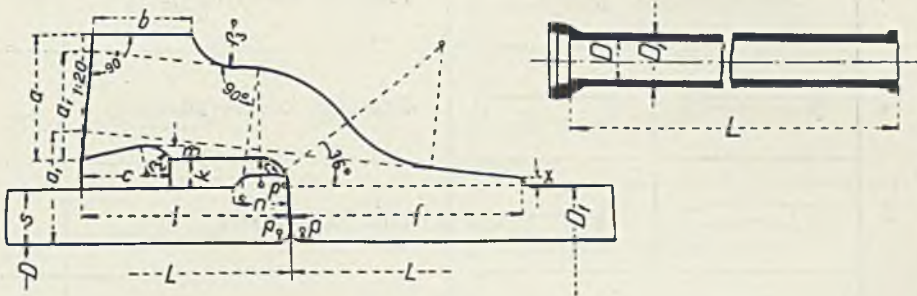
<sup>1)</sup> Dopuszczalne są długości L = 4 000 mm.  
 Uwaga: Waga rur  $\varnothing$  250—800 mm jest obliczona przy długości L = 5 000 mm.

<sup>\*)</sup> „Przedruk dozwolony tylko za zgodą Polskiego Komitetu Normalizacyjnego.  
 Copyright by P. K. N. Warszawa, Rakowiecka 4.”



Prostka kielichowa

P. N. \*)  
B - 803



$r_1 = k$

$r_2 = 0,25 b$

$r_3 = 6 \text{ mm} + 0,02 D$

Millimetry

D	D <sub>1</sub>	s	l	f	k	a	a <sub>1</sub>	c	m	b	x	p	n	L	Waga całej rury w kg
40	56	8	60	63	7	26	21	26	4,5	31	1	3,5	14	2500	25
50	66	8	60	63	7	26	22	26	4,5	31	1	3,5	14	2500	30
80	98	9	60	65	7	27	23	26	4,5	31	1	3,5	14	3000	60
100	118	9	64	66	8	28	23	27	4,5	32	1	3,5	14	4000	96
125	145	10	65	67	8	29	24	27	4,5	32	1	3,5	14	4000	130
150	170	10	66	69	8	30	25	28	4,5	33	1	4	15	4000	155
200	222	11	68	72	8	32	27	29	5	34	1	4	15	4000	225
250	274	12	70	75	9	34	29	30	5	35	1	4	16	5000 <sup>1)</sup>	375
300	326	13	72	78	9	36	30	31	5	36	1,5	4,5	17	5000 <sup>1)</sup>	485
350	378	14	74	81	9	38	32	32	5,5	37	1,5	4,5	18	5000 <sup>1)</sup>	610
400	430	15	76	84	10	40	34	33	5,5	38	1,5	5	18	5000 <sup>1)</sup>	745
500	532	16	80	90	10	44	37	35	5,5	40	1,5	5	20	5000 <sup>1)</sup>	990
600	636	18	84	96	11	48	41	37	6	42	2	5,5	21	5000 <sup>1)</sup>	1 340
700	740	20	88	102	11	52	44	39	6,5	44	2	6	23	5000 <sup>1)</sup>	1 740
800	844	22	92	108	12	56	48	41	6,5	46	2,5	6,5	24	5000 <sup>1)</sup>	2 180
900	948	24	96	114	13	60	51	43	7	48	2,5	7	26	5000 <sup>1)</sup>	2 680
1 000	1 052	26	100	120	13	64	55	45	7	50	2,5	7	27	5000 <sup>1)</sup>	3 230
1 200	1 260	30	108	132	13	72	62	49	7,5	54	3	8	30	5000 <sup>1)</sup>	4 480

<sup>1)</sup> Dopuszczalne są długości L = 4 000 mm.





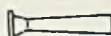

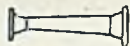

















U w a g a: Waga rur jest obliczona dla  $\varnothing$  250—1 200 mm przy długości L = 5 000 mm

Tablica XV

Znakowanie rur i kształtek wodociąg

	Rysunek	Znak	Nazwa
1			Prostka kielichowa
2			Prostka kołnierzowa
3			Łuk kielichowy
4			Krzywka kielichowa
5			Kolano kołnierzowe
6			Kolano 2-kołnierzowe
7			Kolano kielichowe ze stopką
8			Kolano kołnierzowe ze stopką
9			Trójnik kielichowy
10			Trójnik kołnierzowy
11			Krzyżak kielichowy
12			Krzyżak 2-kołnierzowy
13			Trójnik 3-kołnierzowy



	Rysunek	Znak	Nazwa
14			Krzyżak kołnierzowy
15			Zwężka bosa
16			Zwężka kołnierzowa
17			Zwężka 2-kołnierzowa
18			Zwężka kielichowa
19			Kieliszek
20			Króciec
21			Odwodniak kielichowy
22			Odwodniak kołnierzowy
23			Korek
24			Pokrywa
25			Nasuwka

Wymiary i wagi podane w tablicach **XII**, **XIII** i **XIV**, obowiązują fabryki tylko w przybliżeniu i dopuszczalne są odchylenia w następujących granicach:

## b) Odchylenia w wymiarach i wagach rur.

### 1. Normy niemieckie.

- (1)—Odchylenia w grubości ścianek:  
dla rur prostych 40—100 mm średnicy  $\pm 15\%$   
„ „ „ 125—225 „ „  $\pm 12\%$   
„ „ „ 250—475 „ „  $\pm 11\%$   
„ „ „ 500 mm i wyżej „ „  $\pm 10\%$   
dla kształtek w odpowiednich podwójnych granicach.
- (2)—Odchylenia w wadze:  
dla rur prostych normalnej długości . .  $\pm 5\%$   
„ kształtek zwyczajnych . . . . .  $\pm 10\%$   
„ kształtek o podwójnym rozgałęzieniu  $\pm 15\%$
- (3)—Odchylenie w długości — dopuszczalne jest  
w granicach . . . . .  $\pm 20$  mm.

### 2. Normy polskie.

W rzeczywistości różnica wagi nie powinna przekraczać dla prostek  $\pm 5\%$ ,  
od wagi podanej w tablicy **XIV** — dla kształtek  $\pm 10\%$ .

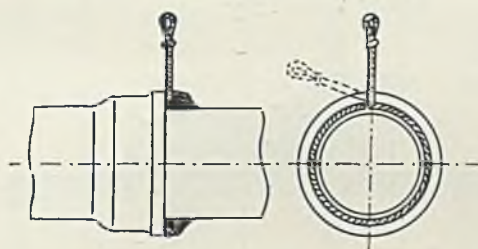


**USZCZELNIANIE POŁĄCZEŃ RUR.**

**a) Uszczelnianie zwykłe rur kielichowych.**

Rury kielichowe są uszczelniane za pomocą smołowanego sznura konopnego i ołowiu.

Uszczelnianie zwykłe wykonywane jest w następujący sposób: koniec rury owija się smołowanym sznurem 1¼ razy, po czym wsuwa się go w kielich rury następnej i płaskim żelazem dokładnie sznur ubija.



Rys. 114

Przed kielichem zakłada się sznur drugi, gruby, w ten sposób, aby zatkał zupełnie otwór rękawa. Ten drugi sznur otacza się pierścieniem z gliny — rys. 114. Następnie sznur wyciąga się ostrożnie do góry, przez co powstaje otwór w glinie połączony z wolną przestrzenią kielicha. Przez otwór ten wlewa się wolno roztopiony ołów tak, aby dokładnie wypełnił całą przestrzeń kielicha przed sznurem.

Zamiast pierścienia z gliny użyć można także pierścienia z lanego żelaza, który się zakłada na rurę przed kielichem.

Ołów, stygnąc, kurczy się a więc trzeba go po ostygnięciu zakuć, aby uszczelnić nie wypełnione luki, a jednocześnie odciąć z rury nadłany pierścień zbędny ołowiu.



Rys. 115

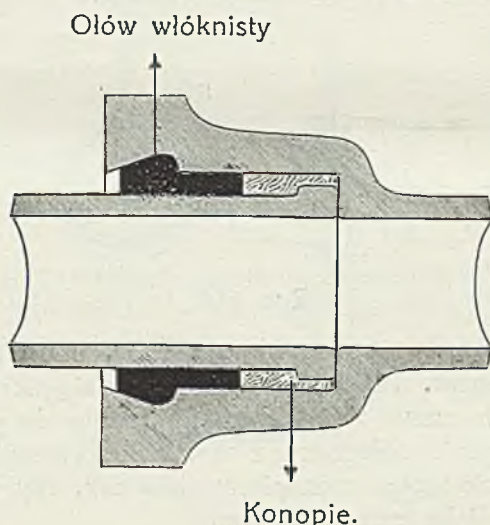
**b) Uszczelnianie wełną ołowianą rur kielichowych.**

Zamiast ołowiu lanego, użyć można do uszczelnienia rury ołowiu chemicznie czystego, w formie wełny, rys. 115.

Wełny ołowianej używa się przeważnie w wykopach mających wodę gruntową. Użycie ołowiu lanego natrafia, w tych przypadkach, na trudności, ponieważ w kielich dostaje się woda, która w zetknięciu z roztopionym ołowiem, zmienia się w parę i ołów z kielicha wyrzuca.

Poza tym do zalet ołowiu włóknistego należą:

- 1 — Niezależność od warunków atmosferycznych, właściwości terenu i miejsca, gdzie odbywać ma się uszczelnienie.
- 2 — Znacznie uproszczona praca, gdyż niepotrzebny jest piecyk i łyżka do topienia ołowiu; oszczędność na czasie robotnika i jego bezpieczeństwo, gdyż wykluczone jest poparzenie się przez niezręczne wylewanie ołowiu.
- 3 — Oszczędność, gdyż ołowiu włóknistego wystarcza mniejsza ilość niż lanego, a przy tym nie ma strat, jakie powstają przez przepalanie ołowiu.



**Rys. 116**

Na **rys. 116** przedstawiony jest kielich uszczelniony za pomocą ołowiu włóknistego, co wykonywuje się w sposób następujący:

1. Kielich zatyka się najpierw sznurem konopnym, który powinien być suchy i biały, a nie smołowany, jak przy uszczelnianiu ołowiem lanym. Wolna część kielicha powinna być mniejsza od uszczelnionej sznurem.

2. Następnie bierze się splot ołowiu włóknistego i skręca się go w rękach tak długo, aż zmieści się w otwór kielicha, po tym skręca się go dokoła rury i uszczelnia mocno i dokładnie za pomocą odpowiedniego uszczelniacza. Czynność tę powtarza się przy każdej nowej warstwie ołowiu, aż cały kielich się wypełni.

3. Głównym warunkiem dobrego uszczelniania jest, aby pierwsze kilka pierścieni miękkiego ołowiu włóknistego były silnie i dokładnie uszczelnione, gdyż w ten sposób uzyskuje się zbitą, jednolitą masę, która daje gwarancje zupełnie pewnego uszczelnienia.



Na tablicy XVI przedstawiono zużycie materiałów potrzebnych do uszczelnienia 1 kielicha rur różnych średnic, wykonanego jednym i drugim sposobem.

Tablica XVI.

Zużycie materiałów do uszczelnienia 1 kielicha.

Średnica mm	Grubość pierścienia ołowiu lanego mm	Ciężar ołowiu lanego kg	Grubość pierścienia ołowiu kutego mm	Ciężar ołowiu kutego kg	Ciężar sznura konopnego kg
60	35	0.730	30	0.550	0.073
80	40	1.080	30	0.790	0.105
100	40	1.380	30	1.000	0.135
125	45	1.700	30	1.280	0.170
150	45	2.140	35	1.600	0.214
175	45	2.460	35	1.850	0.246
200	45	2.970	35	2.230	0.297
225	50	3.670	35	2.750	0.367
250	50	4.300	35	3.230	0.430
275	50	4.690	35	3.520	0.469
300	50	5.090	35	3.820	0.509
325	50	5.160	40	3.870	0.516
350	50	5.530	40	4.150	0.553
375	50	6.640	40	4.980	0.664
400	50	7.460	40	5.690	0.746
425	50	7.890	40	5.920	0.789
450	50	8.330	40	6.250	0.833
475	50	8.770	40	6.580	0.877
500	55	10.130	40	7.580	1.013
550	55	11.700	40	8.780	1.170
600	55	13.330	40	9.980	1.333
650	55	14.400	40	10.800	1.440
700	55	15.800	40	11.630	1.550
750	60	17.400	40	13.050	1.740
800	60	20.200	40	15.150	2.020
900	60	24.700	45	18.530	2.470
1000	65	29.200	45	21.900	2.920
1100	65	34.000	50	25.500	3.400
1200	65	39.000	50	29.250	3.900

### c) Uszczelnianie rur kołnierzowych.

Rury łączone na kołnierze otrzymują następujące uszczelnienie:

Płaszczyzny styku kołnierza są obtoczone dokładnie w płaszczyźnie prostopadłej do osi rury. Pomiędzy dwa sąsiednie kołnierze wkłada się pierścień uszczelniający i ściągga kołnierze silnie za pomocą 4 do 28 śrub zależnie od średnicy rur. Pierścienie uszczelniające są wykonane z azbestu, owiniętego siatką miedzianą, z gumy otoczonej płótnem lub gumy, mającej wkładkę płócienną w środku, wreszcie z prążkowanej blachy miedzianej lub ołowianej.

Najlepszą szczelność daje wkładka gumowa, która posiada jeszcze tę zaletę, że da się kilkakrotnie użyć.

Dr. K. Pomianowski w swojej pracy przytacza zdanie Luegera, że przy uszczelnianiu rur kołnierzowych układanych w ziemi, pierścień gumowy nie powinien być na zewnątrz owinięty płótnem, gdyż z powodu osmozy nastąpić może wymiana wody gruntowej z wodą wodociągową i tą drogą mogłyby się dostać bakterie z wody gruntowej do wody wodociągowej.





## ROZDZIAŁ 3.

### UKŁADANIE RUR W ZIEMI.

W zwykłej ziemi rury układa się bez podsypki żwirowej, wprost w wykopie, na głębokości najmniejszej 1,5 m od powierzchni ziemi, aby w okresie mrozów woda w nich nie zamarzała.

W terenie mało wytrzymałym rury układa się na podsypce żwirowej, przez co osiąga się więcej jednostajny rozkład ciężaru rury na większą powierzchnię ściślejszą. W torfach, w hałdach żużlu, śmiecia lub popiołu, należy otoczyć rurę materiałem jałowym, np. piaskiem lub gliną, przez co zabezpiecza się ją od szkodliwego działania kwasów humusowych. Bardzo szkodliwy dla rur jest miął dymnicowy (lesz).

Wykop, zależnie od spoistości gruntu, wykonywa się na szerokość od 60 cm do 40 cm + średnica rury.

Jeżeli grunt jest zwęzły i wykop znajduje się z dala od budynków murywanych, to nie potrzeba go rozpiierać, gdyż nie ma obawy zawalenia jego ścian.

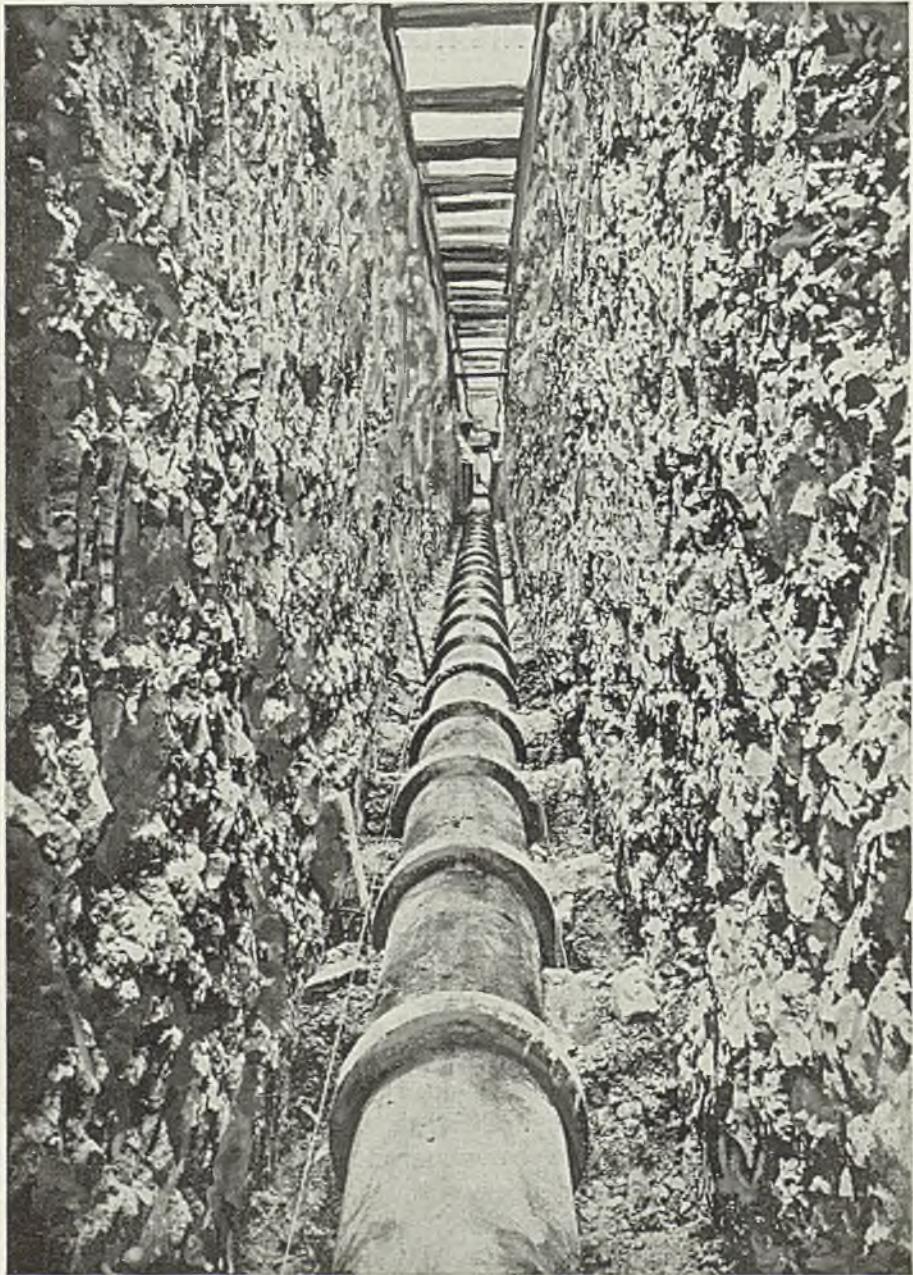
Jeżeli grunt jest mało zwęzły, to wówczas szerokość wykopu na dole wykonywujemy jak wyżej, natomiast szerokość na górze zwiększamy do 1,5 m przez co otrzymujemy ścianki o dostatecznej pochyłości, zabezpieczającej od obsypywania się ziemi.

W gruncie niespoistym trzeba często wykop rozeprzeć, a w przypadkach obfitego dopływu wody gruntowej należy bić ściany szczelne; gdy wody jest mało, to należy ją odlewać wiadrami, jeżeli zaś to nie wystarcza, należy zastosować pompę „Diafragma“, o ile jest taka do dyspozycji.

W miejscach raptownej zmiany kierunku rurociągu odnośna kształtka jest napierana przez strumień wody. Ciśnienie to może spowodować w rurociągu ułożonym z rur kielichowych wysunięcie się kształtki z kielicha. Aby temu zapobiec, kształtkę taką należy na zewnątrz obetonować, albo grunt wzmocnić jakąś płytką kamienną itp.

Rurociąg ułożony na pewnej długości, najczęściej pomiędzy 2 zasuwami, czy studzienkami rewizyjnymi, przed zasypaniem powinien być poddany próbie hydraulicznej, o czym jest mowa w Rozdziale 6 niniejszej części.

Kiedy rurociąg znajduje się pod ciśnieniem, poddaje się go jeszcze próbie na uderzenia młotkiem. Rury pod uderzeniem pękają, jeżeli mają jakieś rysy niewidoczne. Rury zasypuje się częściowo i warstwami około 20 cm grubości, które ubija się za pomocą specjalnych ubijaków.

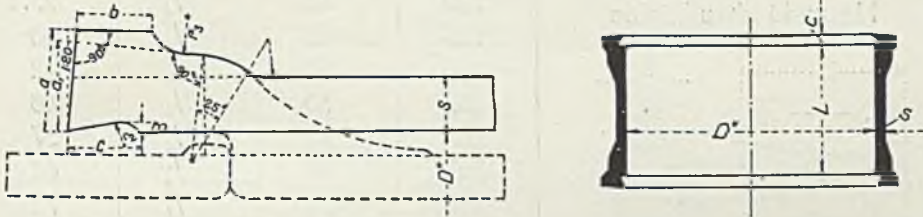


CHEŁM  
RUROCIĄG UŁOŻONY W KREDZIE  
NA GŁĘBOKOŚCI 10 METRÓW



**NAPRAWA PĘKNIĘTYCH RUR.**

Tablica XVII. Żeliwne rury wodociągowe według norm polskich



Nasuwka

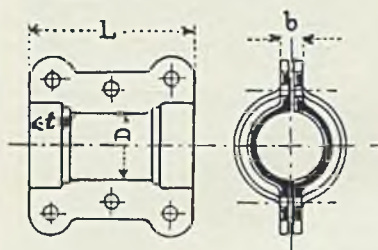
Średnica normalna D	Średnica wewnętrzna D''	Grubość ścianki s	Długość L	Głębokość c	Waga
mm					kg
40	70	9.5	208	26	6
50	80	9.5	208	26	7
80	112	11	218	26	13
100	134	11	216	27	16
125	161	12	221	27	22
150	186	12	224	28	24
200	238	13	232	29	34
250	292	14.5	240	30	46
300	344	15.5	248	31	59
350	396	17	256	32	75
400	450	18	264	33	90
500	552	19	280	35	120
600	658	21.5	296	37	180
700	762	24	312	39	240
800	868	26.5	328	41	310
900	974	29	344	43	390
1 000	1 078	31	360	45	480
1 200	1 286	36	392	49	710

Uwaga. „Przedruk dozwolony tylko za zgodą Polskiego Komitetu Normalizacyjnego. Copyright by P. K. N. Warszawa, Rakowiecka 4”.

**Tablica XVIII. Kształtki do rur kielichowych według norm niemieckich**

Rodzaj kształtki	Średnica rury mm	Rozmiar	Grubość śrub w ang. calach	Waga kg
	40	37	$\frac{5}{8}$	13.5
	50	42	$\frac{5}{8}$	15.0
	60	46	$\frac{5}{8}$	18.0
	70	46	$\frac{5}{8}$	20.5
	80	46	$\frac{3}{4}$	23.5
	90	46	$\frac{3}{4}$	25.0
	100	46	$\frac{3}{4}$	27.5
	125	47	$\frac{3}{4}$	33
	150	50	$\frac{3}{4}$	42
	175	50	$\frac{3}{4}$	48
	200	52	$\frac{3}{4}$	57
	225	52	$\frac{3}{4}$	62
	250	55	$\frac{3}{4}$	72
	275	58	$\frac{7}{8}$	81
	300	58	$\frac{7}{8}$	94
	325	58	$\frac{7}{8}$	106
	350	60	$\frac{7}{8}$	120
	375	60	$\frac{7}{8}$	134
	400	60	$\frac{7}{8}$	145
	425	64	$\frac{7}{8}$	160
	450	64	$\frac{7}{8}$	175
	475	68	$\frac{7}{8}$	190
	500	70	1	205

Nasuwki dwudzielne



$$L = 4t$$

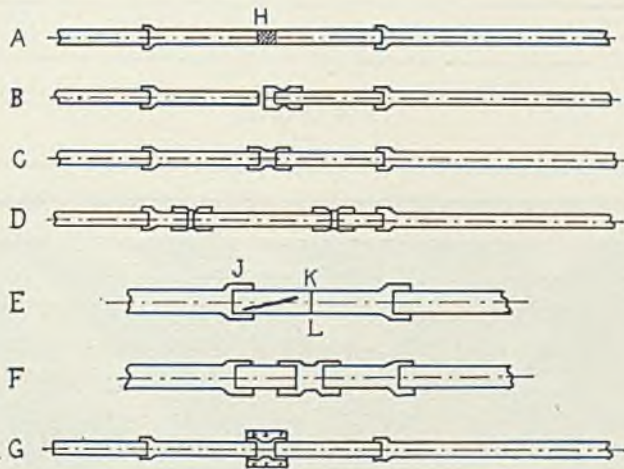
Pęknięcie rury może powstać z różnych powodów, a więc rura może być rozsadzona przez lód po zamrożeniu wody, uderzenia mechaniczne, przeżarcie ścianki wywołane przez korozję (rdzewienie) i inne powody.

Po ujawnieniu na rurze miejsca pękniętego badamy jego charakter. Jeżeli jest ono poprzeczne i mieści się w granicach długości nasuwek niedzielonych, to wycinamy kawałek tej rury z pęknięciem i zakładamy w to miejsce odpowiednią nasuwkę.

○ ile zaś pęknięcie jest dłuższe od nasuwki, to należy wyciąć kawałek rury z tym pęknięciem i wstawić kawałek nowej rury, łącząc go z przewodem dwoma nasuwkami niedzielonymi, względnie jedną, jeżeli obcinaliśmy bosy koniec rury.

Na **tablicy XVII** podane są nasuwki niedzielone według norm polskich, a na **tablicy XVIII** nasuwki dzielone według norm niemieckich, używane wówczas, jeżeli naprawę można skutecznie bez wycinania pękniętego kawałka rury.





Rys. 117

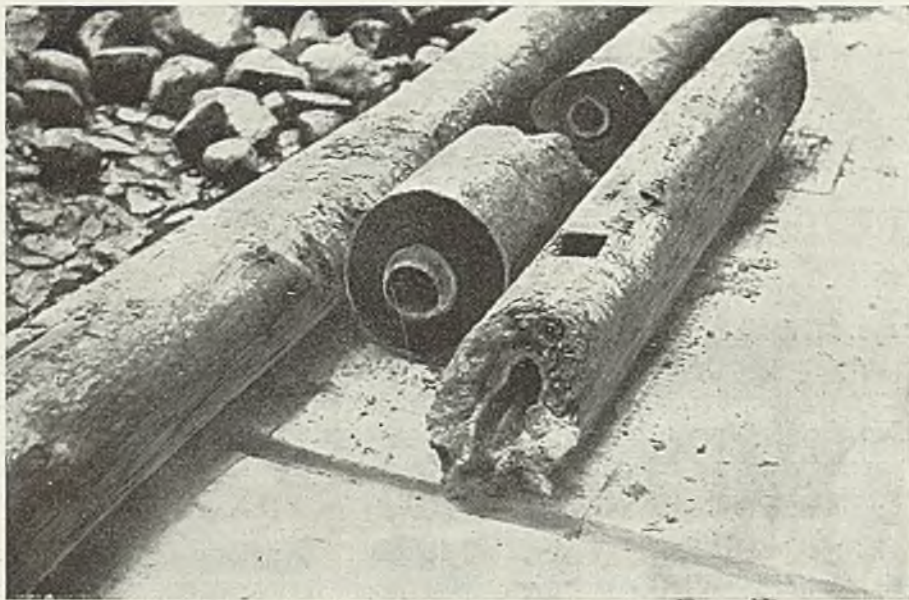
Na **rys. 117A** na rurze kielichowej środkowej literą **H** oznaczony jest kawałek rury z pęknięciem, który należy wyciąć. Pierścień ten powinien być dłuższy od kielicha, aby można było przez to miejsce nasunąć na jeden koniec obciętej rury nasuwkę niedzieloną — **rys. 117B**. Następnie nasuwkę tę przesuwamy na miejsce wyjątego wycinka rury — **rys. 117C**, i z obu stron uszczelniamy wiadomym sposobem.

Jeżeli rura jest pęknięta w dwóch miejscach i pęknięcia są podłużne tak długie, że nasuwka jest za krótka, wreszcie jeżeli chcemy naprawę wykonać szybciej, tj. przez dwóch robotników, a nie chcemy całej rury wymieniać, co jest rzeczą trudniejszą i kosztowniejszą, to wówczas ucinamy dłuższy kawałek rury bez naruszenia jej połączeń z obu stron, następnie na oba końce pozostałe nakładamy nasuwki i wreszcie wstawiamy kawałek nowej rury, po czym nasuwki przesuwamy na styki i uszczelniamy jej kielichy wiadomym sposobem — **rys. 117D**.

Na **rys. 117E** uwidocznione jest długie pęknięcie od strony bosego końca rury środkowej. Aby rurę naprawić, obcina się jej koniec według linii **KL**, po czym wyjmuje się ją z kielicha **I**; na pozostały koniec rury nasuwa się nasuwkę całkowicie, po czym wstawia się w kielichu **I** kawałek nowej rury o długości mniejszej od wyjątego o głębokość kielicha, a następnie uszczelniamy ją w tym kielichu; gdy to już jest zrobione przesuwamy nasuwkę na miejsce połączenia, aby ją z kolei uszczelnić, **rys. 117F**. Takie połączenie można także wykonać za pomocą nasuwki dzielonej — **rys. 117G**.

Kawałki pękniętych rur kołnierzowych wymienia się w podobny sposób. Wymiana całej rury kołnierzowej nie natrafia na trudności.

Natomiast gdy chcemy wymienić całą rurę kielichową, musimy wówczas odkopać przynajmniej 5 rur, następnie wyjąć uszczelnienia, po czym ostrożnie podnosić wszystkie razem, odpowiednio je podpierając, aż rura pęknięta wysunie się z kielichów. Wówczas wstawia się nową rurę tej samej długości po czym wszystkie rury opuszczamy razem do jednej linii prostej, a następnie kolejno każdy kielich uszczelniamy.



---

---

RURY WODOCIĄGOWE WYKONANE Z PRZEŚWIDROWANYCH PNI SOSNOWYCH WYKOPANE W KALISZU W ROKU 1935. RURY TE SĄ SZCZĄTKAMI WODOCIĄGU Z ROKU 1540.

ŚWIADCZY TO O WYSOKIEJ KULTURZE M. KALISZA W DAWNYCH WIEKACH.



ZASUWY.

Zasuwy służą do zamknięcia przepływu wody w rurociągu, względnie na jakimś jego odcinku.

Rozmieszcza się je w taki sposób, aby każdy odcinek rurociągu (sieci) można było oddzielnie zamknąć i wyłączyć z sieci.

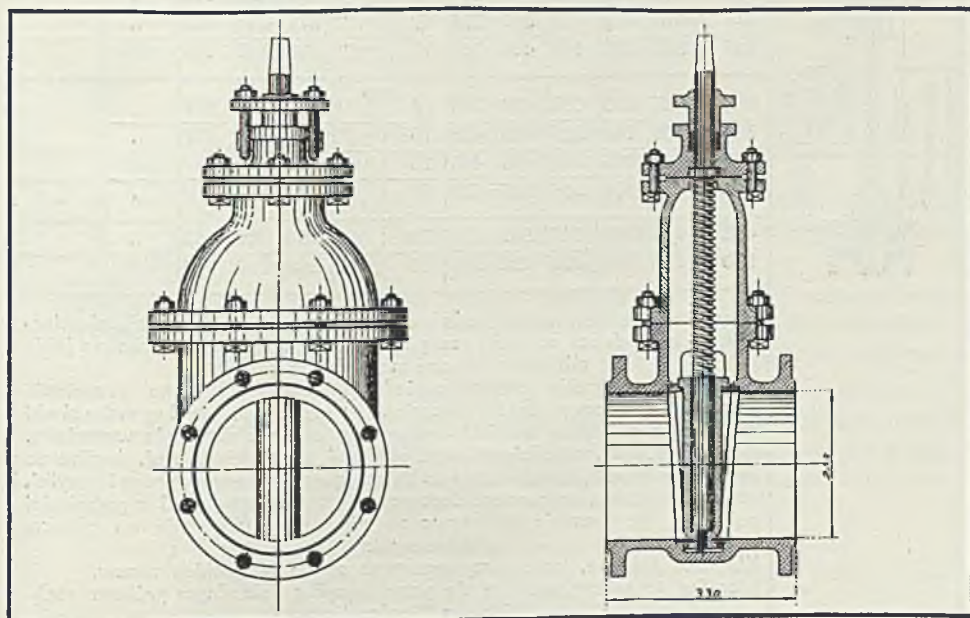
Zasuwy są zakończone kielichem lub kołnierzem. Typ zakończony kołnierzem jest używany częściej, a ponad 12 atm używa go się wyłącznie.

W zasuwie częścią zamykającą jest klin, który się zaciska pomiędzy odpowiednio wyrobione i dokładnie wytoczone dwie powierzchnie styku. Klin jako też obie powierzchnie styku, są wyłożone brązem w tym celu, aby nie podlegały rdzewieniu. Przez klin przechodzi nagwintowany trzpień mosiężny, przez obrót którego klin uzyskuje ruch do góry lub w dół, powodując otwarcie lub zamknięcie przepływu wody.

Jeżeli zasawa stoi na rurociągu nie przykrytym ziemią, np. w studziencie i dostęp do niej jest wolny, wówczas zakłada się na trzpieniu zasawy kółko ręczne. Jeśli zasawa leży pod ziemią, wówczas trzpień jest wyprowadzony pod powierzchnię ziemi i na końcu zaopatrzonej czworokątną nasadą, służącą do założenia klucza. Dla ochrony trzpienia przed zasypaniem ziemią otacza się go pionową rurą żelazną, zaś samą nasadę klucza kryje się za pomocą skrzynki żelaznej ułożonej równo z powierzchnią ziemi.

Dla orientacji podane są **tablice XIX, XX i XXI**, najczęściej stosowanych typów zasaw do wody ze wskazaniem ich rozmiarów.

*Zasuwy Angielskie*



Rys. 117

Tablica XIX.

**Zasuwy do wody i gazu owalne normalnej budowy kołnierzowe wzgl. kielichowe**

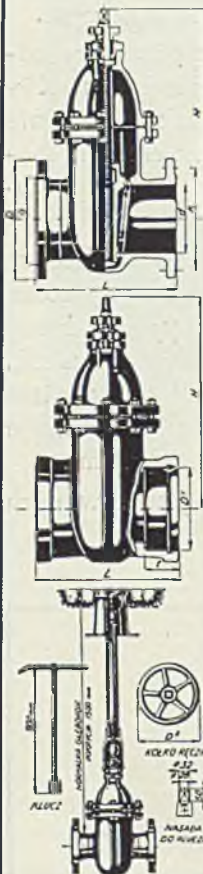
**I. Wykonanie dla wody:**

Kadłub, serce (klin) oraz dławnice z żeliwa, natomiast wrzeciono z nakrętką oraz pierścienie uszczelniające ze specjalnego brązu.

**II. Wykonanie dla gazu:**

Kadłub, serce (klin), dławnice oraz płaszczyzny uszczelniające żelwne, wrzeciono z nakrętką ze stali.

Na życzenie dostarczane są powyższe zasuwy z kółkiem ręcznym wzgl. z kompl. obudowaniem.



Średnica przełotu d-mm	W y m i a r y										
	kadłub		kołnierz					kielich			kółko ręczne
	L	H	D	K	g	Ilość otwor.	Śru- ba	d	D <sup>1</sup>	t	D <sup>2</sup>
25	150	260	110	90	70	4	1/2"	25	50	68	140
30	180	270	120	100	80	4	1/2"	30	59	71	140
40	240	280	150	110	90	4	5/8"	40	69	74	170
50	250	290	165	125	102	4	5/8"	50	80	77	„
60	260	300	180	140	112	4	5/8"	60	91	80	„
70	270	330	190	150	122	4	5/8"	70	101	82	225
80	280	350	200	160	132	4	5/8"	80	112	84	„
90	290	380	210	170	142	4	5/8"	90	122	86	„
100	330	400	220	180	156	8	5/8"	100	133	88	„
125	350	460	250	210	180	8	5/8"	125	159	91	280
150	360	520	285	240	210	8	3/4"	150	185	94	„
175	375	570	320	270	240	8	3/4"	175	212	97	„
200	400	630	340	295	260	12	3/4"	200	238	100	360
225	425	670	370	325	285	12	3/4"	225	263	100	„
250	450	720	395	350	310	12	3/4"	250	291	103	„
275	475	770	420	375	335	12	3/4"	275	316	103	„
300	500	830	445	400	360	12	3/4"	300	343	105	400
(325)	525	890	475	430	395	16	3/4"	325	368	105	„
350	550	940	505	460	420	16	3/4"	350	395	107	„
(375)	575	1000	540	490	445	16	3/4"	375	420	107	500
400	600	1070	565	515	470	16	7/8"	400	447	110	„
450	650	1160	615	565	520	20	7/8"	450	499	112	„
500	700	1260	670	620	580	20	7/8"	500	552	115	640

Przy zamówieniach należy podać według jakich norm (polskich, niemieckich — nowych lub starych) mają być wiercone kołnierze, oraz na jakie ciśnienie robocze mają służyć zasuwy.

Normalnie wszystkie zasuwy posiadają lewy gwint na wrzeciono i zamykają się przy obrocie wrzeciona w prawo, według wskazówki zegara, na co należy zwrócić uwagę, aby uniknąć skręcenia wrzeciona. OBUDOWANIE, składające się z okrągłej skrzynki ulicznej, drążka do przedłużenia wrzeciona, nasady do klucza, pierścienia wodzącego i baryłki, oraz rury i klosza ochronnego dostarcza się normalnie dla 1,5 m głębokości pokrycia. Na życzenie wykonywa się również obudowanie na głębsze lub płytsze pokrycie.

KLUCZE żelazne, kute, przystosowane są do wszystkich zasuw. Wszelką armaturę poddaje się przed wysyłką dokładnym próbom technicznym i hydraulicznym.



Tablica XX.

Zasuwy do wody i gazu płaskie krótkiej budowy kołnierzone

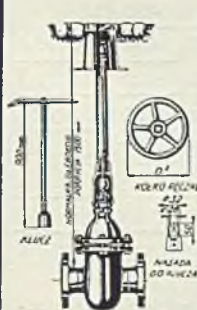
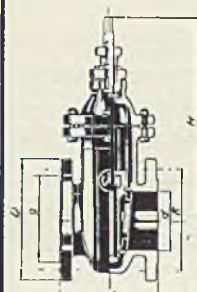
I. Wykonanie dla wody:

Kadłub, serce (klin), oraz dławnice z żeliwa, natomiast wrzeciono z nakrętką oraz pierścienie uszczelniające ze specjalnego brązu.

II. Wykonanie dla gazu:

Kadłub, serce, (klin), dławnice oraz płaszczyzny uszczelniające żeliwne, wrzeciono z nakrętką ze stali.

Na żądanie dostarczane są powyższe zasuwy z nasadą do klucza, z kółkiem ręcznym, wzgl. obudowaniem.



Średnica przełotu d-mm	Wymiary							
	kadłub		kołnierz					kółko ręczne
	L	H	D	K	g	ilość otwor.	śruba	D <sup>2</sup>
40	140	260	150	110	90	4	5/8	140
50	150	270	165	125	102	4	5/8	140
60	160	300	180	140	112	4	5/8	140
70	170	330	190	150	122	4	5/8	170
80	180	350	200	160	132	4	5/8	170
90	185	380	210	170	142	4	5/8	170
100	190	400	220	180	156	8	5/8	170
125	200	460	250	210	180	8	5/8	170
150	210	520	285	240	210	8	3/4	225
175	220	570	320	270	240	8	3/4	225
200	230	630	340	295	260	12	3/4	225
250	250	730	395	350	310	12	3/4	280
300	270	890	445	400	360	12	3/4	280
350	290	940	505	460	420	16	3/4	360
400	300	1070	565	515	470	16	7/8	360
450	330	1160	615	565	520	20	7/8	400

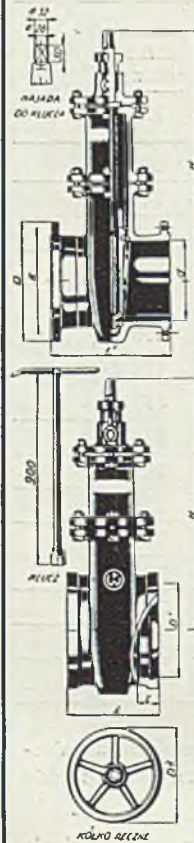
Przy zamówieniach należy podać według jakich norm (polskich, niemieckich — nowych lub starych) mają być wiercone kołnierze, oraz na jakie ciśnienie robocze mają służyć zasuwy.

Normalnie wszystkie zasuwy posiadają lewy gwint na wrzecionie i zamykają się przy obrocie wrzeciona w prawo, według wskazówek zegara, na co należy zwrócić uwagę, aby uniknąć skręcenia wrzeciona.

OBUDOWANIE, składające się z okrągłej skrzynki ulicznej, drążka do przedłużenia wrzeciona, nasady do klucza, pierścienia wodzącego i baryłki, oraz rury i kłosa ochronnego, dostarczane jest normalnie dla 1,5 m głębokości pokrycia. Na życzenie wykonywa się również na głębsze lub płytsze pokrycie.

KLUCZE żelazne, kute, przystosowane są do wszystkich zasuw. Wszelką armaturę poddaje się przed wysyłką dokładnym próbom technicznym i hydraulicznym.

**Tablica XXI. Zasuwy do wody i gazu, prostokątne, typu ciężkiego, kołnierzone wzgl. kielichowe**



**I. Wykonanie dla wody:**

Kadłub, serce (klin) oraz dławnice z żeliwa, natomiast wrzeciono z nakrętką oraz pierścienie uszczelniające ze specjalnego brązu.

**II. Wykonanie dla gazu:**

Kadłub, serce, (klin) dławnice oraz płaszczyzny uszczelniające żelwne, wrzeciono z nakrętką ze stali.

Powyższe zasuwę zaleca się szczególnie stosować:

1. pod jezdniami o silnym obciążeniu ruchem kołowym,
2. w trudnych warunkach klimatycznych (niskie temperatury),
3. przy niekorzystnych warunkach ziemnych.

Na żądanie dostarczane są powyższe zasuwę z kółkiem wzgl. nasadą do klucza.

Średnica przełotu d-mm	Wymiary										
	kadłub			kołnierz				kielich			kółko
	L	L <sup>1</sup>	H	D	K	Ilość otwor.	Śru-ba	d	D <sup>1</sup>	t	D <sup>2</sup>
40	222	222	300	150	110	4	5/8	40	69	60	225
50	230	240	345	165	125	4	5/8	50	79	60	225
60	235	260	395	180	140	4	5/8	60	89	60	225
70	240	275	435	190	150	4	5/8	70	99	60	225
80	240	290	480	200	160	4	5/8	80	112	60	225
90	245	310	520	210	170	4	5/8	90	122	60	225
100	248	330	565	220	180	8	5/8	100	134	64	280
125	260	355	605	250	210	8	5/8	125	162	65	280
150	272	380	650	285	240	8	3/4	150	186	66	280
175	290	396	705	320	270	8	3/4	175	212	66	280
200	312	412	755	340	295	12	3/4	200	238	68	360
250	312	424	855	395	350	12	3/4	250	292	70	400
300	320	440	945	445	400	12	3/4	300	344	72	400
350	338	470	1130	505	460	16	3/4	350	396	74	400
400	—	500	1165	565	515	16	7/8	—	—	—	500
450	—	520	1390	615	565	20	7/8	—	—	—	500

Zastrzeżono ewentl. zmiany konstrukcyjne.

Przy zamówieniach należy podać według jakich norm (polskich, niemieckich — nowych lub starych) mają być wiercone kołnierze, oraz na jakie ciśnienie robocze mają służyć zasuwę.

Normalnie wszystkie zasuwę posiadają lewy gwint na wrzecionie i zamykają się przy obrocie wrzeciona w prawo, według wskazówki zegara, na co należy zwrócić uwagę, aby uniknąć skręcenia wrzeciona.

OBUDOWANIE dostarczane jest na specjalne życzenie.

KLUCZE żelazne, kute, przystosowane są do wszystkich zasuw.

Wszelką armaturę poddaje się przed wysyłką dokładnym próbom technicznym i hydraulicznym.



### UTRZYMANIE SPRAWNOŚCI RUROCIĄGÓW.

#### a) Przyczyny powodujące zmniejszenie sprawności przewodów wodociągowych.

Na wydajność żurawi ma z jednej strony wpływ ciśnienie wody, znajdującej się w przewodach rozprowadzających, zależne czy to od wysokości dna zbiornika nad główką szyn stacyjnych (tj. tak zwanego naporu wody), czy też od ciśnienia powietrza w zbiornikach hydroforowych, z drugiej zaś strony — wydajność ta zależy także od średnicy rurociągu, czyli od wielkości oporu w przewodach, który znów warunkowany jest stanem powierzchni wewnętrznej rur, długością oraz ilością i jakością kształtek, znajdujących się w danym rurociągu.

W okresie eksploatacji stacji wodnej, istnieje możliwość przeprowadzenia takich robót konserwacyjnych, które pozwalają utrzymywać rurociągi w stanie sprawności; nie mamy jednak możliwości zwiększenia ciśnienia wody w przewodach, bez przebudowy urządzeń.

Rurociągi ułożone w czasie budowy stacji wodnej, po kilkunastu lub kilkudziesięciu latach pracy przestają odpowiadać wymaganiom pod względem wydajności odbiorników, ponieważ ich średnica wewnętrzna zmniejsza się z powodu narastania na ścianach, czy to namułu, czy też krystalizujących się składników mineralnych (soli), czy wreszcie narośli o charakterze korozji. Termin korozja w medycynie oznacza przeżarcie tkanek, a w technice określa proces chemiczny, jakiemu ulegają metale.

O przyczynach korozji w przewodach wodociągowych pisze inż. Tadeusz Kielanowski w miesięczniku „Gaz, Woda i Technika Sanitarna“ w nr. 9 z roku 1938, między innymi, co następuje:

„Korozja w stosunku do przewodów wodociągowych przyjmować może najrozmaitsze formy, zawsze jednak niebezpieczne dla właściwej ciągłości pracy. Przewód wodociągowy narażony jest na procesy nagryzające zarówno od wewnątrz, jak od zewnątrz, a skutki i charakter uszkodzeń, wynikające z procesów korozyjnych, są różne.

Korozja wewnętrzna rurociągu zasadniczo nie występuje przy każdej wodzie, tam zaś gdzie ona ma miejsce, procesy zachodzący mogą z różną szybkością i z różnym wynikiem. Ten rodzaj korozji przewodów od wewnątrz na ogół zachodzi powoli i wymyka się spod obserwacji kierownictwa wodociągu, do wnętrza bowiem przewodów nie zagląda się prawie zupełnie, lub tylko przypadkowo, a wielkość procesów korozji stwierdzić można dopiero z biegiem czasu.

Skutki te wyrażają się przede wszystkim w powolnym zarastaniu przekroju rury produktami korozji, co w następstwie powoduje wzrost oporów i spadek ciśnienia w sieci. Znacznie rzadsze są wypadki, że oprócz powol-

nego i stałego zarastania przekroju rury, woda wodociągowa powoduje przegrzanie jej ścianki.

Zjawisko takie istotnie jest możliwe i czasem zachodzi, lecz nie jest powszechne, ponieważ przy dzisiejszym stanie wiedzy, tego rodzaju woda z pewnością bez pozbawienia jej własności korozyjnych nie zostałaby do przewodów wprowadzona...

Sprawa wyjaśnienia przyczyn korozji rurociągów, umieszczonych w glebie, od dawna interesowała techników, którzy też przeprowadzali na mniejszą, czy większą skalę badania i obserwacje tego zjawiska.

Badania szły w kierunku określenia przyczyn zachowania się przewodów w różnych rodzajach gleb, oraz oceny, jaki wpływ ma sam materiał rury na szybkość procesów korozji.

Próby te, choć przeprowadzone sumiennie i z dużym nakładem pracy, jako kłopotliwe i kosztowne nie mogły być na szerszą skalę dokonywane przez poszczególne osoby, czy choćby zakłady wodne i gazowe. Kwestią tą zainteresowało się amerykańskie Bureau of Standards, które przeprowadziło w tym kierunku szereg badań z nakładem dużych środków materialnych i na wielką skalę.

W tym celu w r. 1922 zakopano 14 000 odcinków rurociągów o średnicy 152 mm w 46 rozmaitych miejscach o różnej glebie.

Kawałki te były fragmentami rur z różnego rodzaju stali i żeliwa. Zakopano po 5 rur razem i co 2 lata pobierano z nich próbki. Rezultaty prób wykazały przede wszystkim, że materiał z jakiego były wykonane odcinki rur, nie odgrywał większej roli.

Próbki, zarówno rur stalowych, jak żeliwnych, pobrane z tych samych miejsc, wykazały analogiczne zmiany. Duże różnice w przebiegu procesu korozji były w zależności od miejsca zakopania próbki.

Natomiast stwierdzono, że niejednokrotnie stopień skorodowania (tj. powstałej korozji) bynajmniej nie pokrywał się ze spodziewanym przebiegiem, jakiego by oczekiwać należało, opierając się na badaniach chemicznych i fizycznych gruntu“.

Dla wyjaśnienia powodów tworzenia się osadów (kamienia) w rurociągach, wskazać można tutaj, w ogólnym bardzo zarysie, że w okresie pierwszych kilku lat powłoka smołowcowa (asfaltowa) rury wraz z warstwą utwardzoną na powierzchni wewnętrznej i zewnętrznej rury żeliwnej — tak zwanym naskórkem odlewniczym — częściowo chronią rurę przed tworzeniem się korozji, lecz po uszkodzeniu powłoki asfaltowej, korozja szybko następuje.

Również niektóre rodzaje wód, posiadających wiele składników lub zawiesin organicznych (np. wody z błot, jezior i mokrych łąk), sprzyjają tworzeniu się w rurach tak zwanych żelazobakterii.



Drobnoustroje te, w pewnych warunkach dla siebie dogodnych, szybko się rozwijają i rozmnażają, tworząc pewnego rodzaju zawlesiny, osadzające się na ścianach rury i powodujące gniazda narośli oraz chropowatość ścian.

Stwierdzając powyższy stan rzeczy, należy zapoznać się ze sposobami oczyszczania rurociągów z osadów, gdyż to jest konieczne dla zachowania sprawności i wydajności rurociągów.

Ogólnie biorąc, średnie i mniejsze stacje wodne, a zwłaszcza stacje wodne nieczynne, które służą jako zapasowe, posiadają rurociągi stare, nie wymieniane od czasu ich budowy.

Po kilkudziesięciu latach, przewody te są dość znacznie zarośnięte, wobec czego, aby przepuścić dawniej ustaloną ilość wody, należy tej wodzie nadać większe ciśnienie, albo też przewód oczyścić tak, aby jego średnica wewnętrzna odpowiadała na całej długości wielkości początkowej.

Jeśli chodzi o przewód tłoczny, to przez wymianę dawnych pomp słabych na nowe mocniejsze, tj. pracujące na pewne wyższe ciśnienie, można uzyskać niezmienną wydajność wody tłoczonej, lecz kosztem większej pracy pomp i przez wytwarzanie szybkości wody w przewodzie, niekorzystnej dla stanu rurociągów.

Wydajności jednak zarośniętej magistrali rozprowadzającej nie da się powiększyć w podobny sposób, gdyż trzeba byłoby albo podwyższyć zbiornik w wieży ciśnień, albo, gdy jest to wodociąg pneumatyczny, należałoby podwyższyć ciśnienie powietrza w hydroforach, co nie zawsze jest możliwe.

Z tego więc powodu, tak rurociąg tłoczny, jak i rozprowadzający, należy starać się oczyszczać z narosłych osadów.

## **b) Sposoby oczyszczania przewodów wodociągowych.**

Dotychczas brak dobrych i tanich środków do zwalczania osadów w przewodach wodociągowych. Nie są one dostatecznie wypróbowane, ani w Polsce ani za granicą.

Niemniej, z uwagi na to, co poprzednio powiedziano, należy dążyć do wypróbowywania wszelkich zaoferowywanych sposobów, aby w najkrótszym czasie można było wybrać któryś z nich i zalecić do stosowania na szerszą skalę.

Dla zobrazowania tej kwestii, opiszę doświadczenia przeprowadzone w tej dziedzinie na kolejach rosyjskich.

W Rosji otrzymują różne wyniki, na ogół korzystne, stosując następujące sposoby:

- 1 — przemywanie rur prądem wody wprost ze zbiornika, lub też pod ciśnieniem pomp tłoczących;
- 2 — oczyszczanie bryłkami lodu;
- 3 — oczyszczanie skrobaczkami lub gryzarkami;
- 4 — przekładanie rurociągów, tj. rozbieranie rurociągu, oczyszczanie każdej rury oddzielnie sposobem 3 i ponowne układanie.

## 1. Przemycanie rur.

Najbardziej przyjętym sposobem jest przemycanie rurociągu, gdyż jest to sposób łatwy do wykonywania. Osiągane rezultaty nie zawsze są jednak zadowalające, ponieważ można w ten sposób wyflukiwać tylko osady pulchne, natomiast osady stwardniałe pozostaną w rurach.

Przemycanie powinno się przeprowadzać jednocześnie z oczyszczaniem zbiorników, przynajmniej raz w ciągu roku, zwykle na początku lata, po okresie powodzi i ulewnych deszczów, kiedy źródła wody powierzchniowej są najbardziej zamulone.

Przebieg przemycania sieci rozprowadzającej jest następujący: zbiornik wody napełnia się całkowicie (zbiornik hydroforowy powinien być napełniony i znajdować się pod pełnym ciśnieniem roboczym); wówczas na dany sygnał należy na przemycanym rozgałęzieniu sieci otworzyć krańcowy żuraw wodny lub hydranty pożarowe, zwłaszcza te z nich, które są najniżej umieszczone.

Jeżeli przemycana się rury tłoczne, to wodę odprowadza się za pomocą rury spustowej pompowni.

Woda, przepływając z wielką szybkością przez przewody, będzie rozmułala i zmywała osad oraz będzie go wyrzucała na zewnątrz przez otwarte wentyle i krany.

W czasie przemycania rur należy parokrotnie otwierać i przemykać (dławić) zasuwy, znajdujące się na przemycanych przewodach, co przyspiesza przemycanie, ponieważ przy niezupełnym zamknięciu zasuwy, a więc przy zdławieniu prądu wody pod grzybką zasuwy, otrzymuje ona zwiększoną szybkość, przez co łatwiej prąd wody porywa cząstki osadu, tworzące się w kadłubie zasuwy.

Praktyka wykazuje, że lepiej przemycają się rury tłoczne, na co może wpływać ta okoliczność, że prąd wody przemycającej jest odwrotny do prądu wody tłoczzonej, przez co łatwiej podmywa narosłe warstwy osadu.

Jeżeli rury tłoczne mają połączenie bezpośrednie z siecią rozprowadzającą, to znaczy jeżeli można wyłączyć zbiorniki i tłoczyć wodę przez przewód okalający wprost w główne przewody rozprowadzające, to można przemycać tę sieć wodociągową za pomocą pomp, pracujących z maksymalną wydajnością i największym dopuszczalnym przeciwcisnieniem.

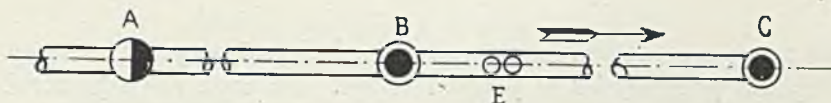
Przed przystąpieniem do przemycania rurociągów należy uprzedzić o tym wszystkich odbiorców wody, ponieważ w czasie przemycania rur następuje zmętnienie wody przez rozmułone cząstki osadów.

Rurociągi wody zdatnej do picia należy przemycać w porozumieniu z lekarzem sanitarnym, a po przemyciu należy je zdezynfekować np. za pomocą chlorowania wody.



## 2. Oczyszczanie bryłkami lodu.

Oczyszczanie za pomocą bryłek lodu było dawniej stosowane zwykle do rurociągów kanalizacyjnych. Przed dziesięcioma laty jeden z zarządów kolei rosyjskich zastosował ten sposób także do oczyszczania przewodów wodociągowych, przy czym, według sprawozdania tamtejszego inżyniera Iwanowa, uzyskano rezultaty zadawalające.



Rys. 118

Dla przeprowadzenia próby wzięto odcinek końcowy przewodu głównego dla hydrantów pożarowych o średnicy 150 mm i długości 106 m. Na powyższym *rys. 118* oznaczyliśmy ten przewód literami *B*, *C*. Literą *A* jest oznaczona zasawa, literami *B* i *C* hydranty pożarowe.

Po zamknięciu zasawy *A* wyłącza się przewód *A—B—C*. Następnie po rozebraniu hydranta pożarowego *B*, wkłada się przez odnośny otwór na rozgałęzieniu dwie kuliste bryłki lodu *E*, o średnicy nieco mniejszej od średnicy wewnętrznej rurociągu, a więc około 135 mm i skierowuje się w stronę krańcowego hydranta *C*.

Po ponownym złożeniu hydranta *B*, założeniu rury wylotowej na hydrant *C* i jego otwarciu, należy otworzyć zasawę *A*. Wówczas przepływa woda, a prąd jej, zdławiony przez bryłki lodu, nabiera przy mijaniu tych bryłek wielkiej szybkości, co wpływa skutecznie na rozmulanie osadów i ich wypłukiwanie poprzez hydrant. Poza tym ostre krawędzie bryłek lodu, przesuwane prądem wody, ocierając się o górną część rury także zdrapują i ścierają z niej osad.

Sposób ten, jak widać z opisu, opiera się głównie na sztucznym zwiększaniu szybkości prądu wody w zmniejszonym przekroju rury przez bryłki lodu. Bryłki lodu nie muszą mieć kształtu prawidłowych kul.

Zastosowanie bryłek lodu nie grozi zakorkowaniem przez nie przewodu w przypadku ich spiętrzenia się, ponieważ lód po pewnym czasie roztopi się w wodzie.

Z tego samego powodu, po ukończeniu oczyszczania, nie trzeba wyjmować bryłek lodu z przewodów. Okoliczność ta wpływa na potanieńczenie robocizny i skrócenie czasu całego procesu.

Ten sposób oczyszczania rur jest skuteczniejszym przemywaniem rurociągów, gdyż przy jego stosowaniu lepiej wypłukuje się osady miękkie i zamulenia. Nie uzyskuje się jednak usunięcia osadów stwardniałych.

Sposób ten nie jest kosztowny, gdyż oczyszczenie 1 m b. przewodu kosztuje parę groszy, nie licząc wartości wody, użytej do przemywania.

### 3. Oczyszczanie skrobaczkami lub gryzarkami.

Pewniejsze rezultaty oczyszczania rur uzyskuje się jednak przy mechanicznym oczyszczaniu za pomocą skrobaczek i gryzarek.

Już przed 36 laty w Ameryce Północnej zaczęto stosować przyrządy do oczyszczania rur. Przyrząd taki składał się ze skrobaczki, która była przeciągana poprzez rury za pomocą stalowej liny i swoimi nożami skrawała osady.

Później zaczęto stosować inne skrobaczki, którymi oczyszczano rury przez przeciąganie przyrządów w przód i w tył. Do tego rodzaju skrobaczek należał także aparat profesora Albickiego, zastosowany przez niego do oczyszczania rurociągów sieci miejskiej w Leningradzie.

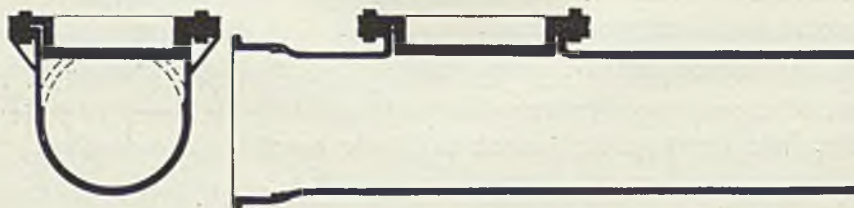
Aparat ten, o kształcie krótkiej rurki, posiadał uchwyty dla przymocowania obrączki. Na obwodzie tej obrączki znajdowały się hakowate zaczepy dla zakładania lin. Na przedni koniec rurki zakładało się nóż o kształcie cylindrycznym, a z tyłu noża szczotkę o kształcie obrączki, najeżonej stalowymi igłami. Przeciągając ten aparat przez rurociąg za pomocą lin, oczyszczało się rurociąg z osadów.

Jeżeli szczotka zatnie się i przeciągnąć aparatu dalej nie można, to wówczas należy go cofnąć i wyjąć. Przy cofaniu przyrządu drzewiczki umieszczone w tylnej jego części i przepuszczające skrawane osady w czasie ruchu w przód, zamykają się i cały osad przepychany jest do miejsca, w którym rozpoczęło się oczyszczanie. W ten sposób oczyszczano odcinki długości do 200 m.

W ostatnich, powojennych czasach, w Czechach, w Niemczech oraz w polskiej części Górnego Śląska oczyszcza się przewody wodociągowe za pomocą aparatów gryzarkowych, z gryzami osadzonymi na tarczy, obracanej turbinką wodną, uruchamianą wodą o ciśnieniu, jakie jest w danym przewodzie oczyszczanym lub też za pomocą specjalnej pompy.

Gryzarka ta porusza się (wwierca się) wzdłuż przewodu w kierunku tłoczonej wody, przy czym wywiercony (zeskrobany) osad jest wypłukiwany prądem wody, przepływającym poprzez ten przyrząd.

*Skrzynka rurowa do wmontowania aparatu.*



*Rys. 119*



Aby taki aparat włożyć do przewodu, należy wyciąć kawałek rury w celu wstawienia w to miejsce specjalnej skrzynki *rys. 119*. Cały aparat składa się z dwóch części, połączonych między sobą przegubowo: bębna kierunkowego, na którego powierzchni są szczotki ze śrubowymi zwojami stalowych igieł oraz z przyrządu gryzowego, zaopatrzonego w noże (gryzaki) osadzonego na wspólnym wale z turbinką wodną — *rys. 120*.

### Aparat turbinowy linowy „Molch“.



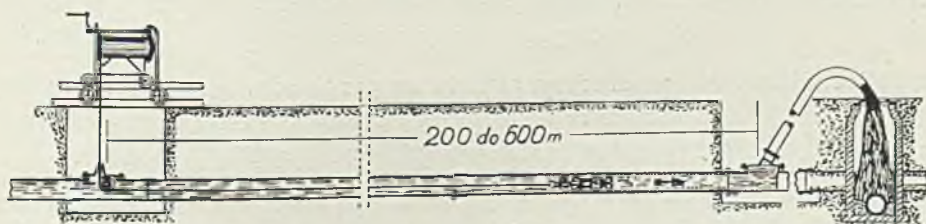
Rys. 120

Aparat ten wkłada się przez skrzynkę pokazaną na *rys. 119*, wbudowaną na początku odcinka oczyszczanego — *rys. 121*; następnie do rurociągu tłoczy się wodę (lub wprowadza się wodę pod ciśnieniem), otwierając równocześnie zasuwę do prowizorycznego rurociągu odpływowego, wbudowanego na końcu tegoż odcinka.

Jak tylko otworzymy zasuwę i prąd wody zacznie przepływać przez turbinkę, wówczas ona szybko się obraca wraz z nożami i zaczyna posuwać się naprzód. Gryzy skrawają osady, nie dotykając ścianek rury oczyszczanej i nie naruszając powłoki smołowcowej (asfaltowej).

Szczotka wykańcza oczyszczanie rury, a woda, po wykonaniu pracy w turbinie, zabiera ze sobą zdarty osad i przez wylot końcowy oczyszczanego odcinka rurociągu wyrzuca go na zewnątrz.

### Schemat oczyszczania przewodu aparatem turbinowym.



Rys. 121

## Aparat turbinowy, linowy „Molch“ dla łuków.



Rys. 122

W przypadku istnienia w rurociągu kolan o  $90^\circ$  lub kolan łączonych w drodze spawania, konieczne jest wbudowanie skrzynek na początku i na końcu kolana. Taką skrzynię do czyszczenia przedstawia rys. 119. Kolana należy czyścić oddzielnie. W przypadku zaś mniejszych łuków, tzn. o  $30^\circ$  i  $45^\circ$  należy stosować aparat dla łuków — rys. 122, który przechodzi je bez przeszkód. Różnym wymiarom rurociągów, odpowiadają różnej wielkości aparaty.

Za pomocą takich aparatów można oczyszczać rury o średnicy od 75 do 500 mm.

Koszt oczyszczania tym sposobem wynosi dotychczas dla rur o średnicy 150 do 200 mm około 5 zł na 1 m. b., co stanowi około 10% kosztu ułożenia nowego rurociągu w wykopie otwartym i suchym.

O ile rurociąg ułożony jest w gruntach mokrych i przechodzi pod torami kolejowymi oraz drogami, to tego rodzaju sposób jest jedynie możliwy do zastosowania i opłaca się całkowicie.

W jakim stopniu tak odnowiony rurociąg jest odporny na korozję, nie można nic jeszcze pewnego powiedzieć, wobec zbyt krótkiego terminu doświadczeń, przeprowadzanych z takimi urządzeniami. Będzie to możliwe za parę lat, kiedy będzie można pobrać próbki rur i zbadać stan ich powierzchni wewnętrznej.

### 4. Przekładanie rurociągu.

Najlepszym sposobem oczyszczania rur jest ich odkopanie, wycięcie uszczelniającego ołowiu, rozebranie, wyjęcie z wykopu i oczyszczenie dokładne każdej rury oddzielnie za pomocą skrobaczek lub gryzarek elektrycznych, posmołowanie powierzchni wewnętrznej i zewnętrznej, po czym ponowne ułożenie w wykopie, jak rurociągu nowego, z poddaniem go próbie szczelności.

Jest to jednak sposób najdroższy, gdyż koszt przekładania rurociągu wynosi około 20 do 30%, a przy tym wymagający długiego czasu oraz, jeżeli nie ma podwójnych przewodów także unieruchomienia stacji wodnej.

Sposób ten jest stosowany i opłaca się wówczas, kiedy grunta, przez które przewód przechodzi, są suche, a rozkopanie ziemi nie wymaga zabezpieczenia wykopów oraz nie przeszkadza komunikacji.



## c) Przeprowadzanie prób szczelności przewodów wodociągowych.

### 1. Kontrola wykonania nowych przewodów.

Kontrolę wykonania nowych przewodów wodociągowych przeprowadza się za pomocą próby hydraulicznej, która polega na następujących czynnościach, zgodnych z ogólnie stosowanymi warunkami technicznymi i instrukcjami dla Komisji odbiorczych.

(1) Próbę szczelności ułożonego przewodu wodociągowego wykonywa się za pomocą ciśnienia wody, po zupełnym zmontowaniu całego przewodu, względnie jego odcinka, lecz przed jego zasypaniem.

(2) Długość poddawanych próbie odcinków przewodów wynosi zwykle 200 do 300 m b., może być jednak mniejsza, jak również w wyjątkowych przypadkach może wynosić ponad 300 m.

(3) Przed napełnieniem wodą, przeznaczonego do próby odcinka, należy usunąć wszelki zbędny przy próbie osprzęt, lub te jego części, które mogą powodować nieszczelność przewodu, oraz uszczelnić za pomocą korków, pokryw lub szczelnie zamkniętych zasuw, koniec odcinka i wszystkie odgałęzienia.

(4) We wszystkich punktach odcinka, w których może zbierać się podczas próby powietrze, należy zapewnić możliwość usunięcia go za pomocą kurków powietrznych lub w inny sposób, nie powodujący nieszczelności przewodu podczas próby.

(5) W najniższym i najwyższym punkcie badanego odcinka ustawia się manometry, połączone z przewodem za pomocą krótkich rurek z kranami, pozwalającymi na odłączanie manometrów.

Do próby wodnej (hydraulicznej) stosuje się manometry sprężynowe, o średnicy tarczy 150 mm z podziałem na atmosfery metryczne i ich dziesiąte części, z kołnierzem do przyłączenia manometru kontrolnego.

Manometry, używane stale do prób, powinny być przynajmniej co miesiąc sprawdzane za pomocą manometru kontrolnego, przy czym dostatecznym jest sprawdzenie przy najbliższej próbie wodnej przewodu, — oraz corocznie, w specjalnych zakładach z manometrem rtęciowym.

(6) Próbowany przewód napełnia się wodą od strony dolnego końca badanego odcinka, tak, aby woda dopływająca bardzo powoli napełniała przewód, nie wywołując burzliwych ruchów i bardzo niebezpiecznych uderzeń hydraulicznych.

Przez cały czas napełniania przewodu należy odprowadzać powietrze w górnym jego końcu oraz z tych punktów, w których może się ono zbierać.

(7) Po zupełnym napełnieniu badanego przewodu pozostawia się go w tym stanie na okres co najmniej 12 godzin dla przewodów o średnicy  $d = 300$  mm i większej, oraz na przeciąg co najmniej 6 godzin dla przewodów o mniejszych średnicach.

(8) Po zabezpieczeniu szczelności badanego odcinka, jak w p. 3, włącza się wodę za pomocą pompki hydraulicznej, zaopatrzonej w dzwon powietrzny i połączonej z przewodem za pomocą szczelnego zaworu.

Początkowe ciśnienie może być również wytworzone bezpośrednio z sąsiedniego przewodu wodociągowego, a tylko do wyższych ciśnień konieczne jest użycie pompki. Najwyższe próbne ciśnienie w górnym końcu przewodu powinno równać się dwukrotnemu ciśnieniu robocznemu, przewidywanemu w próbowanym odcinku, lecz nie mniej niż 7,5 atn.

Przy pompowaniu należy unikać szybkich i silnych uderzeń tłoka pompki.

(9) Po dojściu ciśnienia do wskazanej najwyższej normy, odłącza się pompkę od przewodu przez zamknięcie zaworu i przewód pozostawia się w spokoju na przeciąg 15 minut, przy czym notuje się co 1 minutę wskazania manometru. Próbę uważa się za udaną, jeżeli spadek ciśnienia w ciągu pierwszych 5 minut nie przekracza  $0,5 \text{ kg/cm}^2$ , tj.  $1/2$  atn.

(10) Po wykonaniu pomiarów, wskazanych w punkcie 9, ciśnienie podnosi się ponownie do najwyższej, wskazanej w punkcie 8 normy, przy czym odmierza się ilość wody wtłoczonej do przewodu.

(11) Podtrzymując w przewodzie ciśnienie w granicach najwyższej normy, sprawdza się cały przewód, a miejsca nieszczelne w kielichach lub na powierzchni rur oznacza się farbą lub kredą.

Uważamy, że przewód nie jest uszczelniony, gdy sączy się woda lub występuje piana; gdy natomiast występują oddzielne krople lub rosa, nie traktujemy tego jako nieszczelność.

Przy badaniu odcinka należy szczególną uwagę zwracać na uszczelnienie kielichów od dołu rury, jako trudniejsze do wykonania.

Stwierdzone nieszczelności w kielichach usuwa się przez dobicie ołowiu, o ile jest dostateczny jego zapas. W przeciwnym razie, uszczelnienie kielicha powinno być wykonane na nowo.

(12) Uszczelnianie kielichów wykonywa się po obniżeniu ciśnienia w górnym końcu badanego przewodu do ciśnienia atmosferycznego. Rury zaś, które wykażą nieszczelność ścianek, powinny być wymienione.

(13) Po usunięciu nieszczelności przewód poddaje się powtórnej próbie wodnej.

O ile przy tym naprawione uszczelnienia kielichów nie wykażą dostatecznej szczelności, to powinny być one zupełnie przerobione.

(14) O wynikach próby wodnej sporządza się protokół z zaznaczeniem:

(a) — daty i czasu próby;

(b) — nazwy miejsca układania przewodu;

(c) — charakteru przewodu (rury ssawne tłoczne, rozprowadzające) i ścisłego określenia położenia próbowanego odcinka;



- (d) — długości badanego odcinka oraz średnicy rur;
- (e) — ilości kielichów w odcinku, oraz wyszczególnienia armatury, wmontowanej w próbowanym odcinku;
- (f) — najwyższego stosowanego ciśnienia;
- (g) — zapisów wskazań manometru, według punktu (9);
- (h) — ilości dodatkowo wtłoczonej wody, według punktu (10);
- (i) — okoliczności, które mogą mieć wpływ na wynik próby;
- (k) — orzeczenia Komisji odbiorczej;

Przewód może być zasypany tylko na podstawie orzeczenia Komisji, która stwierdzi, że wytrzymał on zadowalająco próbę wodną.

## 2. Przyczyny powodujące konieczność badania szczelności przewodów.

Dozór rurociągów nie jest rzeczą łatwą, ponieważ przewody wodociągowe układane są w ziemi na głębokości około 1,8 m, a więc są niedostępne i niemożliwe do zrewidowania na całej swojej długości bez uprzedniego ich odkopania.

Wykrycie, w tych warunkach, że któraś rura została wykonana z nieodpowiedniego materiału i ulega stopniowemu zniszczeniu jest trudne, a stwierdzenie tego groźnego zjawiska bez okresowych prób szczelności następuje zwykle dopiero wtedy, gdy przewód dojdzie do bardzo złego stanu i gdy da znać o tym wyciekająca z niego w dużych ilościach woda.

Poza tym nowobudowane przewody wodociągowe po upływie paru dziesiątków lat ulegają stopniowemu niszczeniu pod wpływem korozji.

Przyczyny korozji przewodów wodociągowych opisuje szczegółowo inż. Tadeusz Kielanowski, o czym już wspomniano w poprzednim rozdziale.

Dla charakterystyki ogólnej, przytaczam poniżej jedną z opinii, dotyczącą tworzenia się korozji na zewnętrznej ścianie rury;

„Izolacja, jaką się stosuje, jak dotąd przeważnie nie spełnia swego zadania, nie zabezpiecza dostatecznie przed zetknięciem metalu z otaczającą glebą [i w niej zawartą wilgocią (wodą)], co w rezultacie prowadzi do występowania korozji. I tu nie brak różnorodności w rodzaju, charakterze i szybkości przebiegających procesów korozyjnych.

Jedne z tych procesów zachodzą powoli na całej powierzchni przewodu, inne występują tylko w pewnych jego partiach w formie przeżarć lokalnych; wreszcie pewne fragmenty rurociągu przedstawiać mogą na pozór zupełnie zdrowy, niezmienny wygląd, tymczasem, po bliższym zbadaniu, okazuje się, że mimo braku zmian zewnętrznych i zachowania pierwotnego kształtu danego fragmentu rury żeliwnej, stanowi on w tym miejscu masę, dającą się łatwo krajać nożem.

Ta masa — to pozostałość z żeliwa, z którego na skutek specyficznego przebiegającego procesu korozyjnego, pozostał przeważnie tylko grafit.

Na skutek wtórnych procesów towarzyszących korozji, procesy te często ulegają zahamowaniu i po pewnym czasie zjawisko korozji przestaje przebiegać z dostrzegalną dla nas szybkością.

Ten fakt ma miejsce szczególnie w przypadkach, gdzie, jak np. na rurociągach, obserwujemy równomierny na dużej powierzchni proces rdzewienia.

Wówczas najczęściej takie rdzewienie większej powierzchni rurociągu przebiega powoli, a z biegiem czasu szybkość tego zjawiska praktycznie równa się zeru.

Czasem jednak, a właściwie najczęściej, procesy korozji nie zachodzą równomiernie na całej powierzchni rury, lecz występują w formie nadżarć i przeżarć lokalnych.

Te lokalne nadgryzania rurociągu są oczywiście znacznie bardziej przykre, powodują bowiem straty wody, straty, których stwierdzenie bez odkrycia rury, tj. odkopania, jest wręcz niemożliwe.

Przyczyną tych przeżarć są różne zjawiska elektrochemiczne, które na skutek specjalnych okoliczności występują bardziej silnie i nie ulegają zahamowaniu.

Również w miejscu stykania się ołowiu z bosymi końcami rur, zauważa się nagryzienia i łuszczenie się rur.

Nagryzienia te są także natury elektrochemicznej.

Łuszczenie pochodzi stąd, że warstwa produktów korozji posiada odmienny współczynnik rozszerzalności od podłoża metalicznego.

### **3. Badanie szczelności rurociągów na czynnych stacjach wodnych.**

Badanie szczelności rur i zasuw na sieci rozprowadzającej, natrafia na duże trudności, gdyż rury muszą być kontrolowane pod tym samym ciśnieniem, pod którym pracują, a przy tym w taki sposób, aby nie przerywać pracy wodociągu.

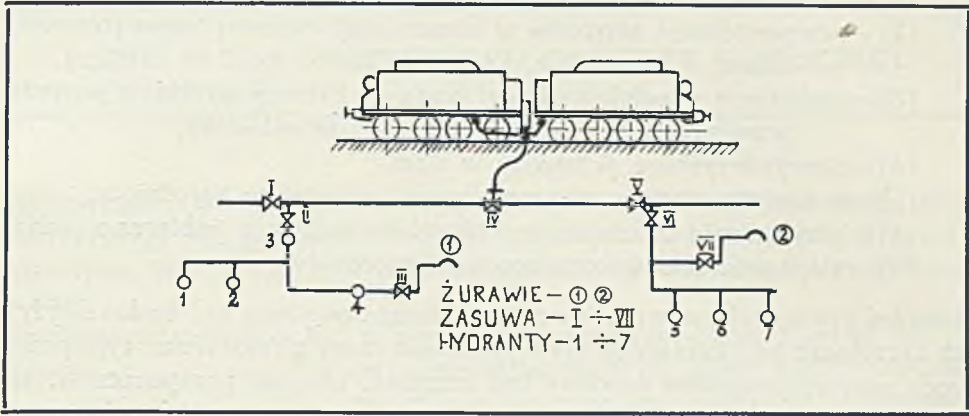
Chodzi tutaj nie o stwierdzenie, czy rurociąg daje wymaganą ilość wody do źróźwi wodnych, gdyż o tym przekonywujemy się codziennie w sposób praktyczny, lecz czy są w nim nieszczelności, powodujące straty wody, które jakkolwiek nie zauważone w ciągu dnia, w ciągu miesiąca i całego roku stanowiąć będą pokaźne ilości.

Na kolejach P. K. P. do tej pory nie są przeprowadzane tego rodzaju badania i nie ma dotychczas do tego celu odpowiedniego pomocniczego urządzenia.

Podam więc dla przykładu urządzenie, zastosowane na kolejach niemieckich w Dyrekcji Magdeburskiej.



## Schemat próby szczelności przewodów.



Rys. 123

Na **rys. 123** widzimy urządzenie, które składa się z dwóch tendrów pojemności po 20 m<sup>3</sup>, skreślonych z inwentarza. Służą one jako zasobniki wody. Tendry te, połączone ze sobą węzami, przyczepia się do parowozu. Pomiędzy tendrami, pod platformą jednego z nich, wbudowany jest zbiornik powietrzny zaopatrzony w szkło wodowskazowe i skalę. Na dnie zbiornika znajduje się wentyl spustowy i króciec z węzłem, połączonym przez wentyl z jednym z tendrów.

W górnej części zbiornika znajduje się kurek powietrzny, manometr oraz króciec z kurkiem i przewodem do hamulca powietrznego.

Próba szczelności odbywa się następująco: sieć rozprowadzającą wodociągu dzieli się na odcinki poszczególne w ten sposób, by możliwie nie przerywać pracy wodociągu. Jako końcowe punkty odcinków sieci wybierane są takie, które można zamknąć na ślepo za pomocą zasuw.

W wybranym do badań miejscu, sieć za pomocą króćca z węzłem łączy się z dowiezionymi do tego miejsca tendrami i napełnia pobieraną z nich wodą, przy czym kurek powietrzny otwiera się i notuje się poziom wody w szkłe wodowskazowym.

Za pomocą przełącznika urządzenie łączy się z przewodem hamulca powietrznego parowozu i wpuszcza się takie ciśnienie powietrza, jakie odpowiada robocznemu ciśnieniu w sieci. Jeżeli poziom wody w zbiorniku powietrznym między tendrami szybko opada, oznacza to, że w badanym odcinku sieci są nieszczelności.

Za pomocą skali można ustalić ilość wody straconej w ciągu określonego czasu, oraz porównać przeciętny rozchód wody przed i po usunięciu nieszczelności.

Posługując się opisanym urządzeniem zdołano stwierdzić i wymierzyć:

- (1) — nieszczelności zasuw wodociągowych,
- (2) — przepuszczanie zaworów w komunikacji rurowej wewnątrz wież ciśnień,
- (3) — nadmierne napełnianie kadzi wodnych i straty wynikłe z powodu przelewania się wody przez rury przelewowe,
- (4) — niewykorzystane przewody w sieci,
- (5) — przewody ułożone nieprawidłowo i całkowicie zarośnięte,
- (6) — przyłączenia nieznanne, z których bezprawnie pobierano wodę,
- (7) — nieprawidłowo wskazujące wodomierze itd.

Również i przewody ssawne, lewarowe i tłoczne powinny być badane, gdyż ich szczelność jest konieczna dla wyzyskania mocy pomp. Poza tym przewody ssawne i lewarowe powinny być szczelne, aby nie przepuszczały, tj. zasysały, powietrza szkodliwego dla pracy pomp oraz wody podskórnej, która by zanieczyszczała wodę w rurociągu, jeżeli ona jest zdatna do picia.

Badanie szczelności rurociągów na nieczynnych — zapasowych st. wodnych, jest również bardzo ważną kwestią, którą na Polskich Kolejach Państwowych uregulowało już Ministerstwo Komunikacji swoim zarządzeniem, przytoczonym na końcu niniejszego podręcznika.

---



### IŁOŚĆ WODY PRZEPLYWAJĄCA PRZEZ RUROCIĄGI.

Średnica rur zastosowana na danej st. wodnej zależy od ilości wody, jaką ten rurociąg ma dostarczyć w ciągu godziny, a przy tym, aby prędkość przepływu wody w tym rurociągu nie przekraczała dopuszczalnej szybkości, a więc:

prędkość przepływu wody: w przewodzie ssawnym około 1 m na sek.  
w przewodzie tłocznym około 1,75 m na sek.  
w przewodzie rozprowadzającym ok. 2 m na sek.

Z podanej poniżej **tablicy XXII** możemy odszukać odpowiednią średnicę rury.

Jeżeli będziemy wiedzieli, jaką ilość wody ma ta rura przepuścić, oraz jeżeli mamy średnicę rury i straty ciśnienia na 100 m. b. na jaką instalacja pozwala, to wówczas odnajdziemy ilość wody, jaką ten przewód może dostarczyć, wyrażoną w  $m^3$  na godzinę.

#### a) Przykład obliczenia średnicy przewodów.

(1) — Dla stacji wodnej o wydajności pomp 70  $m^3$ /godz. należy oznaczyć średnicę przewodu ssawnego i tłocznego.

Przy szybkości wody dopuszczalnej 1 m/sek. przewód ssawny wypada więcej niż 150 mm, a mniej jak 175 mm, wobec tego przyjmuję średnicę 150 mm, lecz szybkość wody będzie 1,10 m/sek. na co można się zgodzić.

Średnica przewodu tłocznego wypada 125 mm.

(2) — Żuraw wodny ma posiadać wydajność 90  $m^3$  na godzinę — oznaczyć jego średnicę przy szybkości wody 1,20 m/godz. Najbliższa średnica rury wynosi 175 mm.

#### b) Przykład obliczenia wysokości podnoszenia.

Znaleźć wysokość manometryczną podnoszenia, tj. sumę wysokości ssania + + wysokość tłoczenia + stratę wysokości w przewodach, na stacji wodnej, z pompami o wydajności 45  $m^3$  na godzinę przy średnicy rur ssawnych 125 mm, tłocznych 100 mm, wysokość ssania 5 m, tłoczenia 35 m, długość przewodów ssawnych 80 m, tłocznych 450 m.

Z tablicy znajdujemy przy szybkości dopuszczalnej ssania 1 m/sek., stratę 0,982 na 100 m. b., więc na 80 m będzie 0,785 m; a przy szybkości dopuszczalnej tłoczenia 1,75 m/sek. — stratę 3,9 na 100 m. b. więc na 450 m. b. wyniesie  $3,9 \times 4,5 = 17,55$  m. Wobec czego pompy te mogą pracować na łączną wysokość podnoszenia: 5 m wysokość ssania + 35 m wysokość tłoczenia + (0,79 m + 17,55 m) straty wysokości, która wynosi razem 58,34 m.

Tablica XXII.

Ilości przepływające i straty wskutek tarcia w przewodach rurowych przy urządzeniach pompowych itp.

Q = ilość wody w m<sup>3</sup> na godzinę, h = wysokość straty na 100 m długości rury w m.

D = średnica rur w mm	40	50	60	70	80	90	100	125	150	175	200
0,50	Q = 2,262	Q = 3,534	Q = 5,088	Q = 6,980	Q = 9,048	Q = 11,430	Q = 14,136	Q = 22,086	Q = 31,806	Q = 43,300	Q = 56,550
0,60	h = 1,050	h = 0,774	h = 0,607	h = 0,550	h = 0,442	h = 0,393	h = 0,354	h = 0,283	h = 0,236	h = 0,202	h = 0,177
0,70	Q = 2,712	Q = 4,250	Q = 6,108	Q = 8,320	Q = 10,860	Q = 13,760	Q = 16,920	Q = 26,500	Q = 38,200	Q = 51,900	Q = 67,800
0,80	h = 1,513	h = 1,114	h = 0,875	h = 0,717	h = 0,610	h = 0,542	h = 0,488	h = 0,390	h = 0,325	h = 0,278	h = 0,244
0,90	Q = 3,170	Q = 4,950	Q = 7,100	Q = 9,665	Q = 12,670	Q = 16,050	Q = 19,720	Q = 30,950	Q = 44,500	Q = 60,605	Q = 78,700
1,00	h = 2,059	h = 1,517	h = 1,191	h = 0,976	h = 0,825	h = 0,713	h = 0,643	h = 0,513	h = 0,428	h = 0,366	h = 0,321
1,10	Q = 3,620	Q = 5,650	Q = 8,100	Q = 11,050	Q = 14,700	Q = 18,330	Q = 22,600	Q = 35,400	Q = 50,900	Q = 69,400	Q = 90,490
1,25	h = 2,690	h = 1,981	h = 1,556	h = 1,275	h = 1,078	h = 0,906	h = 0,819	h = 0,652	h = 0,543	h = 0,466	h = 0,407
1,30	Q = 3,860	Q = 6,000	Q = 8,623	Q = 11,780	Q = 15,408	Q = 19,470	Q = 24,000	Q = 37,500	Q = 54,100	Q = 73,600	Q = 96,100
1,40	h = 3,037	h = 2,236	h = 1,756	h = 1,440	h = 1,217	h = 1,010	h = 0,925	h = 0,726	h = 0,605	h = 0,519	h = 0,454
1,50	Q = 4,070	Q = 6,360	Q = 9,160	Q = 12,430	Q = 16,270	Q = 20,600	Q = 25,450	Q = 39,750	Q = 57,300	Q = 77,800	Q = 101,500
1,75	h = 3,405	h = 2,507	h = 1,969	h = 1,614	h = 1,364	h = 1,119	h = 1,037	h = 0,805	h = 0,671	h = 0,575	h = 0,503
2,00	Q = 4,300	Q = 6,700	Q = 9,670	Q = 13,150	Q = 17,180	Q = 21,750	Q = 26,900	Q = 41,950	Q = 60,000	Q = 82,400	Q = 107,700
1,05	h = 3,793	h = 2,794	h = 2,194	h = 1,799	h = 1,520	h = 1,231	h = 1,156	h = 0,887	h = 0,739	h = 0,633	h = 0,554
1,10	Q = 4,203	Q = 3,096	Q = 2,431	Q = 1,993	Q = 1,684	Q = 1,353	Q = 1,281	Q = 0,982	Q = 0,811	Q = 0,696	Q = 0,608
1,15	h = 4,750	h = 2,742	h = 2,070	h = 1,650	h = 1,360	h = 1,063	h = 0,991	h = 0,740	h = 0,619	h = 0,524	h = 0,454
1,20	Q = 4,634	Q = 3,413	Q = 2,680	Q = 2,197	Q = 1,857	Q = 1,473	Q = 1,412	Q = 1,082	Q = 0,885	Q = 0,757	Q = 0,664
1,25	h = 4,980	h = 2,770	h = 2,120	h = 1,620	h = 1,300	h = 1,000	h = 0,930	h = 0,700	h = 0,580	h = 0,490	h = 0,420
1,30	Q = 5,086	Q = 3,746	Q = 2,942	Q = 2,412	Q = 2,038	Q = 1,603	Q = 1,550	Q = 1,188	Q = 0,962	Q = 0,824	Q = 0,722
1,35	h = 5,200	h = 3,810	h = 2,970	h = 2,430	h = 2,050	h = 1,630	h = 1,580	h = 1,200	h = 0,970	h = 0,830	h = 0,728
1,40	Q = 5,559	Q = 4,094	Q = 3,215	Q = 2,636	Q = 2,228	Q = 1,737	Q = 1,694	Q = 1,298	Q = 1,051	Q = 0,893	Q = 0,783
1,45	h = 5,430	h = 4,480	h = 3,501	h = 2,870	h = 2,426	h = 1,875	h = 1,844	h = 1,414	h = 1,144	h = 0,964	h = 0,845
1,50	Q = 6,053	Q = 4,558	Q = 3,650	Q = 3,014	Q = 2,600	Q = 2,060	Q = 2,001	Q = 1,534	Q = 1,241	Q = 1,042	Q = 0,910
1,55	h = 6,568	h = 5,837	h = 4,799	h = 3,114	h = 2,632	h = 2,026	h = 2,001	h = 1,534	h = 1,241	h = 1,042	h = 0,910
1,60	Q = 7,100	Q = 5,230	Q = 4,130	Q = 3,360	Q = 2,830	Q = 2,260	Q = 2,180	Q = 1,670	Q = 1,350	Q = 1,140	Q = 0,980
1,65	h = 6,300	h = 5,000	h = 4,000	h = 3,200	h = 2,600	h = 2,000	h = 1,950	h = 1,500	h = 1,200	h = 1,000	h = 0,850
1,70	Q = 8,150	Q = 6,010	Q = 4,740	Q = 3,870	Q = 3,270	Q = 2,640	Q = 2,500	Q = 1,920	Q = 1,550	Q = 1,350	Q = 1,120
1,75	h = 6,750	h = 5,300	h = 4,200	h = 3,400	h = 2,850	h = 2,250	h = 2,200	h = 1,700	h = 1,350	h = 1,150	h = 0,980
1,80	Q = 9,350	Q = 6,900	Q = 5,400	Q = 4,440	Q = 3,760	Q = 3,050	Q = 2,870	Q = 2,200	Q = 1,790	Q = 1,490	Q = 1,290
1,85	h = 7,900	h = 6,000	h = 4,600	h = 3,700	h = 3,150	h = 2,500	h = 2,420	h = 1,900	h = 1,500	h = 1,250	h = 1,050
1,90	Q = 12,720	Q = 9,400	Q = 7,390	Q = 6,040	Q = 5,110	Q = 4,420	Q = 3,900	Q = 2,990	Q = 2,420	Q = 2,030	Q = 1,750
1,95	h = 9,000	h = 7,000	h = 5,500	h = 4,500	h = 3,800	h = 3,100	h = 2,800	h = 2,200	h = 1,700	h = 1,400	h = 1,200
2,00	Q = 16,620	Q = 12,270	Q = 9,650	Q = 7,890	Q = 6,680	Q = 5,780	Q = 5,100	Q = 3,910	Q = 3,170	Q = 2,660	Q = 2,280

Zadana szybkość biegu wody w m na sekundę



### c) Przykład obliczenia naporu zbiornika wieży ciśnień.

Jaki powinien być napór najmniejszy zbiornika w wieży ciśnień (tj. odległość dna zbiornika od poziomej główki szyny na stacji), aby żuraw odległy od niej na 400 m posiadał wydajność 90 m<sup>3</sup>/godz. przy średnicy rurociągu rozprwadzającego 150 mm.

Wylot żurawia nad główką szyny 4 m.

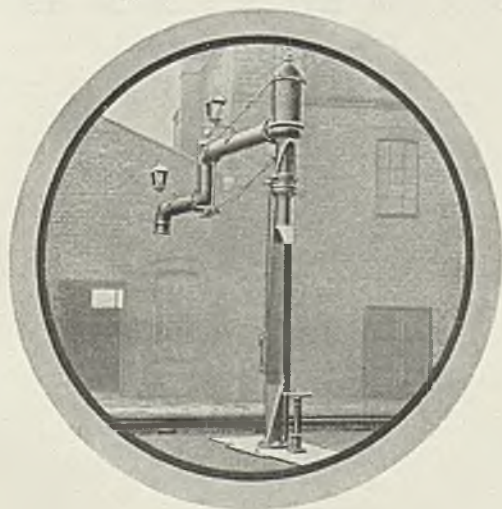
Strata z tablicy na 100 m przy  $Q = 90 \text{ m}^3/\text{godz.}$  i szybkości wody około 1,50 m/sek. wynosi 1,79 m, wobec czego na 400 m wyniesie:

$$1,79 \times 4 = 7,16 \text{ m, a zatem}$$

napór wyniesie najmniej  $4 \text{ m} + 7,16 \text{ m} = 11,16 \text{ m}$ .

Oczywiście obliczenia oparte na tej tablicy będą przybliżone, gdyż przy dokładnych obliczeniach przepływu wody w rurach uwzględnia się szereg czynników wpływających na ruch wody i opory w kształtkach i zasuwach.

Niemniej otrzymane rezultaty dają nam pogląd czego możemy wymagać od danego wodociągu w normalnych warunkach pracy, bez szkody dla stanu instalacji.







# INSTRUKCJA

**DLA MASZYNISTY STACJI WODNEJ ZA-  
TWIERDZONA ROZPORZĄDZENIEM MI-  
NISTERSTWA KOMUNIKACJI Z DNIA  
4 CZERWCA 1929 R. Nr. dz. VI/9042/20/29**

**(Dz. Urz. M. K. z r. 1929 Nr. 9 poz. 113)**

**Przepisy Nr M 3**

## CZĘŚĆ I.

# POSTANOWIENIA OGÓLNE.

### § 1.

#### Kwalifikacje.

Poza warunkami przewidzianymi w przepisach o etatowych pracownikach kolejowych, maszynista stacji wodnej przy przyjęciu na służbę powinien odpowiadać jeszcze następującym warunkom:

- a) mieć skończonych co najmniej 21 lat;
- b) znać rzemiosło ślusarskie;
- c) zdać egzamin ze znajomości obsługi kotłów parowych, maszyn parowych i pomp; o ile zaś ma być zakwalifikowany do pomp z motorami spalinowymi lub elektrycznymi, to również zdać egzamin ze znajomości obsługi ich, co ma być w akcie egzaminacyjnym zaznaczone;
- d) umieć prowadzić przepisowe książki, sprawozdania i napisać zrozumiały raport służbowy;
- e) znać niniejszą instrukcję i przepisy utrzymania kotłów parowych, motorów spalinowych i elektrycznych i wszystkich maszyn i przyrządów znajdujących się na stacji wodnej.

Maszynistę stacji wodnej obowiązuje również znajomość przepisów sygnalizacji.

### § 2.

#### Przełożeni.

Maszynista stacji wodnej podlega bezpośrednio naczelnikowi, względnie zawiadowcy parowozowni, do której stacja wodna jest przydzielona, oraz ich przełożonym.

### § 3.

#### Obowiązki ogólne.

Do obowiązków maszynisty stacji wodnej należy obsługa całej stacji wodnej.

Obsługa polega na:

- a) utrzymaniu w pogotowiu do czynności maszyn,
- b) obsłudze maszyn i mechanizmów podczas pracy pomp,
- c) dokonywaniu takich napraw przy mechanizmach na swej stacji, które mogą być dokonane przez maszynistę za pomocą narzędzi, w które zaopatrzona jest stacja wodna.

Maszynista powinien uważać, czy sygnalizacja prawidłowo działa; zauważywszy niedokładność lub niesprawność powinien niezwłocznie żądać naprawy.



Maszynista powinien brać udział w naprawach dokonywanych przez delegowanych do tego pracowników.

Maszyniście nie wolno oddalać się od będących w ruchu maszyn, motorów i kotłów.

Maszyniście nie wolno przekazywać swoich czynności komu innemu bez zezwolenia na to swego zwierzchnika.

Wyznaczony zastępca powinien być przez maszynistę obznajmiony we wszystkim co do niego należy.

Zapas wody w kadzi wieży ciśnień powinien być utrzymany możliwie największy.

Nie należy jednak dopuszczać jej przelewania.

W razie pożaru, do którego gaszenia pobierana jest woda ze zbiornika wieży ciśnień, należy uruchomić pompy i zatrzymać je dopiero po napełnieniu kadzi po ukończeniu pożaru.

## CZĘŚĆ II.

### OBOWIĄZKI POSZCZEGÓLNE.

#### § 4.

##### **Mycie kotłów.**

Maszynista stacji wodnej dokonywa przemywania kotłów parowych w terminach przez Naczelnika Parowozowni przepisanych i prowadzi książki przemywań kotłów parowych.

Przed przystąpieniem do mycia kotłów kadzie wieży ciśnień powinny być napełnione. Gdy może być przewidziany w czasie mycia kotłów brak wody dla potrzeby obsługi ruchu pociągów, maszynista powinien uprzedzić o tym zawczasu Zawiadowcę Stacji, przy której jest położona stacja wodna.

#### § 5.

##### **Mycie zbiorników do wody.**

Maszynista powinien dbać o czystość zbiorników na wodę i w terminie wyznaczonym przez Naczelnika Parowozowni dokonywać ich mycia.

Przed myciem zbiorników maszynista powinien zawczasu zawiadomić swego zwierzchnika i Zawiadowcę Stacji.

#### § 6.

##### **Rewizja rur tłocznych.**

W terminach wyznaczonych przez Naczelnika Parowozowni maszynista stacji dokonywa rewizji i odszlamowania rur tłocznych, zapisując o dokonaniu rewizji w odnośnej książeczce.

## § 7.

### **Utrzymanie urządzeń stacji wodnej.**

Urządzenia powierzone maszyniście stacji wodnej powinny być utrzymane stale we wzorowej czystości i porządku; wszystkie składowe pole-rowane części maszyn, pomp, kotłów jak również manometry, wakuometry, kurki, wodowskazy itp. powinny być codziennie czyszczone.

Salę maszyn i kotłów powinny być utrzymane we wzorowym porządku; w salach powinny być wywieszone przepisy o obsłudze znajdujących się urządzeń i kotłów parowych, maszyn, motorów spalinowych, elektrycznych i pomp.

Maszynista stacji wodnej winien również utrzymywać w czystości i porządku całe otoczenie stacji wodnej wraz z podwórzem przy swoim mieszkaniu (o ile znajduje się ono przy budynku pompowni), zamiatać je, a śmiecie i popiół spod kotłów składać wyłącznie w wyznaczonych miejscach..

## § 8.

### **Utrzymanie inwentarza i narzędzi.**

Inwentarz stacji wodnej powinien być utrzymany w należyтым porządku i zgodnie z książką inwentarzową.

Inwentarz winien być przez maszynistę sprawdzany od czasu do czasu i być gotowym do oddania go w całości w każdym czasie.

Narzędzia potrzebujące naprawy lub wymiany powinny być zgłoszone w swoim czasie Naczelnikowi Parowozowni.

## § 9.

### **Zaopatrzenie w materiały.**

Maszynista powinien dbać o należyte zaopatrzenie stacji wodnej w niezbędne do ruchu stacji wodnej materiały i nie dopuszczać do zupełnego ich wyczerpania. Wybierania materiałów maszynista powinien dokonywać trybem ustalonym przez Naczelnika Parowozowni.

Maszynista prowadzi wykaz miesięczny zużycia materiałów.

## § 10.

### **Obsługa maszyn.**

Jeżeli stacja wodna zaopatrzona jest w podwójny (zespół) komplet maszyn i pomp lub we dwie linie rur tłocznych, to praca powinna być dokonywana przez te urządzenia równomiernie kolejno. W razie jakiegokolwiek uszkodzenia jednego zespołu, maszynista powinien niezwłocznie je naprawić niezależnie od stanu drugiego zespołu.

Jeżeli w czasie pompowania spadnie ciśnienie w rurze tłocznej, a przyczyna ta nie leży w samej pompie, należy jej szukać w linii tłocznej. Gdy stacja posiada dwie linie tłoczne należy niezwłocznie pompowanie doko-



nywać przez drugą linię, a uszkodzoną zbadać i naprawić. Jeżeli zaś jest tylko jedna linia należy pompowanie wstrzymać do czasu zbadania linii i jej naprawy, ponieważ pompowanie byłoby bezcelowe, a mogłoby uszkodzić zwiększyć.

### § 11.

#### **Obsługa urządzeń stacji wodnej studni, żurawi, wieży ciśnień.**

Do obowiązków maszynisty stacji wodnej należy dozór studzien dających wodę do pomp. Jeżeli dopływ do studzien się zmniejszy, maszynista stacji wodnej powinien zbadać przyczynę i przekonać się, czy kanały doprowadzające wodę lub studnie nie uległy zaszlamowaniu lub czy nie została uszkodzona tama na rzece; przy zauważeniu tego maszynista niezwłocznie zawiadamia swego naczelnika i zawiadowcę odcinka drogowego.

Maszynista powinien zwracać uwagę, czy stan cembrowania studni, pokrywy, podłogi, drabinek nie grozi zawaleniem się i komunikować swemu zwierzchnikowi i zawiadowcy odcinka drogowego.

**UWAGA.** Przed wejściem do studni maszynista powinien sprawdzić przez opuszczenie palącej się lampki czy nie ma w niej szkodliwych dla oddychania gazów i opuścić się do studni tylko wtedy o ile światło nie gaśnie.

W zależności od położenia stacji wodnej i rozmiarów pracy na niej, na maszynistę stacji wodnej może być, poza obsługą samej stacji wodnej, nałożona obsługa wieży ciśnień, nie wyłączając ogrzewania jej w zimie.

Podawanie wody na parowozy z żurawia może być również nałożone na maszynistę stacji wodnej, jeżeli żuraw znajduje się w pobliżu budynku pompowni lub wieży ciśnień w której ustawione są zespoły pompowe.

### § 12.

#### **Zabezpieczenie urządzeń stacji wodnej przed nadejściem mrozów.**

Maszynista stacji wodnej przed nadejściem mrozów powinien sprawdzić i odpowiednio nastawić przyrządy odwadniające przy powierzonych jego opiece hydrantach i żurawiach.

Powinien również dopilnować należytego zabezpieczenia przez Wydział Drogowy studzienek. Okręcanie wystających części słomą jest niepotrzebne i zgoła bezcelowe.

W wieżach ciśnień i przy żurawiach wodnych, obsługa których nie należy do maszynisty stacji wodnej, powinien on od czasu do czasu sprawdzać czy ogrzewanie dokonywa się celowo przez poleconych ich opiece pracowników. W razie zauważenia, że obsługę dokonywa się nienależycie, co może grozić zamrożeniem, zawiadomić bezpośrednio ich zwierzchnika (zawiadowcę stacji, zawiadowcę odcinka drogowego).

W razie dłuższych przerw w ruchu pociągów, kiedy wskutek zmniejszenia się rozchodu wody z wieży ciśnień ustaje potrzeba częstego pompo-

wania, przy dużych mrozach dłuższa przerwa w pompowaniu może spowodować zamarznięcie wody w linii tłoczącej w miejscu, gdzie głębokość założenia rur jest niedostateczna.

Dla uniknięcia zamarznięcia wody w tych rurach maszynista powinien uruchamiać pompę od czasu do czasu, przynajmniej raz dziennie na krótki przeciąg czasu.

### § 13.

#### **Dozór ogólny nad urządzeniami stacji wodnej.**

Niezależnie od wymienionych poszczególnych obowiązków, jak również ogólnych obowiązków każdego pracownika względem kolei, jak zabezpieczenie przed nieszczęśliwymi wypadkami z pociągami w razie zauważenia czegoś groźnego i pomocy w razie pożaru, maszynista stacji wodnej **powinien dbać o całość i sprawność wszystkich urządzeń stacji wodnej, nawet i tych, które nie są oddane jego pieczy.**

Spostrzegłszy uszkodzenie maszynista stacji wodnej powinien dać znać o tym zawiadowcy odcinka drogowego, w razach zaś ważnych i nagłych powiadomić swego zwierzchnika pisemnie lub telegraficznie.

Gdyby maszynista stacji wodnej zauważył, że ktoś zaorywa lub uszkadza ziemię nad rurami w granicach wyłączenia, co w zimie lub w czasie pory dżdżystej może być groźnym dla rur wodociągowych, powinien powiadomić o tym swego zwierzchnika lub zawiadowcę odcinka drogowego.

Chociaż podawanie wody na parowozy z żurawia wykonywa nalewacz stacyjny, z wyjątkiem żurawia naściennego przy samym budynku pompowni, maszynista stacji wodnej powinien obznajmić go z tą czynnością, a mianowicie, powinien wiedzieć o żurawiach pokrętnych:

- a) wylot żurawia zawsze powinien być ustawiony równolegle do torów i zabezpieczony od przekręcania;
- b) przy podejściu pod żuraw parowozu wolno obrócić żuraw dopiero po zatrzymaniu parowozu w miejscu właściwym, aby przedwczesne przekręcenie żurawia nie wywołało uszkodzeń parowozu lub ciągnionych przezeń wagonów, lub złamania samego żurawia;
- c) przy nalewaniu wody należy uważać, żeby rękaw żurawia tak nastawić do tendra, aby woda nie rozpryskiwała się i nie dopuszczać przelania się wody;
- d) otwieranie i zamykanie zaworu żurawia należy dokonywać powoli, aby nie wywołać uderzeń wody w rurach; zawór powinien być otwarty zupełnie dla możliwie prędkiego napełnienia tendra;
- e) po napełnieniu tendra i zakręceniu zaworu żuraw należy ustawić w pierwotnym położeniu, tj. równolegle do torów i zabezpieczyć od przekręcania się, przy czym zimową porą, o ile konstrukcja tego wymaga, należy żuraw odwodnić.

Jeżeli maszynista stacji wodnej potrzebuje pomocy, powinien zwracać się do zawiadowcy odcinka drogowego lub dozorczy budynków; po dokonaniu robót poświadczą pisemnie, ile zużytych było dniówek do wykonania roboty. O powyższym zawiadamia swego zwierzchnika.



**Posługiwanie się telegrafem.**

Maszyniście stacji wodnej wolno posługiwać się telegrafem tylko w razie pilnej potrzeby zawiadomienia Naczelnika Parowozowni (zawiadowcy parowozowni) o nieoczekiwanej przerwie działania urządzeń stacji lub żądania pomocy przy naprawie uszkodzeń, o ile zwykła korespondencja pisemna spowodowałaby przerwę w dostawie wody dla parowozów, względnie powiększenie tej przerwy.

**Zarządzenie**

MINISTERSTWA KOMUNIKACJI

W sprawie: próby sieci wodociągowych.

W celu utrzymania stacji wodnych nieczynnych dla celów trakcyjnych w stanie odpowiednim, należy dokonywać przynajmniej 2 razy do roku okresowe próby i oględziny techniczne w sposób następujący:

1. W okresie wiosennym, po odmarznięciu ziemi, należy poddać próbie na ciśnienie przewody tłoczne i rozprowadzające odcinkami odpowiedniej długości, tj. ograniczonymi zasuwami. Próbné ciśnienie powinno być 1,5-krotnie większe od maksymalnego ciśnienia roboczego, nie większe jednak niż o 1,5 atn od ciśnienia roboczego.

W końcowych punktach odcinków poddawanych próbie, powinny być ustawione manometry dla obserwacji spadku ciśnienia wskutek nieszczelności. Ciśnienie powinno być utrzymane w ciągu 15—20 minut. Ujawnione podczas próby usterki w sieci powinny być niezwłocznie naprawione.

2. Przed zimą na stacjach wodnych nieczynnych dla celów trakcyjnych, gospodarczych i przeciwpożarowych należy sieć wodociągową zbadać powtórnie, jednakże tylko na ciśnienie robocze, napełniając całkowicie zbiornik i całą sieć rozprowadzającą. Po dwóch dniach po napełnieniu zbiornika należy sprawdzić działanie wszystkich urządzeń, jak: zasuw, powietrzników, błotników, hydrantów, żurawi wodnych itp.

W wyniku tych badań i oględzin wszelkie usterki i niedokładności winny być niezwłocznie naprawione.





# SPIS RYSUNKÓW.

## Część pierwsza

### OGÓLNE POJĘCIE O KOLEJOWYCH STACJACH WODNYCH

	Str.
Rys. 1. Plan sytuacyjny stacji wodnej . . . . .	21
„ 2. Ujęcie źródła wody z rzeki lub stawu z drewnianą galerią i studnią zbiorczą . . . . .	23
„ 3. Ujęcie źródła wody z rzeki z murowaną studnią zbiorczą . . . . .	23
„ 3a. Ujęcie źródła wody z rzeki nowszej konstrukcji . . . . .	25
„ 4. Przekrój murowanej studni zbiorczej . . . . .	24
„ 5. Przekrój studni wierconej (artezyjskiej) . . . . .	28
„ 6. Przekrój i plan sytuacyjny lewarowego ujęcia źródła wody . . . . .	30
„ 7. Przekrój kosza (smoka) . . . . .	32
„ 7a. Przekrój kosza (smoka) . . . . .	32
„ 8. Szkice właściwego (prawidłowego) i błędnego ustawienia przewodu ssawnego . . . . .	33
„ 9. Przekrój wentylika powietrznego na przewodzie tłocznym . . . . .	35
„ 10. Przekrój studzienki z wentylikiem powietrznym (odpowietrznikiem) . . . . .	36
„ 11. Widok samoczynnego zaworu iglicowego z pływakiem (odpowietrznik) . . . . .	36
„ 12. Przekrój samoczynnego zaworu iglicowego z pływakiem (odpowietrznik) . . . . .	36
„ 13. Przekrój garnka-błotnika z pokrywą . . . . .	41
„ 14. Przekrój garnka-błotnika z zaworem grzybkowym . . . . .	41
„ 15. Przekrój studzienki na przewodzie tłocznym z błotnikiem . . . . .	41
„ 16. Przekrój kłapy bezpieczeństwa na przewodzie tłocznym . . . . .	42
„ 17. Przekrój studzienki na przewodzie tłocznym z zasuwą i klapą bezpieczeństwa . . . . .	42
„ 18. Przekrój zasuwki wodociągowej . . . . .	42
„ 19. Plan przewodu okalającego wleżę ciśnień . . . . .	43
„ 20. Schemat instalacji wodociągu powietrznego (hydroforowego) . . . . .	48
„ 21. Żuraw wodny obrotowy typu rosyjskiego . . . . .	54
„ 22. Głowica z ramieniem żurawia wodnego typu niemieckiego . . . . .	56
„ 23. Głowica z ramieniem żurawia wodnego typu austriackiego (dawnego) . . . . .	56
„ 24. Głowica z lejem żurawia wodnego typu Spitznera . . . . .	57
„ 25. Zasięg żurawia wodnego typu Spitznera . . . . .	58
„ 26. Hydrant pożarowy podziemny w studziencie drewnianej . . . . .	59
„ 27. Wentyl hydranta pożarowego . . . . .	59
„ 28. Hydrant pożarowy podziemny typu ulicznego z żelazną skrzynią, nie zamarzający, tj. zaopatrzony w samodiałający przyrząd do spuszczenia wody . . . . .	60
„ 29. Hydrant do przemycania kotłów parowozowych . . . . .	61

## Część druga

### POMPY

Rys. 30. Rys. Pomocniczy do wyjaśnienia ssania teoretycznego pod wpływem ciśn. atmosfer. . . . .	65
„ 31. „ „ „ „ „ „ „ „ „ „ „ . . . . .	65
„ 32. „ „ „ „ „ „ „ „ „ „ „ . . . . .	66
„ 33. Widok zewnętrzny pompy Worthington'a . . . . .	69
„ 34. Przekrój pompy Worthingtona z oznaczeniem poszczególnych części . . . . .	70
„ 35. Schemat działania rozrządu pary w pompie Worthingtona . . . . .	71
„ 36. Szkic pompy odśrodkowej z wałem poziomym . . . . .	75
„ 37. Szkic pompy odśrodkowej z wałem poziomym i z kołem kierunkowym . . . . .	75
„ 38. Przekrój pompy wirowej z kadłubem ślimakowym . . . . .	76
„ 39. Przekrój pompy odśrodkowej trzystopniowej z oznaczeniem poszczególnych części . . . . .	77
„ 40. Przekrój pompy odśrodkowej czterostopniowej pierścieniowej z wałem poziomym . . . . .	79
„ 41. Widok pompy głębinowej z motorem elektrycznym pionowym ustawionym nad studnią wierconą . . . . .	82
„ 42. Przekrój pompy głębinowej . . . . .	82
„ 43. Przekrój podwodnego elektrycznego zespołu pompowego, tj. zanurzonego bezpośrednio w studni wierconej, umieszczonego w dzwonie powietrznym . . . . .	84
„ 44. Widok podwodnego elektrycznego zespołu pompowego . . . . .	85

	Str.
Rys. 45. Przekrój podwodnego elektrycznego zespołu pompowego . . . . .	86
„ 46. Sposób ustawienia elektropompy głębinowej z silnikiem pracującym pod wodą w studni artezyjskiej . . . . .	87
„ 47. Schemat urządzenia pompy eżektorowej . . . . .	89
„ 48. Schemat urządzenia pompy „Mamut“ . . . . .	91
„ 49. Przekrój syfonu pompy „Mamut“, tj. połączenia rury powletrznej z rurą podnoszącą wodę . . . . .	91
„ 50. Mechanizm napędny i pompa żerdzinowa . . . . .	93
„ 51. Przekrój cylindra pompy żerdzinowej . . . . .	93
„ 52. Pompa korbowa pojedynczego działania . . . . .	95
„ 53. „ podwójnego działania tłokowa . . . . .	97
„ 54. „ podwójnego działania nurnikowa . . . . .	98
„ 55. „ stojąca trzycylindrowa do napędu pasowego . . . . .	98
„ 56. „ dwucylindrowa z podwójną przekładnią zębatą do napędu elektrycznego	100
„ 57. „ kalifornijska z przekładnią pasową i zębatą . . . . .	100
„ 58. Schemat instalacji pulsometru . . . . .	103
„ 59. Schemat instalacji pulsometru umieszczonego na moście . . . . .	103
„ 60. Przekroje pulsometru Körtinga . . . . .	104
„ 61. Przekroje pulsometru Neuhaus'a . . . . .	104

### Część trzecia

#### KOTŁY PAROWE I SILNIKI

Rys. 62. Szkic cylindra z tłokiem dla wyjaśnienia pracy kotła parowego . . . . .	109
„ 63. Kocioł Lachapelle'a . . . . .	111
„ 64. „ stojący płomieniówkowy . . . . .	113
„ 65. „ stojący Szuchowa . . . . .	114
„ 66. „ lokomobilowy . . . . .	116
„ 67. „ leżący dwupłomienicowy — lankaszyński . . . . .	117
„ 68. „ wodnorurkowy typu L i C. Steinmüllera . . . . .	119
„ 69. Ściągacz komór wodnych . . . . .	120
„ 70. Pokrywkę otworów w komorach wodnych . . . . .	120
„ 71. Płyta oporowa dla komór wodnych . . . . .	121
„ 72. Schemat maszyny parowej z oznaczeniem głównych części. . . . .	132
„ 73. Szkic maszyny parowej dla wyjaśnienia zależności ruchu tłoka od obrotu korby . . . . .	134
„ 74. „ „ „ „ „ „ „ „ „ „ „ . . . . .	135
„ 75. „ „ „ „ „ „ „ „ „ „ „ . . . . .	135
„ 76. Szkic suwaka płaskiego i kanałów parowych w cylindrze . . . . .	137
„ 77. „ mimośrodowi . . . . .	137
„ 78. „ działania mimośrodu suwakowego . . . . .	138
„ 79. „ konstrukcji suwaka płaskiego pojedynczego . . . . .	138
„ 80. „ działania suwaka płaskiego pojedynczego . . . . .	139
„ 81. „ suwaka podwójnego Rider'a . . . . .	142
„ 82. „ suwaka podwójnego Meyer'a . . . . .	142
„ 83. Maszyna parowa stojąca (przekrój i widok) . . . . .	143
„ 84. Widok regulatora dwuwahadłowego . . . . .	144
„ 85. Przekrój regulatora dwuwahadłowego . . . . .	144
„ 86. Maszyna parowa z mechanizmem przenoszenia ruchu (z przekładnią) na pompę . . . . .	145
„ 87. Zbiornik do płynnego paliwa . . . . .	151
„ 88. Regulator piski . . . . .	153
„ 89. Przekrój silnika „Ursus“. . . . .	155
„ 90. „ silnika „Perkun“ (pionowego) . . . . .	156
„ 91. „ pompy paliwowej . . . . .	157
„ 92. „ wtryskiwacza i rozpylacza . . . . .	158



	Str.
Rys. 93. Przekrój i widok silnika „Lech” . . . . .	162
„ 94. 4 schematy jednego okresu pracy w silniku Diesela dwusuwowym . . . . .	164
„ 95. Dynamometr tarciový . . . . .	166
„ 96. Widok silnika trójfazowego krótkospiętego . . . . .	169
„ 97. „ silnika trójfazowego z pierścieniami . . . . .	170
„ 98. „ przełącznika z gwiazdy w trójkąt . . . . .	171
„ 99. Schemat połączenia rozrusznika z silnikiem trójfazowym z pierścieniami . . . . .	171
„ 100. Widok oporników z chłodzeniem powietrznym, stosowanych do silników z pier-	
„ 101. ścieniami . . . . .	172
„ 102. Widok opornika z chłodzeniem za pomocą oliwy, stosowanego do silników z pier-	
„ ścieniami . . . . .	172
„ 102a. Tablica rozdzielcza nieokapturzona . . . . .	172
„ 102b. Tablica rozdzielcza okapturzona . . . . .	173

### Część czwarta

#### SPRĘŻARKI (KOMPRESORY) POWIETRZNE

	Str.
Rys. 103. Zespół sprężarkowy jednostopniowy przenośny z napędem elektrycznym . . . . .	178
„ 104. Zespół sprężarkowy jak wyżej lecz czterocylindrowy i przewoźny . . . . .	178
„ 105. Układ mechanizmu korbowego powyższych zespołów sprężarkowych . . . . .	180
„ 106. Urządzenie regulujące pracę sprężarek . . . . .	181
„ 107. Sprężarka tłokowa dwustopniowa pojedynczego działania do napędu pasowego (fotografia) . . . . .	184
„ 108. Jak wyżej (przekrój) . . . . .	187
„ 109. Wentyl tłoczny i ssawny. . . . .	190
„ 110. Dławik . . . . .	190
„ 111. Przyrząd regulujący ciśnienie . . . . .	194
„ 112. Urządzenie do regulowania pracy sprężarki przez otwarcie wentyla ssawnego . . . . .	195
„ 113. Urządzenie do regulowania pracy sprężarki przez otwarcie wentyla ssawnego a następnie zatrzymanie sprężarki (regulacja lbach) . . . . .	196

### Część piąta

#### RUROCIĄGI I MATERIAŁY DO ICH BUDOWY

	Str.
Rys. 114. Sposób zakładania sznura i uszczelniania ołowiem płynnym kielicha . . . . .	215
„ 115. Szczeliwo z wełny ołowianej . . . . .	215
„ 116. Uszczelnienie kielicha z wełny ołowianej (przekrój) . . . . .	216
„ 117. Szkice naprawy pękniętych rur za pomocą nasuwek. . . . .	223
„ 118. Przemyswanie rurociągu za pomocą bryłek lodu . . . . .	233
„ 119. Skrzynka do czyszczenia rur za pomocą przyrządu turbinowego . . . . .	234
„ 120. Przyrząd turbinowy do czyszczenia przewodów prostych . . . . .	235
„ 121. Sposób oczyszczania rurociągu za pomocą przyrządów turbinowych . . . . .	235
„ 122. Przyrząd turbinowy do czyszczenia przewodów na łukach . . . . .	236
„ 123. Urządzenie do badania szczelności przewodów wodociągowych . . . . .	241

# SPIS TABLIC.

	Str.
Tablica I. Plany i przekroje pompowni z mieszkaniami maszynistów . . . . .	37
„ II. Plany i przekroje wieży ciśnień murowanej z 1 żelaznym zbiornikiem . . . . .	39
„ III. Plany i przekroje wieży ciśnień murowanej z 2 żelaznymi zbiornikami. Pom-pownia umieszczona nad studniami wierconymi . . . . .	45
„ IV. Plany wieży żelazobetonowej . . . . .	49
„ V. Główne wymiary niektórych pomp Worthington'a . . . . .	74
„ VI. Główne wymiary niektórych pomp odśrodkowych . . . . .	80
„ VII. Główne wymiary niektórych pomp żerdzinowych . . . . .	94
„ VIII. Główne wymiary pomp tłokowych trzycylindrowych . . . . .	99
„ IX. Główne wymiary kotłów Lachapelle'a . . . . .	112
„ X. Główne wymiary silników „Lech“ . . . . .	163
„ XI. Sprężarki dwustopniowe L. Zieleniewskiego i Fitzner Gampera . . . . .	186
„ XII. Niemieckie normy rur żeliwnych . . . . .	206
„ XIII. Rury lane kołnierzowe i kielichowe wg V Zjazdu wodociągowego, tj. normy warszawskie . . . . .	208
„ XIV. Polskie normy rur żeliwnych . . . . .	210
„ XV. Znakowanie kształtek . . . . .	212
„ XVI. Zużycie materiałów do uszczelnienia 1 kielicha . . . . .	217
„ XVII. Normy polskie nasuwek niedzielonych . . . . .	221
„ XVIII. Normy niemieckie nasuwek dwudzielnych żeliwnych . . . . .	222
„ XIX-XXI. Zasuwy do wody . . . . .	226
„ XXII. Ilości przepływające i straty wskutek tarcia w przewodach rurowych przy urządzeniach pompowych . . . . .	244

## ŹRÓDŁA.

### PODRĘCZNIKI

- Inż. H. Bethmann: Die Pumpen, deren Berechnung und Konstruktion. 1912 r.  
 J. Brosius i R. Koch: Szkoła maszynisty, tłumaczenie polskie.  
 Z. Ciechanowski, M. Matakiewicz i K. Pomianowski: Zasady budowy wodociągów. 1914 r.  
 N. A. Derjugin: Eksploatacja żelaznodorożnych wodosnabżeńi. 1937 r.  
 Inż. I. Filipow: Zeleznodorożnoje wodosnabżenje.  
 Jan Kopczyński: Studnie. 1935 r.  
 F. A. Makarenko: Remont i eksploatacja parowych nasosow Worthingtona. 1937.  
 Przepisy i instrukcje obowiązujące na P. K. P.  
 Podręczniki wyszkolenia oddziałów K. P. W.  
 Polski Kalendarz Techniczny.  
 Inż. Wł. Siadek: Koszta eksploatacji sprężarek. Odbitka z czasopisma „Technik”, nr 9 z 1937 r.  
 Technik (polskie wydanie kalendarza „Hütte”).  
 Tęplotekhnika, część II pod redakcją prof. B. M. Tarjewa. 1938 r.  
 A. W. Tiejłow: Wodosnabżenie na żelaznodorożnom transportie. 1939 r.  
 M. I. Wenediktow: Kurs żelaznodorożnego wodosnabżenia 1931 r.  
 Inż. S. Zientarski: Kotły parowe. 1910 r.

### KATALOGI FIRM:

- AMAG-Hilpert-Pegnitzhütte Nürnberg O.  
 Bauer Maurycy. Fabryka Maszyn i Odlewnia Żelaza, Łódź.  
 Born & Schütze. Fabryka maszyn i kotłów, Toruń.  
 „Ekonom”, Łódzka fabryka motorów, Łódź.  
 „Hydrofor”, Warszawa.  
 Krausewerk G. M. B. H., Neusalz (Oder).  
 Langensiepen Tow. Akc. i Ska, Warszawa.  
 M. Łempicki i Ska, Warszawa—Sosnowiec.



Polskie Tow. Budowy Pomp S. z o. o., Kraków.  
„Perkun”, Tow. Fabryki Motorów, Warszawa.  
Rohn, Zieliński i Ska, Warszawa.  
Schaeffer i Budenberg, Armatura, Warszawa.  
„Sirjus”, Fabryka pomp, Warszawa.  
„Stocznia Gdańska”, Warszawa—Gdańsk.  
K. Szpotański i Ska S. A., Warszawa.  
Triton Sp. z o. o., Katowice.  
T. S. Trębicki, Pompy, Warszawa—Grodzisk.  
„Ursus”, Warszawa.  
„Węgierska Górka”, Odlewnia rur i żelaza.  
„Wlepowana” Sp. Akc., Poznań.  
L. Zieleniewski, Fitzner, Gamper, Sosnowiec.  
„Zakłady Ostrowieckie”, Warszawa, oraz Innych.

#### CZASOPISMA:

„Inżynier kolejowy”. Rocznik VII, nr 7 Przeglądu Zagranicznego Piśmiennictwa Kolejowego.  
„Gaz, woda i technika sanitarna 1938 r., nr 9.  
„Technik”, 1937 r., nr 9.  
Poradnik praktyczny dla pracowników kol. (K. P. W.) nr 8 i nr 9 z 1938 r., oraz inne.





**SPIS**  
**WYDAWNICTW TECHNICZNYCH**  
**MINISTERSTWA KOMUNIKACJI**

NR

1. **Hamulce kolejowe**, inż. Mieczysław Zabłocki, Wyd. 1935 r., str. 366, rys. 124 i 4 kolorowe tablice. Cena w oprawie 3 zł. Wyczerpane.
- 1a. **Hamulce kolejowe**, inż. Mieczysław Zabłocki, Wyd. 2. 1936 r., str. 366, rys. 124 i 4 kolorowe tablice. Cena w oprawie 3 zł. Wyczerpane.
2. **Spawanie elektryczne**, inż. Anatol Bieliński, Wyd. 1935 r., str. 225, rys. 348. Cena w oprawie 2 zł 50 gr. Wyczerpane.
3. **Regulowanie rozrzędu pary**, inż. Michał Krajewski, Wyd. 1935 r., str. 56, rys. 42 na oddzielnych tablicach. Cena w oprawie 1 zł 50 gr. Wyczerpane.
4. **Gospodarka taborowa na Polskich Kolejach Państwowych**, Robert Ceceniowski, Wyd. 1935 r., str. 87, rys. 28, tabl. 9. Cena w oprawie 1 zł 50 gr. Wyczerpane.
- 4a. **Gospodarka taborowa na Polskich Kolejach Państwowych**, Robert Ceceniowski, Wyd. 2. 1936 r., str. 94, rys. 28, tabl. 9. Cena w oprawie 1 zł 50 gr. Wyczerpane.
5. **Kolejki linowe**, inż. Eugeniusz Raabe, Wyd. 1936 r., str. 248, rys. 160. Cena w oprawie 3 zł.
6. **Technologia i technika malarsko-lakiernicza**, inż. Kazimierz Pajewski, Wyd. 1937 r., str. 431, rys. 19. Cena w oprawie 3 zł 50 gr.
- **XII Zjazd Techniczny Inżynierów Wydziałów Mechanicznych w Poznaniu 13, 14 i 15 listopada 1936 r.** Protokół obrad i referaty. Wyd. 1937 r., str. 234, rys. 46, tablic 47. Niesprzedane.
7. **Wagony towarowe**, Franciszek Przedziecki, Wyd. 1937 r., str. 185, rys. 162. Cena w oprawie 2 zł 50 gr.
8. **Komunikacja lotnicza**, dr inż. Tomasz Kluz, Wyd. 1937 r., str. 398, rys. 61, tablic 354. Cena w oprawie 3 zł 50 gr.
9. **Geografia kolejowa Polski**, z uwzględnieniem stosunków gospod.-komunikacyjnych, dr Teofil Bisaga, Wyd. 1938 r., str. 277, rys. 66, tabl. 53, 1 mapa kolorowa. Cena w oprawie 3 zł 50 gr.
- **XIII Zjazd Techniczny Inżynierów Wydziałów Mechanicznych w Bydgoszczy 19, 20 i 21 listopada 1937 r.**, Protokół obrad i referaty. Wyd. 1938 r., str. 265, rys. 57, tablic 42. Niesprzedane.
10. **Obsługa pędni warsztatowych**, Feliks Oczykowski, inż. Przem. Belg, Wyd. 1938 r., str. 191, rys. 88, tabl. 9, wykres 1. Cena w oprawie 2 zł 50 gr.

NR

11. **Kolejowa służba drogowa**, inż. Edmund Chwaścicki. Opracowanie pod redakcją inż. Zygmunta Gidlewskiego przy współpracy 7 inżynierów. Wyd. 1939 r., dwa tomy, str. 891, rys. i fot. 818, tabl. 47. Cena w oprawie po 3 zł 50 gr za każdy tom.
12. **Walka z korozją żelaza**, inż. Kazimierz Pajewski. Wyd. 1939 r., str. 332, rys. 61, tabl. 44. Cena w oprawie 3 zł 50 gr.
13. **Podstawy rozwoju sieci komunikacyjnej w Polsce**, inż. Mieczysław Łopuszyński. Wyd. 1939 r., str. 579, wykresów 129, tablic 208. Cena w oprawie 3 zł 50 gr.
14. **Dźwigi osobowe i towarowe**, inż. Eugeniusz Raabe. Wyd. 1939 r., str. 260, rys. 280. Cena w oprawie 3 zł 50 gr.
15. **Długotrwałe rozłamy elementów taboru kolejowego**, inż. Ignacy Strausfogel. Wyd. 1939 r., str. 118, rys. i fot. 86, tablic 13. Cena w oprawie 2 zł 50 gr.
- **XIV Zjazd Techniczny Inżynierów Wydziałów Mechanicznych w Wilnie 18, 19 i 20 listopada 1938 r.**, Protokół obrad i referaty. Wyd. 1939 r., str. 351, rys. 50, tablic 55. Niesprzedane.
16. **Wodociągi kolejowe**, Aleksander Luciński. Wyd. 1939 r., str. 262, rys. 127, tablic 22. Cena w oprawie 3 zł 50 gr.

### W druku.

- 1b. **Hamulce kolejowe**, inż. Mieczysław Zabłocki. Wydanie trzecie uzupełnione 1939 r.
- **Spawanie elektryczne**, inż. Anatol Bieliński. Wydanie drugie uzupełnione.
- **Turystyka w życiu gospodarczym**, mgr Zygmunt Filipowicz.
- **Urządzenia elektrotechniczne komunikacyjnej służby łączności**, inż. Tadeusz Kuliszewski.
- **Metaloznawstwo praktyczne**, inż. Jan Obrębski.
- **Podstawy analizy robót drogowych i mostowych**. Praca zbiorowa.

### Przygotowane do druku.

- **Sygnalizacja kolejowa**, inż. Julian Piasecki.
- **Tory stacyjne**, inż. Tadeusz Mazurek.
- **Kolejowa służba mechaniczna**, praca zbiorowa inżynierów pod redakcją inż. Jana Dybowskiiego.

### W opracowaniu.

**Bibliografia kolejnictwa polskiego.**

**Budowle wodne.**

**Kolejowa gospodarka opałowa.**

**Kolejowa gospodarka warsztatowa w Rzeszy Niemieckiej.** Tłumaczenie z niemieckiego pod redakcją inż. Jana Zakrzewskiego.

**Kolejowa służba ruchu.**

**Księgowość kolejowa.**

**Maszyny do budowy wodnych.**

**Parowóz.**

**Porty rzeczne.**

**Tabor trakcji elektrycznej.**

**Wagi kolejowe.**

**Wagony kolejowe.**









BG Politechniki Śląskiej

nr inv.: 102 - 136590



**Dyr.1 136590**