

DROGI ŻELAZNE.

*Dot. 3. L. Krowczyński*

# DROGI ŻELAZNE.

TABOR I TECHNIKA RUCHU KOLEJOWEGO. — PROJEKTOWANIE DROGI ŻELAZNEJ.

BUDOWA SPODNIA I WIERZCHNIA. — POŁĄCZENIA TORÓW. STACJE.

SYGNALIZACJA I URZĄDZENIA ZABEZPIECZAJĄCE.

NAPISAŁ

**ALEKSANDER WASIUTYŃSKI**

INŻYNIER KOMUNIKACJI ADJUNKT INSTYTUTU

INŻYNIER DYREKCJI DR. ŻEL. WARSZAWSKO-WIEDEŃSKIEJ

PROFESOR ZWYCZAJNY INSTYTUTU POLITECHNICZNEGO WARSZAWSKIEGO.

*Dot. B. 1139  
1141  
2 890 1119  
B 1411 C 7317-20*

*M. O.*

Z 528 rysunkami w tekście i dwiema tablicami kolorowymi.

Wydane z zapomogi Kasy pomocy dla osób pracujących na polu naukowem  
imienia d-ra med. Józefa Mianowskiego.

Cena rb. 3 kop. 60.

**WARSZAWA**

SKŁAD GŁÓWNY W KSIĘGARNI E. WENDE i S-ka (T. HIŻ i A. TURKUŁ).

1910.



B. 6873

Druk Rubieszewskiego i Wrotnowskiego, Włodzimierska 3/5.

Na treść książki niniejszej złożyły się wykłady moje o drogach żelaznych na wydziale inżyniersko-budowlanym instytutu politechnicznego warszawskiego.

Taki zakres tej pracy wpłynął na jej układ i objętość.

Słuchacze wydziału inżyniersko-budowlanego nie przechodzą kursu o parowozach, który jest wykładany tylko na wydziale mechanicznym. Wynikła stąd potrzeba podania im o ustroju taboru kolejowego, o oporze pociągów i o pracy parowozów choć krótkich wiadomości, bez których rozdziały o projektowaniu drogi żelaznej nie byłyby zrozumiałe. Zresztą cały ustrój kolei żelaznej winien być zastosowany do ustroju taboru i właściwości ruchu kolejowego, dla tego też od rozpatrzenia tych ostatnich rozpocząłem mój wykład.

Nie ulega również wątpliwości, że budowa drogi żelaznej winna być opartą na potrzebach przyszłej eksploatacji. Budowa i eksploatacja tak są ze sobą związane, że traktować którykolwiek z tych działów osobno można tylko w przypuszczeniu, że drugi dział jest już słuchaczowi zkadınad znany. Dlatego też wydało mi się w danym przypadku najodpowiedniejszym pomieszczenie krótkich wiadomości, odnoszących się do eksploatacji dróg żelaznych, na wstępie do odpowiednich rozdziałów o budowie. Oddzielny, zupełniejszy wykład eksploatacji dróg żelaznych byłby zapewne pożądany, jednakże zawierałby on w znacznej części powtórzenie wiadomości, które dla powyżej wymienionych względów zostały już podane wcześniej.

Poszczególnym działom niniejszego dzieła starałem się dać zakres, odpowiadający znaczeniu, jakie posiadać mogą dla przyszłego inżyniera budowniczego. Szczegóły skadınad zajmujące, które poza ten zakres wykraczały, pominąłem, aby nie przeciążać wykładów. Życzący sobie pogłębić swoje wiadomości znajdą w końcu tego dzieła wskazówki, dotyczące literatury książkowej każdego działu, jako też wykaz czasopism technicznych, które zawierają wiele prac bardzo cennych i dają najlepszy obraz rozwoju nauki o drogach żelaznych i stanu jej współczesnego.

Kraj nasz posiada linie kolejowe o torze normalnym zagranicznym i rosyjskim i nasza mała sieć kolejowa jest jakby łącznikiem pomiędzy dwiema olbrzymiami

sieciami wschodu i zachodu, technicznie odmiennymi. Wynikła stąd, nie bez korzyści dla technika kolejowego, konieczność traktowania równolegle ustrojów, odnoszących się do kolei żelaznych obu szerokości.

Po wyłożeniu zasadniczem każdego przedmiotu, podałem główne przepisy, które w tym przedmiocie obowiązują na drogach żelaznych w Państwie Rosyjskiem i zagranicą, oraz krótką wiadomość o kosztach urządzeń i robót, mając na względzie, że ocena techniczna tychże nabiera znaczenia praktycznego dopiero w połączeniu z oceną ekonomiczną.

Wywody teoretyczne starałem się oprzeć na spostrzeżeniu i statystyce i sprawdzić doświadczalnie, zużytkowując po części badania i prace moje, wydane poprzednio, i kierując się wskazówkami długoletniej praktyki przy budowie i eksploatacji dróg żelaznych. Może więc niniejsza praca moja, pomimo braków, których uzupełnić nie zdołałem, okaże się pożyteczną nie tylko młodzieży, sposobiącej się do zawodu inżynierskiego na drogach żelaznych, lecz również technikom już w tym zawodzie pracującym.

Pod względem słownictwa technicznego starałem się unikać zarówno użycia niepotrzebnego wyrazów cudzoziemskich, jak i sztucznego tworzenia wyrazów nowych, nie odpowiadających duchowi języka. Nazw i wyrażeń, po głębokiem zastanowieniu przyjętych, nie uzasadniam, gdyż mam to przekonanie, że najbardziej przekonujące wyjaśnienia nie obronią tego, czego poczucie językowe ogółu nie przyjmie, a życie nie uświęci.

W wydaniu tej pracy mojej okazywali mi stałą pomoc pp. inżynierowie Stanisław Babiński i Tadeusz Soczyński, za co składam im, jako też wszystkim, którzy mi udzielali swojej rady i wskazówek, serdeczne podziękowanie.

Warszawa w maju 1910 r

*Autor.*

# SPIS RZECZY.

## Wstęp.

	Str.
1. Notatki historyczne. Przewaga dróg żelaznych parowozowych . . . . .	1 ✓
2. Charakterystyka dróg żelaznych parowozowych. Korzyści z nich wynikające. Stosunek dróg żelaznych do innych komunikacji. . . . .	3
3. Skutki ekonomiczne i cywilizacyjne pobudowania dróg żelaznych . . . . .	6 ✓

## Dział I. Tabor i technika ruchu kolejowego.

### ✓ Rozdział I. Spód pojazdu kolejowego.

1. Ogólny ustrój spodu. . . . .	10
2. Właściwości ruchu po torze szynowym . . . . .	13
3. Urządzenia ułatwiające przejście taboru po łukach . . . . .	15

### ✓ Rozdział II. Wagony.

Ogólny ustrój wagonów. Dane dotyczące wagonów osobowych i towarowych dróg żelaznych rosyjskich i zagranicznych . . . . .	18
--	----

### ✓ Rozdział III. Parowozy.

1. Ogólny ustrój parowozu . . . . .	22
2. Praca parowozu. Siła pociągowa parowozu. Przyczepność kół do szyn. Prężność pary wskazana. Moc parowozu. Wydajność kotła. Średni rozchód wody i paliwa . . . . .	27
3. Dane doświadczalne do określenia pracy parowozu. a) Tablice Grove'go 29. — b) Wzory prof. Petrowa 31. — c) Spostrzeżenia pruskich dróg żel. rządowych. Wzory Frank'a i Borries'a 32 — d) Badania Dedouits'a i Nadal'a 33. — e) Badania Goss'a 36.	
4. Najmniejsza i największa szybkość parowozu. Sprawność parowozu . . . . .	36
5. Typy parowozów. Parowozy osobowe, towarowe i manewrowe. Ilość i średnica kół napędnych. Parowozy beztendrowe. Parowozy jednoprzężne i dwuprzężne. Tendry. Ciężar i koszt parowozów i tendrów . . . . .	38

### Rozdział IV. Opór pociągów.

✓ 1. Rozbiór części składowych oporu pociągów. Opór na prostej poziomej, na pochyleniach i w łukach. Bezwładność pociągu . . . . .	41
2. Sposoby doświadczalne określania siły pociągowej parowozu i oporu pociągu . . . . .	46
3. Wyniki doświadczalnego określania oporu pociągów. a) Wzory Pambour'a, Harding'a, Clark'a, Vuillemin'a, Guebhard'a i Dieudonné'go 53. — b) Badania Dedouits'a 54. — c) Badania Frank'a 54. — d) Badania Goss'a 56. — e) Badania oporu na łukach 57. — f) Wzór prof. Petrowa 57.	



### ✓ Rozdział V. Hamulce.

1. Zwolnienie biegu i zatrzymanie pociągu. Hamulce ręczne i zespolone. Hamulce samoczynne. Ogólny ustrój hamulców Westinghouse'a . . . . . 59
2. Największa siła hamowania. Nacisk klocków hamulcowych. Długość drogi, na jakiej pociąg może być zahamowany. Procent osi hamownych . . . . . 64

### ✓ Rozdział VI. Pociągi i ich ruch.

1. Klasyfikacja i skład pociągów. Szybkość pociągów . . . . . 67
2. Szybkość pociągu w zależności od profilu linii. Oznaczenie czasu biegu pociągu . . . . . 71
3. Najkorzystniejsza szybkość pociągów towarowych . . . . . 78
4. Zaopatrywanie parowozów pociągowych w wodę i paliwo . . . . . 81
5. Rozkład jazdy pociągów. Wykresy jazdy . . . . . 85

## Dział II. Projektowanie drogi żelaznej.

### Rozdział I. Zyskowność budowy dróg żelaznych.

1. Zyskowność budowy drogi żelaznej z punktu widzenia społecznego i państwowego. Zysk państwowy z budowy drogi żelaznej i dalszego rozwoju sieci kolejowej . . . . . 88
2. Zyskowność budowy drogi żelaznej z punktu widzenia jej dochodowości bezpośredniej . . . . . 91

### ✓ Rozdział II. Poszukiwania handlowe.

Określenie ilości przewozu na zasadzie danych o ruchu po drogach zwykłych i o załadunku miejscowości. Obwód stacyi kolejowej. Dane statystyczne . . . . . 92

### ✓ Rozdział III. Typy dróg żelaznych parowozowych . . . . . 95

1. Klasyfikacja dróg żelaznych pod względem technicznym.
  - a) Warunki terenu. Drogi żelazne równinne, podgórskie i górskie 96. — b) Ustrój toru. Normalna szerokość toru. Drogi żelazne wąskotorowe. Ilość torów głównych 98. — c) Szybkość pociągów 101.
2. Klasyfikacja dróg żelaznych według ich przeznaczenia. Linie kolejowe magistralne. Drogi żelazne drugorzędne i trzeciorzędne. Kolejki polowe i przenośne. . . . . 101
3. Klasyfikacja dróg żelaznych przyjęta w Państwie Rosyjskiem. Linie kolejowe główne. Drogi żelazne pierwszorzędnego i drugorzędnego znaczenia. Kolejce dojazdowe. Przepisy dotyczące dróg żelaznych . . . . . 103

### Rozdział IV. Wiadomości ogólne o kosztach budowy i eksploatacyi dróg żelaznych parowozowych.

- ✓ 1. Koszta budowy dróg żelaznych parowozowych . . . . . 105
- ✓ 2. Koszta eksploatacyi dróg żelaznych parowozowych. . . . . 108
3. Wydatki eksploatacyjne rozmaitych kategorii na jednostkę mierników. . . . . 111
4. Całkowity rozchód roczny. Zyski z ruchu osobowego i towarowego . . . . . 114

### Rozdział V. Warunki techniczne projektowania dróg żelaznych parowozowych.

- ✓ 1. Kształt linii kolejowej w profilu i w planie . . . . . 116
  - a) Wzniesienie miarodajne 116. — b) Wzniesienia przebiegane siłą rozpędu 118. — c) Zmniejszenie pochylenia krańcowego w tunelach 119. — d) Wzniesienie miarodajne linii kolejowej o ruchu towarowych niejednakowym w obu kierunkach 119. — e) Szlaki górskie. Trakcyja podwójna. Pchanie pociągów 120. — f) Pochylenia szkodliwe i nieszkodliwe 121. — g) Największa wysokość wzniesienia ciągłego 122. — h) Strata wzniesienia 123. — i) Zaokrąglenia profilu podłużnego w punktach załamania 124. — j) Promienie łuków linii kolejowej w planie 125. — k) Krzywe przejściowe. Wstawki proste 125. — l) Praca siły pociągowej na łukach 127. — m) Pochylenie zastępcze linii kolejowej 127.
2. Rozmieszczenie stacyi. Zdolność przepustowa i przewozowa drogi żelaznej. Mijanki . . . . . 128
3. Rozmieszczenie parowozowni i wodociągów . . . . . 131
- ✓ 4. Wyznaczenie linii kolejowej pod względem stateczności i trwałości torowiska. Roboty ziemne . . . . . 133

✓ 5. Przecięcie rzek i parowów . . . . .	135
6. Krzyżowanie dróg . . . . .	142
<b>Rozdział VI. Poszukiwania techniczne . . . . .</b>	<b>147</b>

1. Poszukiwania ogólnikowe.
  - a) Nakreślenie linii na mapach 148. — b) Rozpoznanie miejscowości 148. — c) Pomiary i poziomowanie linii przy poszukiwaniach ogólnikowych 152. — d) Porównanie różnych kierunków projektowanej linii 153.
2. Poszukiwania szczegółowe.
  - a) Sposoby wyznaczenia najkorzystniejszego położenia linii kolejowej. Linie próbne. Zdjęcia planów z oznaczeniem warstwic 159; — b) Wytykanie, pomiary i poziomowanie linii 162. — c) Plany i profile linii 164. — d) Skład projektu przedwstępnej drogi żelaznej 165. — e) Poszukiwania ostateczne, ostateczny projekt drogi żelaznej i jego wykonanie 167.

### **Dział III. Budowa spodnia i wierzchnia.**

#### **Rozdział I. Budowa spodnia.**

1. Rodzaje odkształceń gruntu i budowli ziemnych oraz ich przyczyny . . . . .	170
Zapadliny na dr. żel. Samarsko-Złotoustowskiej. . . . .	171
2. Stoki nasypów i wykopów kolejowych . . . . .	173
3. Wzmacnianie stoków. Obsiewanie, darniowanie, brukowanie, płotki i wiązki (faszyny) . . . . .	175
4. Normalny przekrój poprzeczny torowiska w wykopach. Rowy poboczne. Odkłady. Rowy górne ochronne. Odwodnienie wykopów. Rowki odsączające. Przypory . . . . .	176
Dojście linii kolejowej z Timiraziewa do Niżnego Nowogrodu po pochyłości nad r. Oką . . . . .	179
5. Normalny przekrój poprzeczny torowiska w nasypach. Rowy górne ochronne i ukopy (rezerwy) przy nasypach . . . . .	180
6. Posadowienie nasypów. Nasypy na pochyłościach. Narzuty z kamieni. Mury oporowe. Nasypy na gruntach błotnistych i torfiastych. Karczowanie pni . . . . .	181
7. Materiał na nasypy. Warunki jego zdatności. Osiadanie nasypów . . . . .	182
8. Osuwanie i rozplywanie się nasypów, ich przyczyny, środki zapobiegania i naprawa . . . . .	183
Nasyp Teligulski na dr. żel. Południowo-Zachodnich . . . . .	185
9. Szerokość i kształt torowiska na linii i na stacyach. Szerokość międzytorza . . . . .	187

#### **Rozdział II. Budowa wierzchnia pierwszych dróg żelaznych. Szyny Stephenson'a i Vignoles'a. Rodzaje podpór szynowych . . . . .**

189

#### **Rozdział III. Ogólny kształt toru kolejowego w planie i w profilu.**

1. Szerokość toru w linii prostej. Luz między obrzeżem obręczy i szyną . . . . .	193
2. Poprzeczne pochylenie szyn . . . . .	195
3. Położenie szyn na wysokość . . . . .	195
4. Szerokość toru w łukach . . . . .	195
5. Podwyższenie szyny zewnętrznej w łukach . . . . .	197
6. Przejście od normalnego położenia szyn w linii prostej do położenia przyjętego w łukach . . . . .	200
7. Krzywe przejściowe . . . . .	201
8. Zaokrąglenia profilu podłużnego linii w punktach załamania . . . . .	207

#### **Rozdział IV. Sprężystość budowy wierzchniej.**

1. Sprężystość toru kolejowego. Przyrządy do badania sprężystych odkształceń toru . . . . .	207
2. Ścisłość balastu i gruntu. Współczynniki podłoża, balastu i torowiska. Współczynniki sprężystości stali szynowej i drzewa . . . . .	210

#### **Rozdział V. Zasady obliczenia naprężeń i odkształceń budowy wierzchniej.**

1. Belka na ciągłym podłożu sprężystym . . . . .	214
2. Osiadanie i ugięcie podkładów . . . . .	216
3. Nacisk szyny . . . . .	217



4. Ugięcie szyny . . . . .	219
5. Osiadanie szyny pomiędzy podporami i nad niemi. Ogólna sprężystość toru . . . . .	224
<b>Rozdział VI. Działanie dynamiczne taboru na tor kolejowy.</b>	
1. Siły pionowe . . . . .	225
a) Uginanie się szyn 226. — b) Rozmieszczenie niesymetryczne masy koła względem osi obrotu 227. — c) Wahania resorów 229.	
2. Siły poziome . . . . .	232
<b>Rozdział VII. Balast.</b>	
1. Znaczenie balastu. Skutki jego braku . . . . .	234
2. Materiały używane na balast i ich właściwości . . . . .	235
3. Sprężystość balastu . . . . .	236
4. Przekrój poprzeczny warstwy balastu . . . . .	237
<b>Rozdział VIII. Podkłady.</b>	
1. Podkłady drewniane. Ich wymiary i obróbka . . . . .	240
2. Gatunki i własności drzewa używanego na wyrób podkładów . . . . .	243
3. Trwałość podkładów. Zależność jej od typu budowy wierzchniej . . . . .	244
4. Nasycanie podkładów . . . . .	245
5. Podkłady metalowe. Kształt ich przekroju poprzecznego . . . . .	246
6. Długość i kształt przekroju podłużnego podkładów metalowych . . . . .	248
7. Ciężar podkładów metalowych, ich trwałość i zyskowność stosowania . . . . .	249
8. Podkłady żelazno betonowe . . . . .	250
<b>Rozdział IX. Szyny.</b>	
1. Materiał i wyrób szyn . . . . .	251
2. Własności stali szynowej. Próby szyn . . . . .	252
3. Przekrój szyny.	
a) Uwagi ogólne. Rozmieszczenie materiału w przekrojach szyn Stephenson'a i Vignoles'a 254. — b) Stosunek szerokości stopy do wysokości i kształt stopy w szynie Vignoles'a 257. — c) Szerokość i wysokość główki szyny. Ścieranie się główki 258. — d) Kształt główki i połączenie jej z sztyką szyny 259. — f) Naprężenia w szynach, ich ciężar i długość. Wzmocnienie budowy wierzchniej. Normalne typy szyn 260.	
<b>Rozdział X. Przytwierdzenie szyn do podkładów.</b>	
1. Szyny o stopie płaskiej . . . . .	264
2. Szyny o dwóch główkach. . . . .	267
3. Przytwierdzenie szyn do podkładów metalowych . . . . .	268
<b>Rozdział XI. Złącza szynowe.</b>	
1. Złącza szynowe pierwszych szyn żelaznych. Stopniowe udoskonalanie złącza o łubkach bocznych . . . . .	270
2. Działanie zwykłych łubków bocznych, ich praca i odkształcenie . . . . .	273
3. Schodki w płaszczyźnie bocznej w złączu jako przyczyna uderzeń koła . . . . .	276
4. Osiadanie toru w złączach. Zbliżenie podkładów przyzłączowych . . . . .	277
5. Długość łubków. Śruby złączowe i otwory na nie . . . . .	278
6. Środki przeciw uciekaniu szyn . . . . .	280
7. Złącza o ustroju specjalnym. . . . .	281
<b>Rozdział XII. Budowa toru. Narzędzia drogowe. Ilość materiałów i koszt budowy wierzchniej.</b>	
1. Wyznaczenie toru . . . . .	286
2. Balastowanie . . . . .	287
3. Układanie podkładów i szyn. Złącza naprzeciwległe i naprzemianległe. Luzy między szynami . . . . .	287

	Str.
4. Szyny krótkie. Wygięcie szyn w łukach . . . . .	289
5. Przytwierdzanie szyn do podkładów . . . . .	291
6. Podnoszenie, podbijanie i nasuwanie toru . . . . .	292
7. Ustrój toru na przejazdach . . . . .	293
8. Ustrój toru na mostach. Urządzenia na wypadek wykołowania się taboru. Mosty na łukach. Przyrządy wyrównawcze (dylatacyjne). . . . .	295
9. Koszt budowy wierzchniej . . . . .	296

#### Rozdział XIII. Utrzymanie toru.

1. Zakres robót przy utrzymaniu toru. Ogólne warunki prowadzenia robót. Organizacja wydziału drogowego . . . . .	299
2. Dozór i ochrona toru . . . . .	300
3. Naprawa drobna . . . . .	304
4. Naprawa główna . . . . .	306
5. Rozkład robót przy naprawie toru w zależności od pór roku . . . . .	310
6. Koszt utrzymania toru . . . . .	311

#### Rozdział XIV. Porównanie budowy wierzchniej z szyn Vignoles'a i Stephenson'a.

##### Różne typy specjalne budowy wierzchniej.

1. Budowa wierzchnia z szyn o płaskiej stopie lub z szyn o dwóch główkach. . . . .	312
2. Budowa wierzchnia z szyn na legarach podłużnych . . . . .	313
3. Budowa wierzchnia na podsadach . . . . .	316
4. Budowa wierzchnia z szyn ułożonych bezpośrednio na balaście . . . . .	317

### Dział IV. Połączenia torów.

#### Rozdział I. Rozjazdy, obrotnice i przesuwnice. Rozmaite rodzaje zwrotnic i krzyżownic. Rozjazdy pojedyncze i podwójne. Skrzyżowanie torów. Rozjazdy angielskie. Połączenie krzyżowe . . . . .

318

#### Rozdział II. Ustrój zwrotnic.

1. Kształt iglic w planie. Kąt oparcia iglicy o opornicę. Iglice proste i zakrzywione. . . . .	325
2. Odstęp pomiędzy opornicą a iglicą w osadzie . . . . .	327
3. Poszerzenie toru w łuku zwrotnym, w osadzie iglicy oraz przy wejściu na zwrotnicę. Przejście od toru normalnego do poszerzonego. . . . .	328
4. Względna wysokość i boczne nachylenie szyn w rozjazdach . . . . .	330
5. Przekrój poprzeczny iglic . . . . .	330
6. Płytki i siodełka podiglicowe. Płyty podłużne. Przytwierdzenie opornic . . . . .	332
7. Umocowanie iglic w osadzie. . . . .	334
8. Przyrząd do przestawiania zwrotnicy. . . . .	335
9. Sygnały zwrotnicowe . . . . .	336
10. Zamykanie zwrotnic. . . . .	337
11. Podrozjazdnice. . . . .	338
12. Koszt zwrotnic. . . . .	338

#### Rozdział III. Ustrój krzyżownic.

1. Krzyżownice zwykłe. . . . .	339
a) Kąt krzyżownicy. — b) Szerokość żłobka. — c) Środki zapobiegające obniżeniu koła. Podwyższenie skrzydeł. — d) Ustrój kierownic. Odległość kierownic od dzioba krzyżownicy.	
2. Krzyżownice angielskie. Kierownice podwyższone. Szerokość żłobków . . . . .	341
3. Materiał krzyżownic i kierownic. Krzyżownice składane z szyn i lane. Szczegóły ich ustroju . . . . .	343

#### Rozdział IV. Ogólny układ geometryczny rozjazdów w planie.

1. Rozjazd zwykły.
  - a) Promień łuku zwrotnego i długość prostej wstawki dla krzyżownicy 346. —
  - b) Całkowita długość rozjazdu 347. — c) Długość toków pomiędzy zwrotnicą a krzyżownicą. Długość i kształt wewnętrznego toku łuku zwrotnego 348.
2. Rozjazdy podwójne.
  - a) Rozjazd podwójny dwustronny 349. — b) Rozjazd podwójny jednostronny 351.
3. Rozjazdy łukowe . . . . . 352
4. Rozjazd angielski . . . . . 354
5. Kreślenie osi rozgałęzień torów . . . . . 355
6. Ukresy. Użytkowa długość torów. . . . . 357
7. Połączenie torów rozjazdami. Drogi zwrotnicze . . . . . 357

### Dział V. Stacje.

#### Rozdział I. Ogólne ukształtowanie stacyi.

1. Uwagi o przeznaczeniu stacyi . . . . . 360
2. Zasadnicze typy stacyi pod względem dojścia do nich torów głównych. Podział stacyi na klasy. . . . . 361

#### Rozdział II. Manewry na niewielkich stacjach.

1. Krzyżowanie i wyprzedzanie pociągów. Nabieranie wody i paliwa. Przystawianie i odstawianie wagonów . . . . . 362
2. Rozdzielenie ruchu osobowego od towarowego. Specjalizacja torów . . . . . 364

#### Rozdział III. Ustrój stacyi małego i średniego znaczenia.

1. Przystanki . . . . . 365
2. Mijanki. . . . . 366
3. Małe stacje. . . . . 369
4. Stacje średniego znaczenia . . . . . 373

#### Rozdział IV. Duże stacje osobowe.

1. Ogólne warunki dojścia torów i położenia dworca osobowego. . . . . 375
2. Stacje czołowe (krajcowe i pośrednie) . . . . . 377
3. Stacje przechodnie . . . . . 383

#### Rozdział V. Stacje towarowe.

1. Manewry z wagonami towarowymi na dużych stacjach . . . . . 387
2. Urządzenie stacyi towarowych . . . . . 388

#### Rozdział VI. Stacje rozrządowe.

1. Zakres pracy stacyi rozrządowych i sposoby jej ułatwienia. . . . . 393
2. Rozrządzanie z torów wyciągowych ułożonych ze spadkiem. Tory wyciągowe z grzbietem. 395
3. Układ torów na stacjach rozrządowych. . . . . 398
4. Stacje rozrządowe położone całkowicie na spadku. . . . . 401
5. Sposoby hamowania wagonów. Sygnalizacja przy rozrządzaniu. . . . . 403
6. Koszta rozrządzania. Korzyści ekonomiczne rozrządzania na torach pochyłych. . . . 405

### Dział VI. Sygnalizacja i urządzenia zabezpieczające.

#### Rozdział I. Cel i środki sygnalizacji kolejowej. Sygnały widzialne i słyszalne.

Sygnały liniowe, stacyjne i pociągowe . . . . . 407

#### Rozdział II. Sygnalizacja liniowa. . . . . 411

1. Sygnalizacja liniowa pociągów . . . . . 411
2. Zabezpieczenie sygnałami miejsc niebezpiecznych toru . . . . . 412
3. Zabezpieczenie pociągów w czasie jazdy . . . . . 413
4. Blokada liniowa . . . . . 414

## Rozdział III. Sygnalizacja stacyjna.

1. Sygnały w miejscach rozgałęzienia toru kolejowego . . . . .	421
2. Sygnały na stacjach. . . . .	423
3. Zasady nastawiania ześrodkowanego zwrotnic i sygnałów oraz zamykania uzależnionego tychże. Tablice zależności. . . . .	424
4. Uzgodnienie okręgów nastawczych. Drogi przebiegowe. Blokady stacyjna. . . . .	428

## Rozdział IV. Ustrój przyrządów do nastawiania ześrodkowanego i zamykania uzależnionego zwrotnic i sygnałów . . . . .

1. Przyrządy nastawcze i zamykające na posterunkach . . . . .	431
2. Przewody giętkie drutowe i sztywne rurowe. Przyrządy wyrównawcze . . . . .	436
3. Przyrządy nastawcze przy semaforach i zwrotnicach.	
a) Urządzenia zabezpieczające na wypadek pęknięcia przewodów drutowych podwójnych do sygnałów. Semafony o jednym, dwóch i trzech ramionach 440. —	
b) Zasuwy i zamki do zwrotnic. Urządzenia umożliwiające rozprucie zwrotnicy 441. — c) Urządzenia zabezpieczające na wypadek pęknięcia przewodu drutowego podwójnego do zwrotnic . . . . .	446
4. Przyciski szynowe. Płozy hamujące i wywrotki . . . . .	448
5. Porównanie przewodów sztywnych z drutowymi podwójnymi . . . . .	450
6. Zamykanie uzależnione zwrotnic przestawianych ręcznie.	
a) Zasuwy poruszane za pomocą przewodu 451. — b) Zasuwy uzależnione ręczne 452.	
7. Koszt urządzeń do nastawiania ześrodkowanego i zamykania uzależnionego zwrotnic i sygnałów oraz do blokady stacyjnej . . . . .	453
Literatura książkowa . . . . .	455
Literatura peryodyczna . . . . .	462
Główne ustawy, przepisy i instrukcje odnoszące się do dróg żelaznych . . . . .	464
Skorowidz. . . . .	465



## OMYŁKI DRUKU.

<i>Stronica:</i>	<i>Wiersz:</i>	<i>Zamiast:</i>	<i>Winno być:</i>
78	13 od góry	1 km/godz.	$\sqrt{\text{km/godz.}}$
113	5 od góry	$g$	$q$
177	4 od dołu	upadku	upad ku
201	12 od góry	Rys. 32	Rys. 132
205	11 od dołu	$\frac{C^2}{24 R^3}$	$\frac{C^2}{24 r^3}$
206	11 od dołu	$\frac{R}{R - r}$	$\frac{R}{R - r} \cdot e$
208	21 od góry	Rys. 135	Rys. 136
214	9 od góry	nie jest	jest
318	6 od góry	Skrzyżowanie rozjazdów	Połączenie krzyżowe.



# WSTĘP.

---

## 1. Notatki historyczne. — Przewaga dróg żelaznych parowozowych.

Drogi żelazne, w odróżnieniu od innych komunikacji, są to w najogólniejszym znaczeniu takie drogi, na których ruch odbywa się po kolei żelaznej czyli po torze z szyn ułożonym.

Przyjmując to określenie, należałoby zaliczyć do dróg żelaznych wszystkie drogi, posiadające tor szynowy, niezależnie od rodzaju silnika, to jest od sposobu przewożenia po torze osób i ładunków bądź to siłą ludzką, zwierzęcą, lub siłą ciężkości, bądź też siłą elektryczną, hydrauliczną, pneumatyczną lub parową.

Jednakże sam tor szynowy nie charakteryzuje dostatecznie tego znakomitego ulepszenia komunikacji lądowej, jakim są drogi żelazne, zajmujące z uwagi na swe znaczenie ekonomiczne i kulturalne jedno z najpierwszych miejsc w rzędzie wynalazków ubiegłego stulecia.

Zastosowanie toru jako środka ułatwiającego przewóz ciężarów, znanem było jeszcze w czasach starożytnych u egipcyan oraz u greków i rzymian, którzy urządzali tor w kształcie wyłobień w płytach kamiennych. W wieku XVI stosowano w Niemczech tory z belek drewnianych do przesuwania wózków w kopalniach. Takież urządzenia natrafiały się w Anglii w wieku XVII.

Około r. 1767 zaczęto stosować w kopalniach angielskich układanie na drewnianych belkach płytek żłobkowatych z żelaza lanego, następnie zaś zaczęto budować tor z beleczek z żelaza lanego, które się opierały na drewnianych podkładach poprzecznych. Około roku 1805 pojawiają się szyny żelazne walcowane.

Wszystkie wymienione powyżej urządzenia miały na celu ułatwienie przewozu ciężarów za pomocą silników żywych, posiadających stosunkowo niewielką siłę i prędkość. Nowa epoka w historii dróg żelaznych rozpoczyna się dopiero od czasu zastosowania do nich silników mechanicznych, a mianowicie parowych.

Próby zastosowania silnika parowego do wytworzenia siły pociągowej na drogach bitych były przedsięwzięte jeszcze w połowie wieku XVIII w Anglii, we Francji i w Ameryce przez różnych wynalazców (Edgworth r. 1768, Cugnot r. 1769, Evans r. 1786), jednakże parowóz t. j. silnik parowy, przeznaczony do ruchu po szynach, zjawia się dopiero w pierwszych latach wieku dziewiętnastego.

Pierwszy parowóz wynalazł i zbudował w r. 1804 anglik Trevithick. Wskutek niepowodzeń, które między innymi przypisać należy zbyt małemu ciężarowi jego parowozu i, co zatem idzie, niedostatecznej przyczepności do szyn, rozpoczął on próby nad zwiększeniem tejże za pomocą różnych urządzeń, naprz. kół zębanych i t. p.

W następstwie Blenkinsop w r. 1811, Hendley w r. 1813 i Stephenson w r. 1814 budowali parowozy, które były przez pewien czas w użyciu przy przewozie węgla z kopalń, jednakże poważne wady tych parowozów nie pozwalały na szersze ich zastosowanie.

Dopiero ulepszenia, które wprowadził Stephenson w parowozach zbudowanych przezeń dla drogi żelaznej Stockton-Darlington w r. 1825, zwłaszcza zaś parowóz „Rocket“, który zbudował w r. 1829 dla świeżo wówczas otwartej drogi żelaznej z Liverpool do Manchester, rozstrzygnęły ostatecznie sprawę zastosowania silnika parowego na drogach żelaznych i dowiodły, że te ostatnie mogą służyć nie tylko do ruchu towarowego, lecz i do osobowego.

Od tego czasu zaczyna się rozwijać z nadzwyczajną szybkością budowa dróg żelaznych parowozowych, które w ciągu lat kilkudziesięciu pokryły gęstą siecią całą Europę i Amerykę Północną i które stopniowo rozpowszechniają się również w pozostałych częściach świata.

Silniki mechaniczne innego rodzaju, jakoto pneumatyczne, hydrauliczne, elektryczne i t. p., znalazły zastosowanie na drogach żelaznych później niż parowe i są do obecnej chwili znacznie mniej rozpowszechnione niż te ostatnie.

Przytoczone powyżej notatki historyczne prowadzą do wniosku, że chociaż tor szynowy, jako środek ułatwiający przewóz ciężarów, był już dawno znany, jednakże drogi żelazne mogły osiągnąć należne znaczenie dopiero po zastosowaniu do nich silnika mechanicznego, a mianowicie parowego, który posiada w porównaniu z silnikami żywymi znacznie większą siłę pociągową i prędkość ruchu.

Słusznie więc przyjęto, aby rozumieć zwykle pod nazwą dróg żelaznych drogi posiadające tor szynowy i silnik mechaniczny, przeważnie parowy, gdyż drogi te jako posiadające największe znaczenie przedewszystkiem zasługują na uwagę.

Długość kolei żelaznych wynosiła:

w r. 1830	. . . . .	381	km
„ 1840	. . . . .	7 679	„
„ 1850	. . . . .	38 568	„
„ 1860	. . . . .	108 012	„
„ 1870	. . . . .	209 789	„
„ 1880	. . . . .	372 429	„
„ 1890	. . . . .	617 285	„
„ 1900	. . . . .	790 125	„
„ 1905	. . . . .	905 695	„

nie licząc drugiego toru głównego i torów stacyjnych.

Istniejącymi obecnie kolejami żelaznymi możnaby dwadzieścia razy opasać kulę ziemską, koszt zaś budowy wszystkich dróg żelaznych wynosi około 85 miliardów rubli to jest przeszło dwa i pół razy więcej niżeli wartość całej ilości złota

znajdującego się na kuli ziemskiej. Pomimo to, jak okazuje się z cyfr przytoczonych wyżej, długość kolei żelaznych nie przestaje wzrastać w postępie geometrycznym.

Na czem polega wyższość dróg żelaznych w porównaniu z innymi komunikacjami, wywołująca tak prędko ich rozwój? Zkąd wzięty się środek na pokrycie tak olbrzymich wydatków? Czy korzyść jaką przynoszą drogi żelazne odpowiada wielkości kapitałów, które unieruchomiono, wydając je bezzwrotnie na ich budowę?

## 2. Charakterystyka dróg żelaznych parowozowych. — Korzyści z nich wynikające. Stosunek dróg żelaznych do innych komunikacji.

Wyższość dróg żelaznych w porównaniu z innymi komunikacjami polega głównie na potaniu przewozu i przyśpieszeniu go, na możliwości dokonywania przewozu wielkimi masami, wreszcie na większej prawidłowości i bezpieczeństwie przewozu.

Od początku budowy dróg żelaznych *opłata za przewóz* po nich osób i towarów była dwa do trzech razy mniejsza od opłaty za przewóz końmi.

W następstwie taryfy przewozowej na drogach żelaznych zostały znacznie obniżone, wskutek czego przewóz po nich niektórych towarów wypadł dziesięć i więcej razy taniej niż końmi. W obecnym czasie taryfa towarowa małej szybkości wynosi w Państwie Rosyjskiem  $\frac{1}{10}$  do  $\frac{1}{80}$  kopiejki od puda i wiorsty.

Obniżenie frachtów czyli opłat za przewóz dało oczywiście wytwórcom zarówno jak spożywcóm oszczędność w wydatkach, która mogła być użytą na powiększenie wytwórczości lub też inne cele, i w rezultacie zwiększyło bogactwo narodowe. Tak naprz. według obliczeń ekonomistów oszczędność roczna na kosztach przewozu, wynikająca z przeprowadzenia dróg żelaznych, wynosi we Francyi (według danych za rok 1885) od 2 do 3 miliardów franków, zaś w Niemczech (według danych za rok 1889) około 3 miliardów marek.

Co do *przyśpieszenia przewozu*, jakie osiągnięto za pomocą dróg żelaznych, dość jest zauważyć, że średnia prędkość przejazdu końmi pocztowymi wynosi około 7 wiorst na godzinę, podczas gdy pociągi osobowe biegły od początku istnienia dróg żelaznych z prędkością około 30 *km* (28 wiorst) na godzinę, prędkość zaś pociągów pośpiesznych i kuryerskich wynosi obecnie 50 do 90 *km* (47 do 84 wiorst) na godzinę.

Prędkość przewozu towarów końmi można przyjąć średnio około 3 wiorst na godzinę, zaś pociągi towarowe biegną z prędkością około 20 — 25 wiorst na godzinę.

Picard wylicza, że oszczędność czasu wskutek przyśpieszenia ruchu osobowego po wybudowaniu dróg żelaznych wynosi rocznie we Francyi (według danych za r. 1883) około 17 milionów dni czyli około 10 godzin na każdego mieszkańca.

Obniżenie cen i przyśpieszenie przewozu osiągnięte przez wybudowanie kolei żelaznych obniżyło również ceny przewozu i przyśpieszyło go wskutek współzawodnictwa w innych komunikacjach.

Przewóz kolejami żelaznymi daleko mniej jest zależny od przypadkowości niż przewóz po innych drogach, wskutek czego *prawidłowość ruchu*, zarówno towaro-



wego jak osobowego, jest na drogach żelaznych nieporównanie większą. Komunikacja osobowa po drogach bitych, nawet przy wzorowej organizacyi, zależną była zawsze w znacznym stopniu od pogody i różnych przypadków, co się zaś tyczy towarów, to przy ich przewozie furmankami lub statkami miano na względzie całkowite naładowanie wozu lub statku (co nie ma miejsca na drogach żelaznych) i wskutek tego prawidłowość ruchu była jeszcze mniejsza.

Pomimo strasznych wypadków, zdarzających się na kolejach żelaznych, *bezpieczeństwo ruchu* jest na nich znacznie większe niż na innych drogach.

Jak wskazuje statystyka, we Francyi, po wybudowaniu dróg żelaznych bezpieczeństwo podróży zwiększyło się od 13 do 16 razy.

Według danych statystycznych za r. 1890 liczba osób zabitych i zranionych przy przejeździe kolejami wynosiła w stosunku do długości przejazdu:

W Rosyi . . . jedna osoba na 33 miliony osobo-wiorst.

„ Niemczech . . . „ „ „ 37 „ „ „

„ Austro-Węgrzech „ „ „ 20 „ „ „

czyli innemi słowy podróżny, któryby, nie wysiadając z pociągu, jechał bez przerwy z prędkością 50 wiorst na godzinę (średnia prędkość naszych pociągów kurierskich) winien liczyć się w Państwie Rosyjskiem z prawdopodobieństwem kalectwa lub śmierci po 75-ciu latach takiej jazdy.

Na ulicach Londynu ginie corocznie 7 do 8 razy więcej ludzi niż na wszystkich drogach żelaznych Wielkiej Brytanii.

Według statystyki stanu Massachusetts Ameryki Północnej ogólna liczba nieszczęśliwych wypadków z ludźmi na drogach żelaznych tegoż stanu jest mniejszą niż przy grach w piłkę, lawn-tennis i foot-ball.

*Dogodność przewozu* kolejami żelaznemi ułatwiła dalekie podróże, które przedtem były mało dostępne dla ogółu, zaś w komunikacyi towarowej dała możność przewozu towarów cennych i podlegających prędkiemu zepsuciu.

Wreszcie drogi żelazne dają *możność przewozu masowego*, to jest w wielkich ilościach, jakie nie dałoby się przewieźć przed ich wybudowaniem drogami lądowemi.

Opór ruchowi po torze szynowym w linii prostej i poziomej jest 10 do 12 razy mniejszy niż po szosie. Jeżeli zaś przyjąć pod uwagę rzeczywiste wyniki eksploatacyi dróg żelaznych w Państwie Rosyjskiem, to okaże się, że na jednostkę mocy parowozów będących w użyciu, a mianowicie na jednego konia parowego wypada na dobę około 75 *tkm* wykonanego przewozu.

Tymczasem jeden koń żywy, poruszając się po zwykłej drodze poziomej z prędkością około 4,5 *km* na godzinę, jest w stanie wykonać na dobę nie więcej niż  $\frac{1}{3}$  tego przewozu. A więc pomimo oporu na wzniesieniach i w łukach, jeden koń parowy wykonywa w pracy parowozów trzykrotnie większą ilość przewozu, niż byłby w stanie wykonać jeden koń żywy, poruszając się stępa po zwykłej drodze poziomej.

Jak olbrzymim jest ruch na drogach żelaznych mogą dać pojęcie następujące cyfry.

W r. 1888 kolejami całego świata przewożono codziennie 7 milionów osób i 3,3 miliona ton ciężarów.

W tym samym czasie ogólna moc parowozów na wszystkich drogach żelaznych dochodziła do 30 milionów koni parowych, czyli przyjmując jednego konia parowego za trzech żywych można powiedzieć, że dla wykonania tego przewozu potrzebaby było nie mniej jak 90 milionów koni żywych, t. j. więcej niż istnieje na świecie (około 75 milionów).

Z powyższego nie należy jednak wyprowadzać wniosku, że drogi żelazne są we wszystkich wypadkach najlepszym i jedynie racjonalnym środkiem przewozu. Po wprowadzeniu dróg żelaznych ruch na drogach zwyczajnych i wodnych wcale nie ustał, a w wielu wypadkach ożywił się nawet. Okoliczność ta świadczy, że każdy rodzaj lokomocyi posiada właściwą sobie sferę zastosowania.

Pomimo wyliczonych powyżej korzyści, jakie przedstawiają drogi żelazne w porównaniu z drogami zwykłymi, te ostatnie są często dogodniejsze w komunikowaniu się na krótkie odległości, nawet równoległe z istniejącą już koleją żelazną, gdyż tym sposobem unika się niedogodności i wydatków, jakie pociąga za sobą dwukrotny przeładunek towarów z wozów na wagony i odwrotnie. Prócz tego komunikacja kolejowa z istoty swej nie posiada tej zwrotności, łatwości dojazdu, dowolności przystanków i t. p., które są właściwe komunikacji wozowej.

Naturalne komunikacje wodne posiadają w porównaniu z drogami żelaznymi bardzo ważną zaletę taniości przewozu, której nigdy osiągnąć nie mogą drogi żelazne, (koszt przewozów masowych na Wołdze około  $\frac{1}{200}$  kop., na Renie do  $\frac{1}{350}$  kop. od pudowiorsty).

Wobec tego we wszystkich wypadkach, w których prędkość i terminowość dostawy nie mają szczególnego znaczenia, zwłaszcza zaś przy przewozie produktów surowych, zajmujących dużo miejsca, a przedstawiających stosunkowo małą wartość, istniejące drogi wodne zawsze będą miały pierwszeństwo przed drogami żelaznymi.

Co się tyczy sztucznych dróg wodnych, to ze względu na koszt ich urządzenia zaledwie w rzadkich wypadkach mogą one samoistnie współzawodniczyć z drogami żelaznymi i opłacają się tylko wówczas, gdy urządzenie ich daje możliwość korzystania z dłuższych dróg wodnych naturalnych.

### **3. Skutki ekonomiczne i cywilizacyjne pobudowania dróg żelaznych.**

Drogi żelazne umożliwiły prędkie i tani przewóz masowy osób i towarów. Po ich pobudowaniu odległości jak gdyby znikły. Wynikiem tego był przewrót w stosunkach gospodarczych, społecznych i państwowych wszystkich krajów cywilizowanych.

Na rynku wszechświatowym cena towaru zależy, prócz od podaży i popytu, przede wszystkim od kosztów wytworzenia i dostarczenia go na miejsce zbytu. Wskutek potaniaenia frachtów drogi żelazne umożliwiły przewóz towarów, przedstawiających małą wartość, na duże odległości, to jest dały możliwość zbytu produktów, których produkowanie przedtem wogóle się nie opłacało.



Tym sposobem drogi żelazne nie tylko uczyniły tańszym przewóz tej ilości towarów, które przewożono przedtem innemi drogami, lecz wytworzyły nadto nowe przedmioty wywozu, a wskutek tego zwiększyły rentę gruntową, przyczyniły się do rozwoju przemysłu górniczego i t. p.

Z drugiej strony możność otrzymywania po niewysokiej cenie produktów surowych, w tej liczbie węgla kamiennego, przyczyniła się do rozwoju przemysłu fabrycznego, zwłaszcza że z oszczędności w wydatkach przewozowych utworzyły się wolne kapitały.

Po wybudowaniu dróg żelaznych przewóz produktów surowych wzrósł w takim stopniu, że obecnie niektóre drogi żelazne w zależności od ich kierunku służą przeważnie do przewozu zboża, inne do przewozu węgla, rudy i t. p.

Wreszcie nowe rynki zbytu wytworzyły się po wybudowaniu dróg żelaznych nie tylko wskutek potaniaenia przewozu, lecz także wskutek przyśpieszenia tegoż, co dało możność przewożenia towarów prędko podlegających zepsuciu na duże odległości.

W komunikacji osobowej obniżenie kosztów przejazdu ułatwiło stosunki handlowe, dało zarobek klasie robotniczej, z drugiej zaś strony wyrównało ceny robocizny.

Wogóle wyrównanie opłat przewozowych, których wysokość nie była przedtem niczem normowaną, jest niewątpliwą korzyścią z dróg żelaznych i wraz z obniżeniem tychże opłat jest przyczyną tak ważnego pod względem ekonomicznym wyrównania cen zboża i innych produktów, których ceny zależały przedtem od urodzaju i innych przyczyn przypadkowych.

Tak na przykład w r. 1843 w czasie nieurodzaju w gub. Estlandzkiej żyto podskoczyło w cenie do 7 rub. za czetwierć, gdy jednocześnie w guberniach południowych Kijowskiej, Połtawskiej, Charkowskiej i innych, czetwierć mąki sprzedawano po 1 rub. 20 kop. W r. 1845 w czasie nieurodzaju w gub. Pskowskiej cena za czetwierć żyta dochodziła do 10 rub., podczas gdy w gub. Orłowskiej sprzedawano żyto po rub. 1 kop. 40. Cena żyta w owych czasach wahała się wogóle w Rosyi, w zależności od urodzaju, od 91 kop. do 17 rub. 28 kop. za czetwierć.

O ile zmniejszyły się wahania cen zboża po wybudowaniu kolei żelaznych można sądzić z tego, że w r. 1891/2 w czasie nieurodzaju, który nawiedził 17 gubernii, cena żyta wahała się w Rosyi Europejskiej od 10 rub. 45 kop. do 13 rub. 11 kop. za czetwierć to jest nie więcej jak o 25%, podczas gdy w r. 1847 cena najwyższa była 19 razy większą od najniższej.

Oczywiście, że zrównanie cen na produkta rolne, które dla spożywców t. j. przeważnie dla ludności miejskiej stało się prawdziwem dobrodziejstwem, gdyż zmniejszyło do minimum wahania się cen na przedmioty pierwszej potrzeby, postawiło wytwórców, t. j. rolników, w większej zależności od urodzaju. Przytoczone fakty wskazują, że kiedy koszty przewozu były wysokie, ceny zboża w razie nieurodzaju podnosiły się bardzo wysoko, wskutek czego rolnicy otrzymywali ze sprzedaży zboża mniej więcej tyleż w latach nieurodzajnych co w urodzajnych, różnica zaś ceny była pokrywana z kieszeni spożywców.

Stosunki te ułożyły się wprost odwrotnie, gdy przewóz stał się tańszym, co było jedną z przyczyn, które sprzyjały zwiększeniu się ludności w miastach i jej dobrobytowi.

Nie należy jednak z tego wnioskować, jakoby ulepszenie komunikacji, wynikające z budowy dróg żelaznych, zgubnie oddziało na rozwój gospodarstwa rolnego. Ulepszenie komunikacji, umożliwiwszy współzawodnictwo stron dalszych, zmusiło tylko wszystkich wytwórców, zarówno rolnych jak przemysłowych, do zwrócenia się ku tym gałęziom wytwórczości, które najlepiej nadają się do wywozu, t. j. najmniej podlegają współzawodnictwu. Przejście to ułatwiły drogi żelazne tworząc nowe rynki zbytu.

Pomimo tak licznych dowodów korzyści, jakie przynoszą drogi żelazne, miały one nie tylko w początkach swego istnienia, lecz i w czasach bliższych, przeciwników, którzy wskazywali ujemne skutki przeprowadzenia tychże, jako to: nagromadzenie proletariatu w środowiskach przemysłu i handlu, zaś przeciwnie brak sił roboczych w gospodarstwie rolnem; upadek pewnych gałęzi przemysłu i zarobkowania (naprz. furmaństwa); niepotrzebne przejazdy i strata czasu na zbyt liczne podróże; wreszcie unieruchomienie olbrzymich kapitałów jakich wymaga budowa dróg żelaznych.

Nie trudno zauważyć, że większość wymienionych objawów należy przypisać zgoła innym przyczynom.

Co się zaś tyczy kosztów budowy dróg żelaznych, to przyznać należy, że skupienie kapitałów niezbędnem jest we wszystkich gałęziach przemysłu współczesnego.

Najprostsze narzędzia przemysłu ręcznego zastąpiły maszyny, które wprowadzając drogo kosztują, mogą jednak wytwarzać towar w większej ilości, przez co obniżają się koszty fabrykacji.

Drogi żelazne są jakby ostatnim wyrazem postępu w tym kierunku.

Średnia wartość dróg żelaznych na wiorstę długości wynosiła w r. 1904 w tysiącach rubli:

W Stanach Zjednoczonych Ameryki Półn. . . . .	82
„ Rosyi . . . . .	113
„ Niemczech . . . . .	139
„ Austro-Węgrzech. . . . .	109
„ Francyi . . . . .	177
„ Belgii . . . . .	215
„ W. Brytanii . . . . .	354

Pod koniec r. 1904 kapitał budowy dróg żelaznych całej Europy, t. j. suma kosztów ich pierwotnego urządzenia i dobudowy, wynosił 42 miliardy rubli.

Kapitał budowy dróg żelaznych rosyjskich wynosił w tymże czasie około 5,9 miliarda rubli t. j. równał się około  $\frac{5}{6}$  całkowitego długu państwowego. Na wiorstę długości ogólnej dróg żelaznych kapitał ten wynosił w Rosyi około 113 tysięcy rubli, podczas gdy wydatki eksploatacyi wynosiły rocznie zaledwie 8,9 tysiąca rubli na wiorstę t. j. 13 razy mniej.

Kapitał budowy dróg żelaznych niemieckich jest  $10\frac{1}{2}$  raza mniejszy, zaś kapitał budowy dróg żelaznych angielskich 22 razy mniejszy niż wydatki roczne ich eksploatacji.

Wydatki eksploatacji dróg żelaznych pokrywają się stopniowo w ciągu roku dochodami z przewozu, w rzeczywistości więc kapitał obrotowy przedsiębiorstwa wynosi zaledwie pewną część rocznych wydatków eksploatacji, a wskutek tego stosunek kapitału budowy t. j. kapitału stałego dróg żelaznych, do kapitału obrotowego jest jeszcze większy.

Taką przewagę kapitału stałego nad kapitałem obrotowym trudno byłoby znaleźć w innych przedsiębiorstwach lub fabrykacjach. Tak naprz. w przędzalnictwie stosunek kapitału zakładowego do kapitału obrotowego wynosi przybliżenie od 3 do 5.

Nie można powiedzieć, ażeby olbrzymiość kapitału zakładowego dróg żelaznych, który będąc umieszczony przeważnie w majątku nieruchomym nie może być odzyskany, to jest nie może otrzymać innego przeznaczenia, stanowiła wadę dróg żelaznych; jest to raczej właściwość tego nadzwyczaj wytężonego przedsiębiorstwa, które wymaga tak wielkiego ześrodkowania kapitału w celu osiągnięcia tem większych korzyści.

Właściwość ta, to jest przewaga w gospodarstwie kolejowym kapitału stałego, posłuży nam w następstwie za objaśnienie tej dokładności w obliczeniach, dotyczących urządzeń kolejowych, która w innych warunkach wydałaby się mogła zbytnią drobiazgowością; ona wskaże nam konieczność dokładnego obmyślenia wszystkich szczegółów przy projektowaniu dróg żelaznych i wszystkich urządzeń mających z niemi związek, gdyż najmniejsza omyłka w jakiegokolwiek części tak wielce kosztownego mechanizmu niechybnie pociąga za sobą bardzo znaczne, a bezcelowe wydatki.

Ze wszystkiego co powiedziano wyżej wynika, że drogi żelazne, zmniejszyły koszt przewozu i przyspieszyły go; wytworzyły nowe rynki zbytu, a zatem zwiększyły wytwórczość kraju i rentę gruntową; wpłynęły na rozwój przemysłu i handlu, a zatem zwiększyły niewątpliwie bogactwo narodowe.

Korzyść, wynikająca z dróg żelaznych, jest więc nie tylko korzyścią społeczną, ale także, niezależnie od wszelkich względów politycznych i strategicznych, korzyścią ogólnopanstwową, gdyż od zamożności kraju zależy zdolność podatkowa jego mieszkańców. Ze zwiększeniem się tej ostatniej wzrosły dochody państwa i wytworzyły się środki do urzeczywistniania coraz to wspanialszych przedsięwzięć, które do niedawna uchodziły za niewykonalne i które świadczą o niezwykle szybkim postępie techniki inżynierskiej, datującym się od początków budowy dróg żelaznych.

Wzrastające wymagania co do siły pociągowej i prędkości ruchu pobudzały do ulepszeń w ustroju parowozów, co przyczyniło się znacznie do rozwoju mechaniki.

Dla sprostania ciężarowi pociągów, zwłaszcza zaś parowozów, okazała się potrzeba wznoszenia budowli nie napotykanych dotąd wymiarów i stosowania nowych, bardziej wytrzymałych materiałów.



Ustroje żelazne, teoria belek złożonych, teoria sprężystości i inne najważniejsze działy mechaniki budowlanej były opracowane w zastosowaniu do potrzeb dróg żelaznych.

Metallurgia żelaza i połączona z nią wytwórczość rozwinęły się wskutek potrzeb dróg żelaznych.

W miarę rozwoju sieci kolejowej nastęrczały się sztuce inżynierskiej do rozwiązania coraz to trudniejsze zadania. Dla przejścia rzek i łańcuchów górskich wypadło budować mosty niepraktykowanych przedtem rozpiętości i przebijac tunele kilkunastowiorstowej długości.

Bezpieczeństwo ruchu kolejowego wymagało urządzeń, które dają możność porozumiewania się na duże odległości z szybkością większą od szybkości biegu pociągów. Rozwój elektrotechniki, przy pomocy której osiągnięto tak świetne rezultaty, należy przypisać nieledwie całkowicie wpływowi dróg żelaznych.

Oprócz wymienionych korzyści dróg żelaznych, mają one nadto olbrzymie znaczenie kulturalne. Taniość i wygoda podróży ułatwiły stosunki międzynarodowe i między oddzielnymi prowincjami państwa. Stosunki środowisk umysłowych i naukowych stały się częstszymi.

Oświata stała się dostępna dla ogółu i zaczęła się rozpowszechniac wśród mas, co wpłynęło na rozwój ogólny sztuk i nauk.

---

# DZIAŁ I.

## Tabor i technika ruchu kolejowego.

### ROZDZIAŁ I.

#### Spód pojazdu kolejowego.

##### 1. Ogólny ustrój spodu.

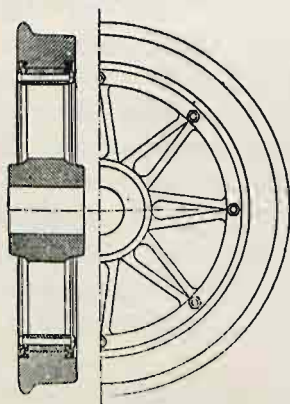
Koła pojazdu kolejowego osadzone są nieruchomo na osi tworząc z nią jedną całość czyli *zestaw kół*.

Na zestawach kół opiera się sztywna rama czyli *ostoja*, stanowiąca wraz z nimi spodnią część pojazdu, tak zwany *wozak*.

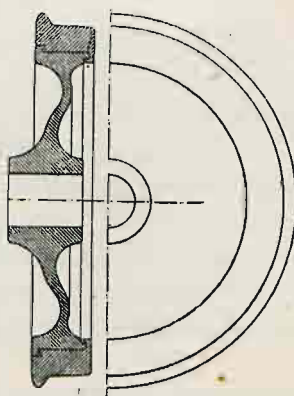
Ten ostatni podtrzymuje *pudło*, przysposobione do przewozu ludzi lub towarów, zaś w parowozach kocioł i maszynę.

*Koła* wykuwają się z żelaza lub też odlewają z żelaza łanego lub stali, a nasadzają się na oś za pomocą tłoczni hydraulicznej.

Rys. 1.



Rys. 2.



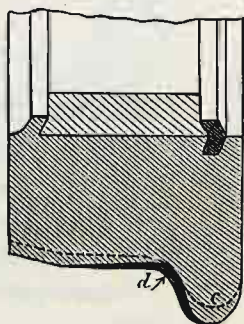
Koła bywają szprychowe (rys. 1) i tarczowe (rys. 2). Te ostatnie używane są tylko w wagonach.



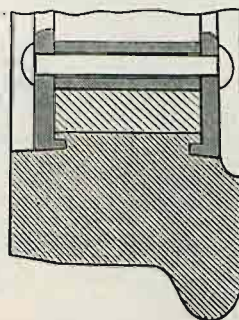
Na koło nasadza się stalową obręcz.

*Obręcze* walcują się z jednej sztuki bez spawania. Stykające się ze sobą powierzchnie koła i obręczy obtaczają się tak, aby wewnętrzna średnica obręczy była cokolwiek mniejsza od zewnętrznej średnicy koła. Następnie obręcz nagrzewa się i gdy się rozszerzy pod działaniem ciepła, nasadza się na koło. Podczas ostygnięcia obręcz kurczy się, ściska koło i trzyma się mocno na niem. Ponieważ wskutek wstrząśnięć przy ruchu przyleganie obręczy do koła może osłabnąć, łączy się obręcz z kołem za pomocą krążków (rys. 3), śrub (rys. 4) i innych sposobów.

Rys. 3.



Rys. 4.



Pomimo dokładności wyrobu, obręcze pękają dość często. Wobec tego dla bezpieczeństwa ruchu przytwierdzenie obręczy do koła powinno być tak urządzone, aby obręcz w razie pęknięcia nie mogła kawałkami odpaść od koła. Pęknięcie obręczy lub słabe przyleganie jej do koła daje się poznać za pomocą stukania obręczy młotkiem.

Profil obręczy w części środkowej, zwanej *powierzchnią toczną*, posiada łagodną pochyłość względem osi, wynoszącą  $\frac{1}{20}$  do  $\frac{1}{16}$ . W kierunku nazewnątrz stożkowatość obręczy zwykle się zwiększa w przybliżeniu do  $\frac{1}{7}$ . Od strony wewnętrznej obręcz posiada *obrzeże c*, łączące się ze stożkowatą powierzchnią toczną za pomocą łagodnie zatoczonej pachwiny *d*.

Opisany powyżej obrys nowej obręczy wkrótce się zmienia wskutek zużycia podczas ruchu. Gdy zużycie to dosięgnie pewnej granicy, określonej warunkami bezpieczeństwa ruchu i spokoju jazdy, obręcz podlega ponownemu obtoczeniu w celu nadania jej pierwotnego obrysu i operacja ta powtarza się, dopóki grubość obręczy dostateczną jest dla zabezpieczenia jej wytrzymałości.

Koła tarczowe odlewają się niekiedy wraz z obręczą z jednej sztuki.

Osie wyrabiają się obecnie wyłącznie ze stali zlewnej, przekutej pod młotem.

Część osi *a*, zwana *czopem* (rys. 5), przeznaczona jest do przyjęcia ciężaru pojazdu za pośrednictwem panewki *b*, osadzonej w maźnicy (rys. 6).

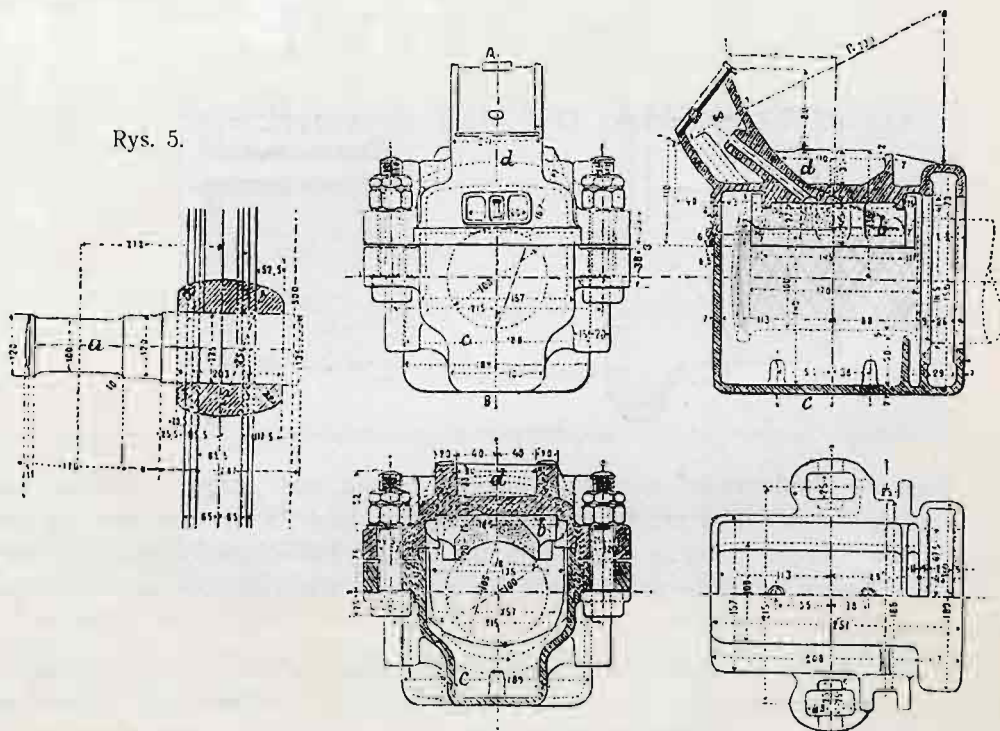
Osie wagonowe obciążają się zawsze z zewnętrznej strony koła, z tej więc strony położona jest również rama wagonu.

W parowozach rama bywa umieszczana czasem z zewnętrznej, czasem zaś z wewnętrznej strony koła <sup>1)</sup>).

*Maźnica* (rys. 6) odlewana bywa z żelaza lanego lub stali i składa się z dwóch części: wierzchu maźnicy *a*, w którym jest osadzona panewka *b*, i spodu maźnicy *c*, w której zbiera się smar, ściekający przez otwory w części górnej.

Rys. 6.

Rys. 5.



*Panewka* (rys. 7) wyrabia się z brązu i wylewa się stopem białym.

Smar (zwykle olej mineralny) wlewa się do smarownicy, umieszczonej u wierzchu maźnicy, z kąd po knocie przez otwory panewki przenika do czopa osi.

<sup>1)</sup> Wskutek obciążenia, a także z powodu poziomych uderzeń obrzeży obręczy o szyny, osie, obracając się, podlegają działaniu sił zginających w płaszczyznach, które się ciągle zmieniają.

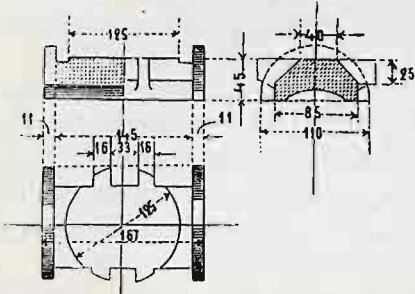
Oprócz tego osie podlegają skręcaniu, wskutek tarcia w panewkach, które przewyżcza się przyczepnością kół do szyn. Wskutek znacznych napiężeń materiału osie podlegają niekiedy złamaniu, które jest bardzo niebezpieczne dla ruchu. Dla uniknięcia tego osie poddawane bywają oględzinom peryodycznym, przy których zwraca się szczególną uwagę na drobne rysy, niewidzialne dla oka nieuzbrojonego, które stają się zwykle przyczyną złamania.

Miejsca niebezpieczne, w których najczęściej następuje złamanie, położone są u podstawy czopa lub tuż za piastą.

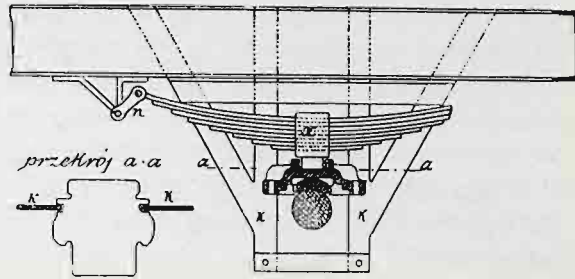
W spodzie maźnicy umieszczona jest włóknista poduszka, która zwilża dolną powierzchnię czopa ściekającym na nią smarem.

Obciążenie ramy przenosi się na czop za pośrednictwem *resoru* (rys. 8), składającego się z wiązki piór stalowych, stopniowo zmniejszającej się długości, prze-

Rys. 7.



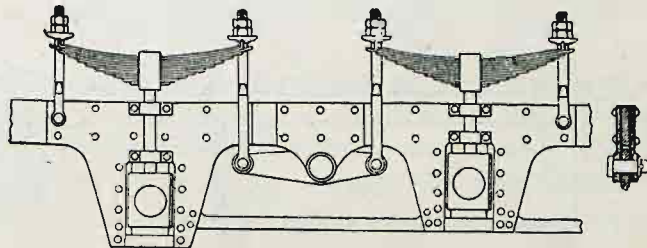
Rys. 8.



wiązanych *opaską x*. Opaska opiera się na maźnicy lub jest do niej przywieszona od spodu, zaś końce resoru są połączone z ramą za pośrednictwem *wieszadeł n*.

Dla osiągnięcia równomiernego obciążenia osi sąsiednie końce resorów parowozowych łączą się niekiedy za pomocą *wahaczy* (rys. 9 i 21).

Rys. 9.



Przy pionowym wahanii się resorów prowadzą maźnicę *widły maźniczne kk* (rys. 8), przymocowane do ramy pojazdu.

Wynika stąd, że osie wspólnie podtrzymujące ramę pojazdu zachowują, wskutek jej sztywności, położenie niezmiennie, stale równoległe (*równoleżność osi*).

## 2. Właściwości ruchu po torze szynowym.

Osadzenie nieruchome kół na osiach oraz równoleżność osi są to cechy wyróżniające tabor kolejowy od pojazdów na drogach zwykłych, będące przyczyną pewnych charakterystycznych właściwości ruchu po torze szynowym, które niezbędnym jest rozpatrzyć.

Linia kolejowa w planie składa się z linii prostych, połączonych za pomocą zaokrągleń, które zwykle zakreślają się według łuku koła. Między liniami prostymi i łukami koła urządzają się w razie potrzeby jeszcze łagodniejsze przejścia.

Profil podłużny linii kolejowej składa się z poziomych i pochyłych, które łączą się również za pomocą zaokrągleń.

Szyny, z których urządzony jest tor, są ułożone i przymocowane w określonej

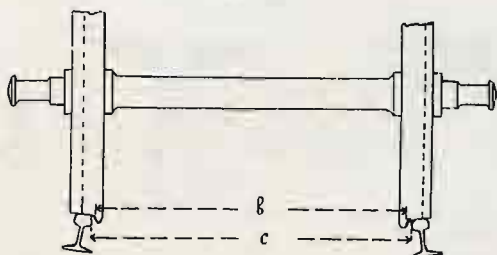


od siebie odległości na podporach, mających przeważnie kształt drewnianych poprzecznic lub podkładów. Te ostatnie spoczywają w warstwie szabru, żwiru, piasku lub innego tym podobnego materiału, rozkładającego ciśnienie podpór szynowych na torowisko kolei. Odległość  $b$  między zewnętrznymi powierzchniami obrzeży tejże osi jest zwykle nieco mniejsza od szerokości toru w świetle  $c$ , t. j. odległości między wewnętrznymi powierzchniami szyn w linii prostej (rys. 10). W ten sposób pomiędzy obrzeżem i szyną pozostaje luz, niezbędny dla swobodnego ruchu taboru.

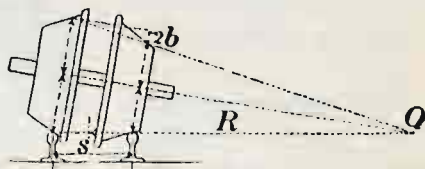
Jeżeli wystawimy sobie ruch zestawu kół po torze szynowym, ułożonym w planie według łuku koła, to łatwo zauważymy, że wskutek niejednakowej długości toków szynowych każde z kół może toczyć się po szynie tylko w tym wypadku, jeżeli drugie koło, nasadzone na tą samą oś, będzie się częściowo ślizgało. Ślizgać się zaś będzie to koło z pomiędzy dwóch kół, osadzonych na wspólnej osi, którego obciążenie będzie mniejsze.

Aby zaś oba koła toczyły się po szynach bez ślizgania się, powodującego zużywanie się tak jednych, jak i drugich, oraz zwiększającego opór ruchowi, potrzeba by było, aby średnice okręgów tocznych obu kół były różne, a mianowicie, aby średnice te były w stosunku prostym do długości drogi, jaką każde z kół przebiega.

Rys. 10.



Rys. 11.



Biegąc w łuku tabor podlega działaniu siły odśrodkowej, a więc, jeżeli profil obrzeży otrzyma takie pochylenie, jakie jest wskazane na rys. 11, to okrąg toczny koła, którego obrzeże wskutek siły odśrodkowej przyparte jest do szyny zewnętrznej, będzie większy, niż okrąg toczny drugiego koła, osadzonego na tejże osi i toczącego się po szynie wewnętrznej.

Obręcze stożkowate stosowane są oddawna na wszystkich kolejach europejskich, przyczem ustrój ten motywowany jest niezależnie od przytoczonych powyżej względów także i tem, że podczas ruchu w linii prostej obręcze stożkowate zmniejszają tak zwane wężykowanie wagonów, t. j. rzucanie na boki, utrzymując zestaw kół w położeniu symetrycznem względnie do szyn i zmuszając go, aby dążył po osi toru.

Wpływ stożkowatości obręczy na zmniejszenie tylko co wskazanych skutków nieruchomego osadzenia kół na osi, znacznie się osłabia wskutek równoleżności osi.

Przypuśćmy, że po łuku  $AB$  biegnie parowóz, którego przednia i tylna osie uwidocznione są na rys. 12.

Parowóz ten usiłuje dążyć w kierunku swej osi podłużnej  $ab$ , t. j. prostopadle do osi zestawów kół, wskutek czego jego przednie koło zewnętrzne przyparte jest do zewnętrznej szyny łuku. Tylne oś parowozu, o ile tor posiada dostateczną szerokość, przyjmuje kierunek promienia  $R$  łuku i dąży zwykle po toku wewnętrznym dopóty, dopóki siła odśrodkowa, wzrastając wraz z prędkością ruchu, nie przewyższy tarcia obręczy o szyny i naprężenia sprzęgów, łączących parowóz z tylną częścią pociągu.

Zatem wskutek połączenia osi sztywną ramą, powodującego ich wzajemną równoleżność, zewnętrzny tok łuku podlega silnemu naciskowi bocznemu przedniego koła parowozu, nabiegającego na tenże tok pod kątem mniej lub więcej ostrym w zależności od szerokości toru i rozstawu osi skrajnych.

Podczas ruchu wagonów powtarza się zjawisko, podobne do opisanego powyżej, z tą tylko różnicą, że wobec pewnej sztywności połączenia między nimi, przednią oś  $b'$  wagonu odciąga ku środkowi łuku wagon poprzedzający, wskutek czego nacisk boczny przedniego koła na tok zewnętrzny cokolwiek się osłabia.

Rozpatrzmy teraz, jakie działanie wywołuje stożkowatość obręczy przy przejściu taboru po łuku.

W zestawach przednich okrąg toczny koła, przypartego do toku zewnętrznego jest większy niż drugiego koła tegoż zestawu i tym sposobem różnica w długości dróg, które te koła przebiegają, może się wyrównywać. Przeciwnie, w zestawach tylnych koło, dążące po toku wewnętrznym, ma okrąg toczny większy niż koło, dążące po toku zewnętrznym; tu więc stożkowatość obręczy zwiększa jeszcze ślizganie się kół po szynach.

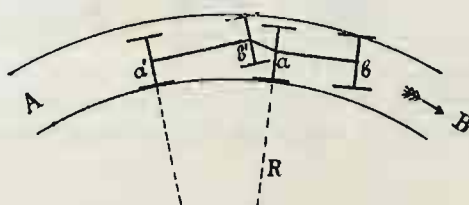
Opór ruchowi po łukach, wywołany ślizganiem się obręczy po szynach wskutek nieruchomego osadzenia kół na osiach i równoleżności tych ostatnich, jeszcze bardziej się zwiększy, jeżeli między obrzeżami obręczy i szynami nie będzie *dostatecznego luzu*. Należy zaznaczyć, że przejście taboru po torze, ułożonym w łuku o danym promieniu i posiadającym daną szerokość, jest wogóle możliwem tylko w razie, jeżeli podstawa sztywna parowozu lub wagonu, t. j. odległość między ich skrajnymi osiami nieruchomymi, nie przekroczy pewnej granicy.

Szczególne trudności pod tym względem przedstawiają wagony trzyosiowe (rys. 13).

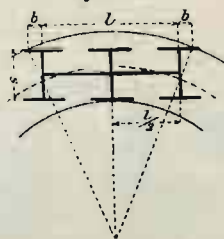
### 3. Urządzenia ułatwiające przejście taboru po łukach.

Wskazane niedogodności równoleżności osi i długich podstaw sztywnych mogą być znacznie zmniejszone przez zastosowanie pewnych urządzeń, a mianowicie osi przesuwnych, osi nastawnych i półwosaków.

Rys. 12.



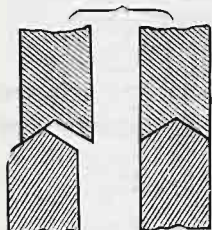
Rys. 13.



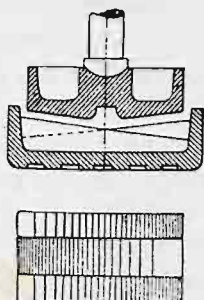


*Boczna przesuwność osi*, którą można osiągnąć, pozostawiając nieznaczny luz między panewką a zgrubienie mczopa, pozwala przesunąć się osiom przy przejściu

Rys. 14a.  
Położenie  
normalne      Położenie  
w łuku



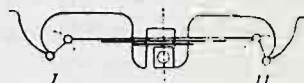
Rys. 14b.



Rys. 15.  
Położenie normalne

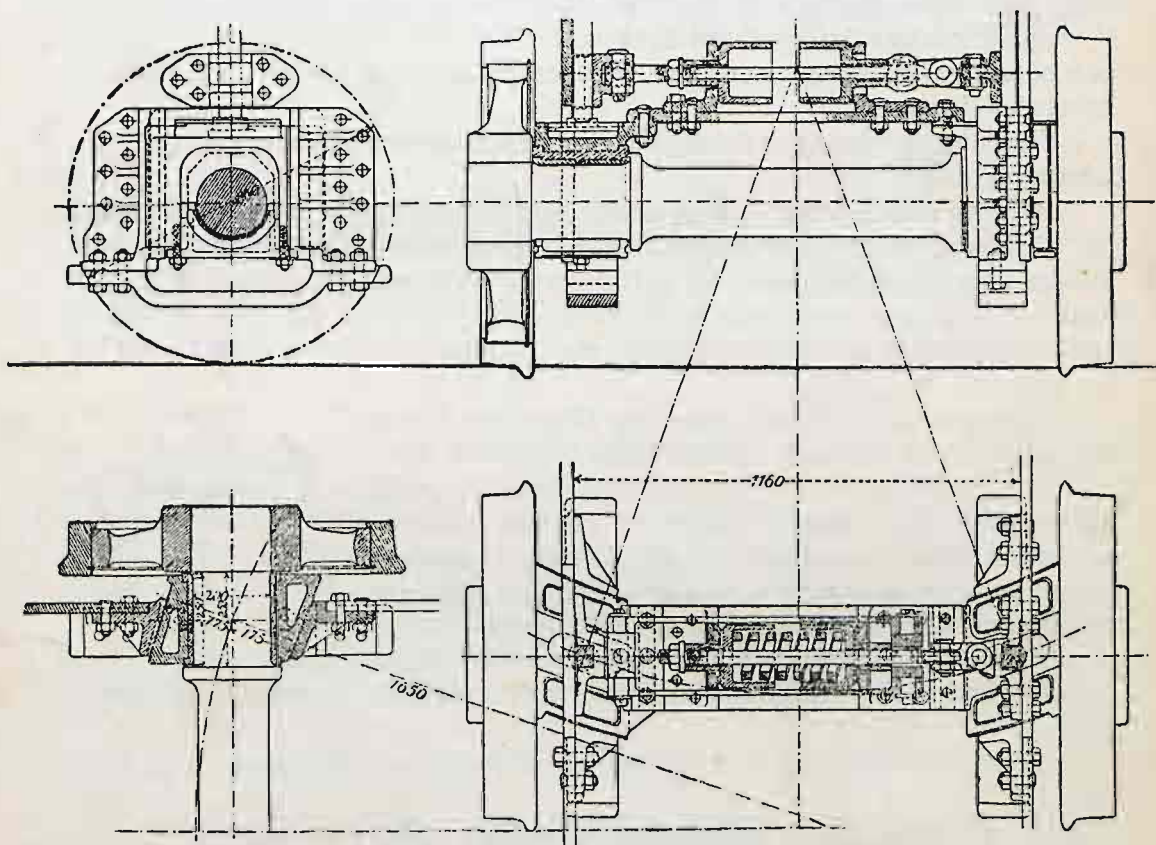


Położenie w łuku



łuków: średniej nazewnątrz, a skrajnym dowewnątrz, wskutek czego przejście po łukach wagonów trzyosiowych znacznie się ułatwia.

Rys. 16.



W celu, aby przednie osie parowozowe, mające boczną przesuwność, powracały do normalnego położenia po wyjściu z łuku, urządzone są między panwią a maźnicą, albo między maźnicą a resorem, pochyłe płaszczyzny. (rys. 14 a, b).

Resor, który się przytem cokolwiek podnosi, stara się następnie doprowadzić oś do położenia normalnego.

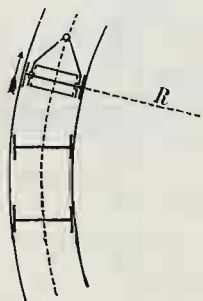
*Osie zwrotne* (Lenkachsen, essieux convergents) posiadają urządzenie, pozwalające im nastawiać się samoczynnie w kierunku promienia krzywizny toru. Urządzenie to w najprostszej formie może być osiągnięte przez pozostawienie nieznacznego luzu (około 10 mm) pomiędzy małnicą i widłami małnicznymi. Po wyjściu z łuku oś pod działaniem wieszadeł resorowych powraca do normalnego położenia (rys. 15).

Przesuwność boczną i samoczynne nastawianie się osi parowozowych w kierunku promienia krzywizny toru otrzymuje się również przez ograniczenie w planie małnicy i prowadzących ją widel małnicznych pochyłymi płaszczyznami. Obie małnice tejsze osi łączą się poziomym arkuszem, na którym jest umieszczony spiralny resor, utrzymujący małnice w położeniu normalnem względem ramy pojazdu (rys. 16).

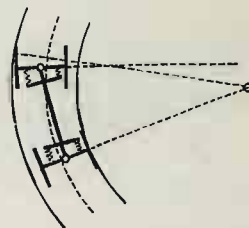
Przesuwność i samoczynne nastawianie się osi w kierunku promienia łuku mogą być również osiągnięte przez umieszczenie nad osią oddzielnej ostoji, obracającej się na sworzniu względnie do ostoji pojazdu. Takie osie zwrotne, wynalezione przez Bissel'a, stosowane są wyłącznie w parowozach. Sworzeń może być umieszczony przed osią, za nią lub też nad nią.

Jeżeli sworzeń umieszczony jest przed osią (rys. 17a), to ma ona już sama przez się dążenie do zachowania normalnego położenia względem ostoji pojazdu. Wogóle zaś takie osie zwrotne utrzymują się w położeniu normalnem za pomocą sprężyn (rys. 17b), płaszczyzn pochyłych i t. p.

Rys. 17a.



Rys. 17b.

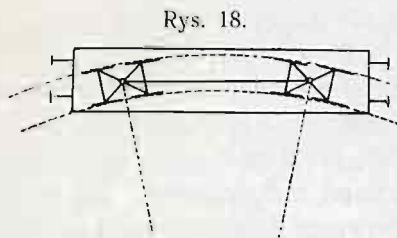


Niekiedy stosowane bywają urządzenia, w których osie zwrotne jednego wagonu, połączone układem dźwigni, mogą nastawiać się w kierunku promienia łuku tylko razem i symetrycznie względem poprzecznej osi wagonu.

Takie osie ruchome zowią się sprężonami, inne zaś wolnymi osiami ruchomymi.

Jak to wykazały obserwacje, zastosowanie osi ruchomych znacznie zmniejsza opór ruchowi w łukach.

*Półwózaki* posiadają zwykle dwie lub trzy osie, podtrzymujące przy pomocy resorów ostoję półwózaka. Ostoja parowozu lub wagonu złączona jest z półwo-



zakiem za pośrednictwem pionowego sworznia. Przy takim ustroju sztywna podstawa wagonu, opierającego się w obu końcach na półwozakach, pomimo znacznej jego długości, sprowadza się do niewielkiej odległości między skrajnymi osiami jednego półwozaka (rys. 18).

W parowozach półwozak bywa umieszczany przeważnie z przodu.

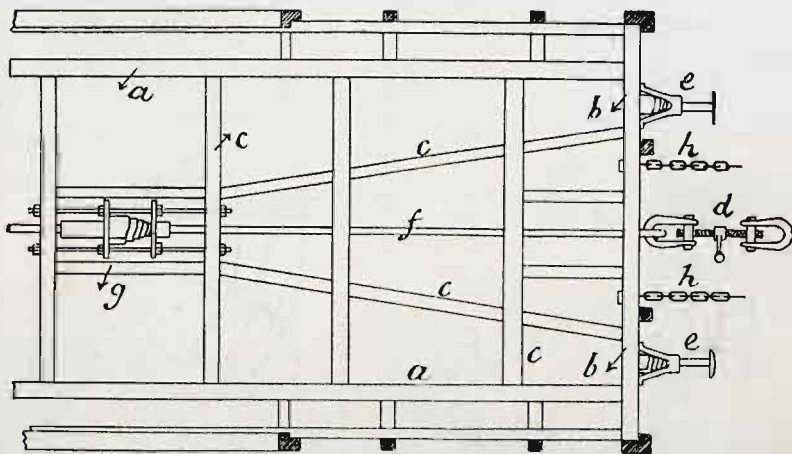
## ROZDZIAŁ II.

### Wagony.

Ogólny ustrój wagonów. Dane dotyczące wagonów osobowych i towarowych dróg żelaznych rosyjskich i zagranicznych.

*Ostoja wagonu* składa się z podłużnych dźwigarów *aa*, połączonych w obu końcach poprzecznymi belkami czołowymi *b* i oprócz tego pośrednimi belkami i ukośnicami *cc* (rys. 19). Ostoja wagonu bywa drewnianą lub żelazną.

Rys. 19.



Do belek czołowych przymocowują się *sprzęgła d*, służące do sprzęgania między sobą pojazdów kolejowych, oraz *zderzaki e e*, przeznaczone do łagodzenia zderzeń między pojazdami.

Zderzaki składają się z tarcz na trzonach, opartych na sprężynach spiralnych lub płaskich.

Sprzęgła składają się z haków i pałaków ze śrubami.

Trzon haka *f* umieszcza się w środku belki czołowej, na oddzielnej sprężynie *g* albo na jednej wspólnej sprężynie dla zderzaków i haka pociągowego.



Sprzęgła mogą być urządzone w ten sposób, aby każdy z pałąków był założony na hak sąsiedniego wagonu i służył jako zapasowe połączenie na wypadek zerwania się drugiego sprzęgła. W razie, jeżeli niema tego zabezpieczenia, umieszczone bywają po obu stronach haka pociągowego *łańcuchy zapasowe hh*.

*Pudło* wagonu składa się z *wieżby* czyli szkieletu i *opierzenia* i przymocowuje się do ostoi za pomocą śrub.

Wieżba pudła składa się z wieńca górnego czyli *obwodziny* i dolnego czyli *przyciesi* oraz pionowych *słupków*, połączonych poprzecznymi *zastrzałami*.

Wieżba pudła robi się z drewnianych bali lub żelaznych kształtowników i opiera się deskami. Wagony osobowe oprócz opierzenia wewnętrznego z desek otrzymują opierzenie zewnętrzne z blachy żelaznej. *Podłoga* wagonu, zazwyczaj podwójna, wykonywa się z desek.

*Wagony osobowe* bywają o dwóch, trzech i czterech osiach.

Obecnie budowane są przeważnie trzy i czteroosiowe wagony przechodnie, typu amerykańskiego, z korytarzem o szerokości od 0,6 do 0,8 m.

Wagony nieprzechodnie, t. j. z drzwiami otwierającymi się z obu stron każdego przedziału, w Rosyi nie są już teraz używane. Zagranicą takie wagony uznawane są jako dogodne w komunikacji podmiejskiej i wogóle na krótkie odległości.

Dążenie do udogodnień wywołało potrzebę zwiększenia długości wagonów, aby mieć możność umieszczenia w nich klozetów, umywalni i t. p. Również stateczność długich i ciężkich wagonów wobec dużych prędkości jest większa niż wagonów krótkich i lekkich.

Dla utworzenia dogodnego przejścia z jednego wagonu do drugiego, łączy się je niekiedy za pomocą miechów (harmonik).

Wraz ze zwiększaniem się długości wagonów zachodziła potrzeba zwiększania również rozstawu ich skrajnych osi nieruchomych. Rozstaw ten w trzyosiowych wagonach osobowych dosięga obecnie 7,9 do 9 m, odległość zaś między skrajnymi osiami wagonów czteroosiowych dosięga 14,5 m.

Długość pudła wagonów trzyosiowych wynosi 11 do 15, a czteroosiowych od 15,5 do 23 m.

Odległość między osiami półwozaka w wagonach czteroosiowych wynosi od 2 do 2,5 m.

Ciężar własny wagonów osobowych dróg żelaznych rosyjskich wynosi w przybliżeniu:

Rodzaj wagonu	Ciężar własny t	
	na oś	na podróznego
Wagony trzyosiowe:		
I klasy . . . . .	5,5—7,5	1,2—1,4
II „ . . . . .	5,5—7,5	0,7—0,9
III „ . . . . .	5,0—7,0	0,4—0,5
Wagony czteroosiowe:		
I klasy . . . . .	8 — 10	1,3—1,6
II „ . . . . .	7,5—10	0,8—1,0
III „ . . . . .	7,5—9,5	0,5—0,7



Ciężar jednego podróżnego wraz z pakunkiem wynosi około 4½ do 5 pudów. Widzimy stąd, że obciążenie wagonów osobowych jest bardzo nieznaczne w porównaniu z ich ciężarem własnym.

Stosunek ten przedstawia się jeszcze mniej korzystnie, gdy się zważy, że w wagonach osobowych miejsca nie zawsze bywają zajęte. Tak naprz. na kolejach rosyjskich, według danych za rok 1900, przeciętna ilość miejsc zajętych w stosunku do ilości miejsc zaofiarowanych wynosi: w kl. I-ej 14%; w kl. II-ej 29% i w kl. III 46%.

Według tychże danych ilość miejsc wynosi na oś w wagonach: kl. I-ej 5,7; kl. II-ej 10,0; kl. III-ej 13,8 i kl. IV-ej 17,4.

Oprócz klasowych wagonów osobowych są jeszcze w użyciu wagony specjalne, przeznaczone wyłącznie lub częściowo do przewozu ludzi, a mianowicie wagony: aresztanckie, sanitarne, inspektorskie i t. p. oraz wagony bagażowe, mające oprócz przedziału dla bagaży również przedział dla konduktorów, wagony pocztowe z przedziałem dla urzędników pocztowych i inne.

Wszystkie wymienione wagony różnią się od klasowych wagonów osobowych tylko urządzeniem wewnętrznym.

Koszt wagonów osobowych wynosi w przybliżeniu

trzyosowych:

kl. I-ej i II-ej 13000 rb., kl. III-ej 7000 rb.

czteroosowych:

kl. I-ej i II-ej 20000 rb., kl. III-ej 13000 rb.

*Dane dotyczące wagonów osobowych, bagażowych i pocztowych  
na niektórych drogach żelaznych.*

Nazwa drogi i rodzaj wagonów	Ilość miejsc klasy			Ilość osi	Ciężar własny <i>t</i>	Całkowita długość między zderzakami <i>m</i>	Rozstaw osi skrajnych <i>m</i>
	I	II	III				
<i>I. Wagony klasowe.</i>							
Dr. żel. Wirtemberskie . . .	6	24	—	2	15,0	12,68	7,0
„ Austriackie . . . .	—	—	48	2	10,6	—	6,0
„ Warszawsko-Wiedeńska	12	—	—	3	16,7	11,63	6,5
„ „ „	—	18	—	3	16,7	11,63	6,5
„ „ „	—	—	40	3	14,5	11,63	6,5
„ Moskiewsko-Kazańska .	—	—	42	3	20,6	13,62	7,6
„ Mikołajewska . . . .	20	—	—	4	31,2	18,13	13,9
„ „ . . . .	—	40	—	4	30,0	18,13	13,9
„ „ . . . .	—	—	62	4	29,6	18,13	13,9

Nazwa drogi i rodzaj wagonów	Ilość miejsc klasy			Ilość osi	Ciężar własny $t$	Całkowita długość między zderzakami $m$	Rozstaw osi skrajnych $m$
	I	II	III				
Dr. żel. Kaliska . . . . .	12	18	—	4	39,2	19,19	14,8
" " . . . . .	—	42	—	4	38,7	19,19	14,8
" " . . . . .	—	—	56	4	38,2	19,19	14,8
" Pruskie . . . . .	12	24	—	4	31,0	18,26	12,0
" Badeńskie . . . . .	—	—	74	4	30,0	17,16	11,4
<i>II. Wagony bagażowe.</i>							
Dr. żel. Austriackie . . . . .	—	—	—	2	9,9	9,74	5,8
" Warszawsko-Wiedeńska	—	—	—	3	13,3	10,83	6,7
" Mikołajewska . . . . .	—	—	—	4	19,8	14,03	10,4
<i>III. Wagony pocztowe.</i>							
Dr. żel. Kaliska . . . . .	—	—	—	3	18,9	13,64	9,0
" Mikołajewska . . . . .	—	—	—	4	29,5	18,13	13,9

*Wagony towarowe* bywają przeważnie typów następujących:

1) Platformy do przewozu towarów, nie wymagających ochrony od wpływów atmosferycznych, i do przedmiotów ciężkich, ładowanych przy pomocy żorawiów, jak: kamień, drzewo, maszyny i t. p.

2) Półwagony, t. j. wagony niekryte z wysokimi ścianami, dla towarów sypkich, nie wymagających przykrycia, jak: węgiel kamienny, buraki i t. p.

3) Wagony kryte.

4) Wagony zbiorniki (cysterny) do cieczy.

Dla umożliwienia wymiany wagonów ustanowione są w Rosyi normalne typy wagonów towarowych obowiązujące na wszystkich drogach żelaznych.

Wagony typu normalnego są dwuosiove o sile nośnej 900 pudów ( $14\frac{1}{2} t$ ). Ciężar własny 410 pudów ( $6\frac{1}{2} t$ ). Długość pudła 6,4 m. Odległość między osiami 3,8 m. Całkowita długość między zderzakami 7,6 m (8,2 m dla wagonu z hamulcami). Koszt około 1100 rub. bez hamulców i 1300 rub. z hamulcami.

Oprócz tego istnieją jeszcze wagony specjalne do przewozu przedmiotów wyjątkowo długich i ciężkich.

Na drogach zagranicznych stosowane są w Europie przeważnie wagony dwuosiove o sile nośnej około 15 t, w Ameryce zaś prawie wyłącznie wagony czteroosiove.

Nośność wagonów towarowych nie zawsze może być w zupełności użytkowana, bo naładowanie towarów na wagon pozostaje w zależności od zajmowanego przez nie miejsca, od ilości towarów, terminu ich dostawy i t. d. Oprócz tego

wagony opróżnione muszą często przebiegać znaczną przestrzeń bez ładunku do miejsca ponownego naładowania.

Według danych statystycznych dróg żelaznych rosyjskich za r. 1901, ładunek wagonów towarowych ładownych wynosił przeciętnie 71%, ładunek zaś przypadający przeciętnie na wszystkie wagony ładowne i próżne, wynosił zaledwie 49% ich siły nośnej.

W zamieszczonej poniżej tablicy przytoczone są dane, dotyczące wagonów towarowych niektórych dróg żelaznych.

Nazwa drogi i rodzaj wagonów	CieŜar własny t	Nośność t	Ilość osi	Rozstaw osi skrajnych m	Całkowita długość między zderzakami m	CieŜar własny na tonnę nośności kg
Wagon tow. kryty dr. Źel. Kaliskiej	7,2	14,5	2	3,81	8,83	585
Platforma dr. Źel. Kaliskiej. . .	6,9	14,5	2	5,5	10,4	552
Węglarka dr. Źel. Warsz.-Wiedeń.	7,9	15	2	4,0	8,58	527
Wagon tow. niekryty dr. Ź. Pruskich	8,1	15	2	6,0	11,5	540
" " " " "	14,9	30	4	8,0	13,3	463
" " kryty " "	8,7	15	2	4,5	9,3	580

## ROZDZIAŁ III.

### Parowozy.

#### 1. Ogólny ustrój parowozu.

*Zestawy kół* parowozowych nie różnią się zasadniczo od zestawów reszty taboru kolejowego. Mają one tylko większe wymiary w zależności od większego ich obciążenia.

Niektóre osie parowozu wprawiane są w obrót za pomocą mechanizmu parowego. Wskutek przyczepności kół do szyn, t. j. wskutek oporu tarcia, powstałemu między stykającymi się powierzchniami obręczy i szyny, pomienione osie wywołują ruch postępowy parowozu i sprzężonego z nim pociągu. Osie te zwą się *napędnymi*. Pozostałe osie, których koła mają zwykle mniejszą średnicę, przeznaczone są wyłącznie do podtrzymywania ostoi parowozu i zowią się osiami *podtacznymi*.

Ruch obrotowy udzielany jest osiom napędnym za pośrednictwem korb zewnętrznych lub wewnętrznych (rys. 20 a, b, c).

W razie ostatnim osie są kolankowato wygięte (rys. 20 b, c).

*Kocioł parowozowy* (rys. 21a), w celu osiągnięcia możliwie większej wydajności pary, urządzony jest z *paleniskiem* wewnętrznym (rys. 21b) i *plamieniówkami*.

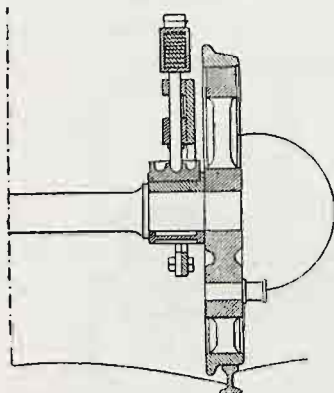


Tylna część kotła, gdzie mieści się palenisko, składa się z dwóch skrzyń, wewnętrznej  $b$  i zewnętrznej  $a$ . Ta ostatnia zowie się płaszczem paleniska.

Wewnętrzna skrzynia paleniskowa ogrodzona jest od spodu rusztami c. Pod nimi znajduje się popielnik d, zaopatrzony z przodu i z tyłu w klapy e, które mogą być otwierane w miarę potrzeby dla dopływu powietrza do paleniska.

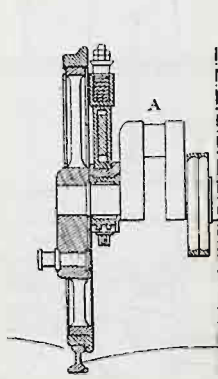
Rys. 20a.

Rama zzewnątrz. Cylindry zzewnątrz.



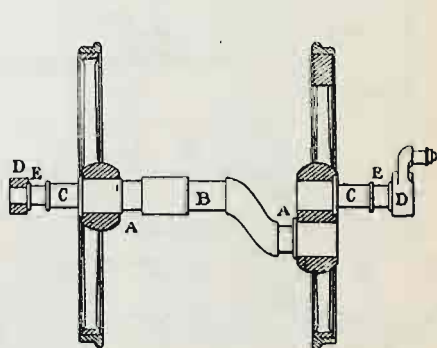
Rys. 20b.

Rama i cylindry zewnętrzne.



Rys. 20c.

Raina zzewnatrz. Cylindry zzewnatrz.



Boczne ścianki *plaszczu paleniskowego* z mocowane są ze ściankami skrzyni wewnętrznej za pomocą *zespórek* (*f*).

*Podniebienie* wewnętrznej skrzyni paleniskowej również łączy się z wierzchem płaszcza paleniskowego za pomocą *zespórek podniebiennych g* lub usztywnia się za pomocą belek podniebiennych.

W tylnych ściankach obu skrzyń paleniskowych osadzone są *drzwiczki paleniskowe h*, przez które paliwo wrzuca się do paleniska. Przez średnią cylindryczną część kotła, położoną pomiędzy skrzynią paleniskową i *dymnicą i*, umieszczoną z przodu parowozu, przechodzi duża ilość (150 do 240) rur *k*, zwanych *plamieniówkami*. Spaliny przechodzą temi rurkami do dymnicy i następnie przez umieszczony nad nią *komini l* wydostają się nazewnątrz.

Przestrzeń pomiędzy ściankami bocznymi wewnętrznej skrzyni paleniskowej i zewnętrznym jej płaszczem oraz między płomieniówkami wypełniona jest wodą, której poziom winien być zawsze nieco wyższy niż podniebienie paleniska.

Tak więc powierzchnia wewnętrznej skrzyni paleniskowej, którą ogrzewają bezpośrednio płomienie i powierzchnia płomieniówek, przez które przechodzą gorące gazy, tworzą *powierzchnię ogrzewalną kotła*. Od wielkości tej powierzchni i temperatury jej nagrzania zależy ilość pary, którą może dostarczyć kocioł.

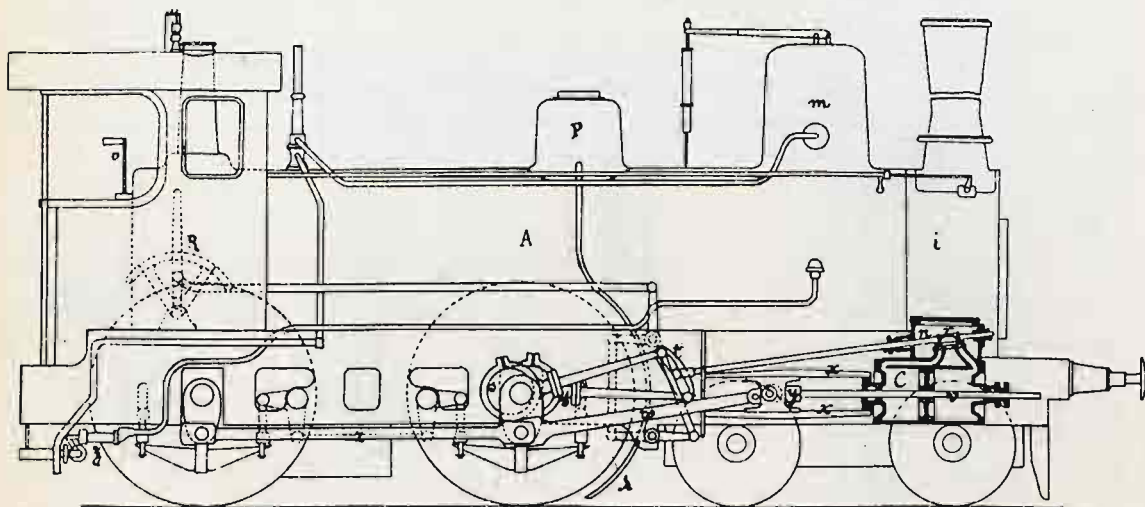
Nad średnią cylindryczną częścią kotła urządzony jest *dzwon parowy* czyli *zbieralnik* *m*, w którym zbiera się para suchsza niż u powierzchni wody.

Ze zbieralnika para przechodzi do *skrzynek suwakowych n* przy cylindrach parowych po rurze *g*, której otwór może być mniej lub więcej przymykany za pomocą *przepustnicy o*, nastawianej z pomostu dla maszynisty.



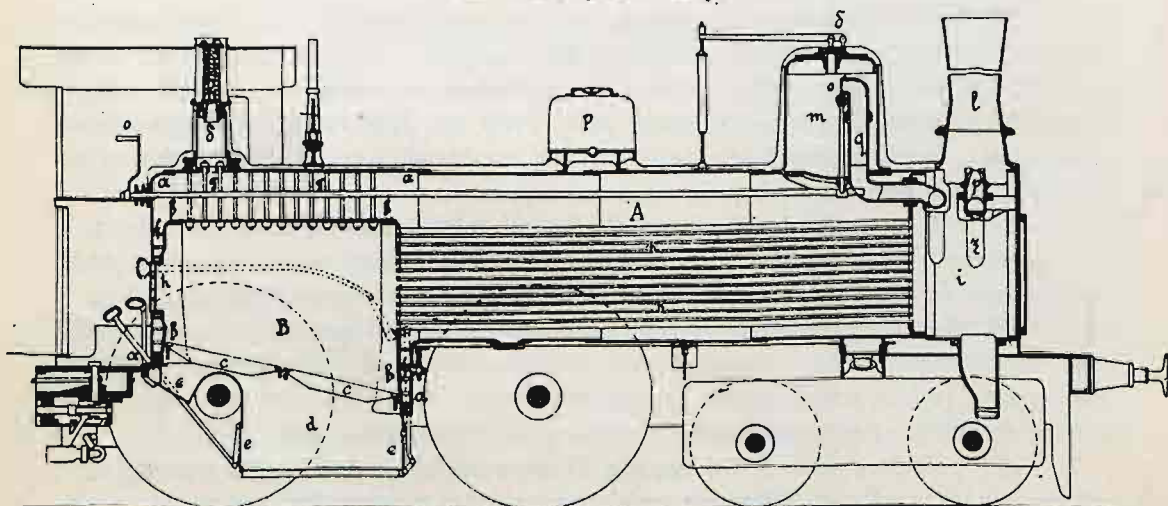
Para zużyta w cylindrach ulata do komina. Rury odlotowe  $\xi$ , odprowadzające parę, łączą się w dymnicy w jedną rurę  $p$ , zakończoną stożkowato u podstawy komina. To stożkowane zakończenie rury  $p$  zwie się *dyszą wylotową*.

Rys. 21a.  
Widok boczny.



Szybkie uchodzenie pary przez dyszę  $p$  rozrzedza gazy w dymnicy i stwarza niezbędny do spalania się paliwa ciąg, którego nie jest zdolny wytworzyć niski komin parowozu.

Rys. 21b.  
Przekrój podłużny.



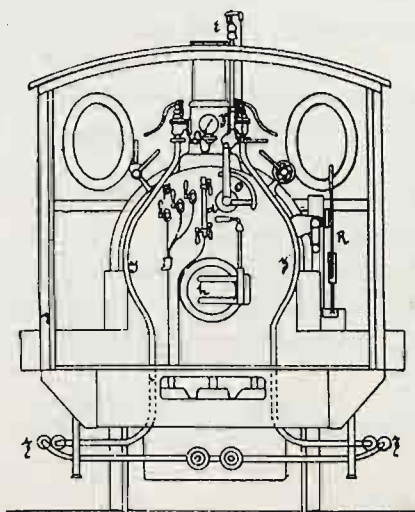
Zasilanie kotła wodą dokonywa się za pomocą dwóch *smoczków* (injektorów)  $\xi$ , umieszczonych w budce maszynisty lub pod nią z obu stron kotła.

Zapas wody i paliwa mieści się na oddzielnym wagonie, tak zwanym *tendrze*, albo na samym parowozie, który w takim razie nazywa się *beztendrowym*.

Przybory niezbędne kotła parowozowego stanowią: *szkło wodowskazowe*  $\alpha$  i *kurki probierecze*  $\beta$  dla obserwowania poziomu wody, która nie powinna obnażać skrzyni paleniskowej, *manometr*  $\gamma$ , wskazujący ciśnienie pary w kotle, conajmniej dwa *zawory bezpieczeństwa*  $\delta\delta$ , *gwizdawka*  $\epsilon$  i inne.

Rys. 21e.

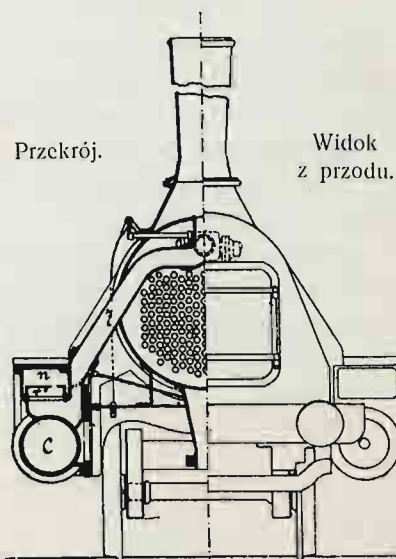
Widok z tyłu.



Rys. 21d.

Przekrój.

Widok z przodu.



## Znaczenie liter.

<i>A</i> — kocioł parowozu.	<i>i</i> — dymnica.	<i>y</i> — krzyżulec.
<i>B</i> — palenisko.	<i>k</i> — płomieniówki.	<i>x</i> — równoleżniki.
<i>C</i> — cylinder parowy.	<i>l</i> — komin.	<i>z</i> — wiązary.
<i>a</i> — skrzynia paleniskowa zew- [nętrzna.	<i>m</i> — zbieralnik.	$\alpha$ — szkło wodowskazowe.
<i>b</i> — „ „ wewnątrzna.	<i>n</i> — skrzynka suwakowa.	$\beta$ — kurki probierecze.
<i>c</i> — ruszty.	<i>o</i> — przepustnica.	$\gamma$ — manometr.
<i>d</i> — popielnik.	<i>p</i> — dysza.	$\delta$ — zawór bezpieczeństwa.
<i>e</i> — klapy.	<i>r</i> — suwak.	$\epsilon$ — gwizdawka.
<i>f</i> — zespórki.	<i>s</i> — minośród.	$\zeta$ — rury odlotowe.
<i>g</i> — zespórki podniebienne.	<i>t</i> — jarzmo (kulisa).	$\xi$ — smoczki.
<i>h</i> — drzwiczki paleniskowe.	<i>v</i> — trzon tłoka.	<i>P</i> — piasecznica.
	<i>w</i> — drąg korbowy.	<i>R</i> — nastawnica.

Aby można było w razie potrzeby zwiększać sztucznie przyczepność kół do szyn, na przykład podczas gołoledzi, przy ruszaniu z miejsca, w razie nagłego hamowania i t. p., umieszczona jest na kotle skrzynka *P* z miłąkim suchym piaskiem, zwana *piasecznicą*, z której piasek może być podsypywany przez rurki  $\lambda$  pod koła napędne.

Do oczyszczania kotła służą *wyczystki i włazy*, urządzone w jego ścianach i zamykane przykrywami.

Cylindry parowe  $C$  umieszczane są przeważnie poziomo, u spodu dymnicy i po zewnętrznej stronie ostoi, symetrycznie względem podłużnej osi parowozu.

Maszyny parowoze urządzane są o pojedynczym i o podwójnym rozprężaniu pary (compound).

W tym ostatnim ustroju para, po skutecznieniu swej pracy w jednym z cylindrów, który ją otrzymał bezpośrednio z kotła, nie zostaje wypuszczona na zewnątrz, lecz przechodzi do drugiego cylindra i w dalszym ciągu wykonywa pracę.

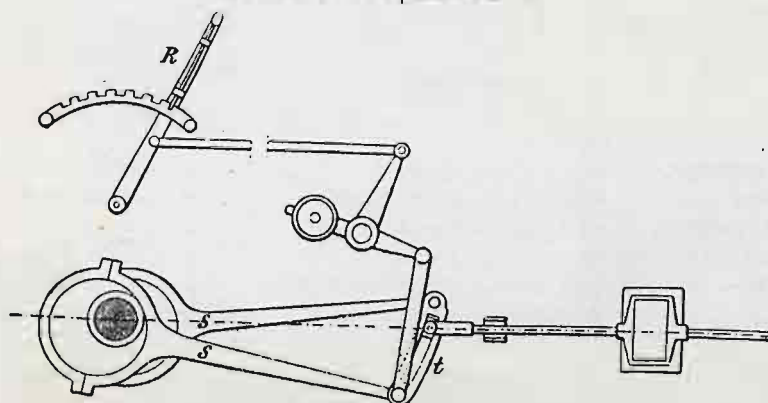
Rozrząd pary w cylindrach otrzymuje się za pomocą suwaków  $r$ , które poruszają się w skrzynkach suwakowych  $n$ , stanowiących jedną całość z cylindrami (rys. 21a).

Suwaki wprawia w ruch jedna z osi parowozu za pomocą osadzonych na niej z każdej strony dwóch mimośrodków  $s$ , z których jeden służy dla ruchu naprzód, zaś drugi dla ruchu wstecz.

Końce drążków mimośrodowych połączone są przegubowo za pomocą jarzma (kulisy)  $t$ , obejmującego koniec trzona suwaka (rys. 21a i 22).

Jarzmo może być nastawiane, t. j. podnoszone lub opuszczane z pomostu maszynisty za pomocą dźwigni lub śruby, zwanej nastawnicą  $R$  i tym sposobem suwak otrzymuje skok wymaganej długości od jednego lub drugiego mimośrod.

Rys. 22.  
Jarzmo Stephenson'a.



Za pomocą tego mechanizmu można zmienić rozdział pary (t. j. zmienić kierunek ruchu parowozu) oraz zmienić stopień napełnienia cylindrów (dopływ pary). Gdy nastawnica zajmuje położenie środkowe, suwaki pozostają prawie bez ruchu i para z kotła nie ma dostępu do cylindrów.

Ciśnienie pary na tłok cylindra przenosi się na oś napędną za pośrednictwem trzona tłoka  $v$  i drąga korbowego  $w$ . Krzyżulec  $y$  trzona tłoka prowadzi równoleżniki  $xx$ . Krzyżulec połączony jest przegubowo z drągiem korbowym, którego drugi koniec chwyta za czop korby osi napędnej. Dla uniknięcia zbiegu punktów martwych, korby osi napędnej umieszczone są pod kątem prostym względem siebie.

W razie kilku osi napędnych korby ich łączone są za pomocą wiązarów  $z$ .







a więc:

$$Z = p_i \frac{d^2 l}{D} \dots \dots \dots (2)$$

Wzór ten wskazuje, że dużej sile pociągowej odpowiadają duże cylindry i małe koła napędne.

W pierwszej połowie skoku tłoka ciśnienie, które para wywiera na niego, wydatkuje się w znacznym stopniu na przyspieszenie ruchu mas tłoka, krzyżulca i drąga korbowego i tylko pozostała część tego ciśnienia przenosi się na korbę osi napędnej. Przeciwnie, w drugiej połowie skoku tłoka ruch pomienionych mas należy zwalniać dopóty, dopóki te masy wraz z końcem skoku tłoka nie przejdą w stan spoczynku. Ponieważ w cylindrach parowozowych para rozpręża się i ciśnienie jej z początku większe, w następstwie się zmniejsza, więc okoliczność ta wpływa na ujednostajnienie ciśnienia na korbę. Im większą jest prędkość mas będących w ruchu (parowozy osobowe i kuryerskie), tem koniecznijszem się staje stosowanie większego rozprężenia pary.

Odchylenia siły pociągowej od średniego jej znaczenia podczas każdego obrotu koła napędnego wyrównywa siła żywa parowozu. Wskutek dużej masy parowozu wahania jego prędkości nie są znaczne.

Średnia prężność pary  $p_i$  w cylindrze może być określona za pomocą indykatora, dzieląc płaszczyznę wykresu indykatora, wyrażającą pracę pary, przez długość skoku tłoka. Spostrzeżenia dokonane przy pomocy indykatora wykazują, że prężność pary  $p_i$  w cylindrze, czyli prężność wskazana, zależy od prężności  $p$  w kotle, od stopnia napełnienia cylindra i od szybkości ruchu. Wykresy indykatora dają również możność określenia rozchodu suchej pary w cylindrach, gdy wiadomą jest jej gęstość przy różnych ciśnieniach, a zarazem określenia stosunku tego rozchodu do pracy, którą wykazują wykresy.

Rozchód pary w cylindrach może być pokrywany w stopniu, zależnym od wydajności kotła. Jeżeli ilość pary, dostarczanej cylindrom z kotła parowozu, nie jest dostateczną dla uzupełnienia jej rozchodu, to prężność pary w cylindrach zmniejsza się, wskutek czego ruch parowozu wolniej dopóty, dopóki rozchód pary nie stanie się równym wydajności kotła. Jeżeli, z drugiej strony, pożądanem jest, ażeby nabyta prędkość ruchu nie zwiększała się, jakkolwiek pozostaje jeszcze zapas siły pociągowej, a więc możliwość przyspieszenia ruchu, to należy tylko zwęzić otwór przepustnicy albo, co lepiej, zwiększyć rozprężenie pary za pomocą nastawnicy i tym sposobem zmniejszyć średnią prężność w cylindrze o tyle, aby siła pociągowa stała się równą oporowi. Jednocześnie należy zmniejszyć wydajność kotła osłabiając ogień w palenisku.

Wymiary cylindrów parowych dobierane są w ten sposób, aby przy średnich prędkościach ruchu, dla których przeznaczony jest parowóz, cylindry te mogły spożytkowywać całą ilość pary, dostarczanej przez kocioł. Wskutek tego *moc parowozu*, t. j. siłę jego w koniach parowych na sekundę, określa przy pomieniowych

prędkościach wydajność jego kotła. Wydajność ta zależy od powierzchni ogrzewalnej i od powierzchni rusztów, od której zależy ilość zużywanego paliwa.

Największa ilość węgla, jaką można spalić na kwadratowym metrze powierzchni rusztów, wynosi około 500 do 600 *kg* na godzinę. Ilość ta zmienia się w zależności od gatunku i grubości węgla oraz od siły i jednostajności ciągu, który wytwarza zużyta para. Częsty i niezbyt silny wydych pary, odpowiadający małym dopływom i średniej prędkości jazdy, dopomaga do jednostajnego spalania opału i zwiększa parowanie. Opał o małej wydajności ciepła lub w drobnych kawałkach, spalany cienką warstwą, wymaga dużej powierzchni rusztów.

Kilogram węgla, spalany w palenisku parowozu, daje średnio od 6 do 8½ *kg* pary.

Z powyższego wynika, że ilość pary wilgotnej, otrzymywanej z metra kw. rusztów, wynosi 3000 do 5100 *kg* na godzinę.

Wreszcie rozchód pary wilgotnej na konia parowego wynosi średnio 11 do 13 *kg* na godzinę.

Według tych danych moc parowozu wynosi średnio około  $\frac{500 \times 7}{12} \approx 300$  koni parowych na metr kw. rusztów.

### 3. Dane doświadczalne do określenia pracy parowozu.

#### A. Tablice Grove'go.

Zbadanie wykresów indykatorowych posłużyło Grove'mu do zestawienia tablic, podających stosunek  $\frac{p_i}{p_o}$ , średniego ciśnienia użytecznego  $p_i$  na tłok do ciśnienia  $p_o$  (bezwzględnego) pary dopływającej, oraz do określenia rozchodu pary w cylindrach  $\frac{S}{N}$  w *kg* na godzinę i na konia parowego w zależności od stopnia napełnienia cylindrów<sup>1)</sup>.

Następnie na zasadzie danych co do ilości pary  $\frac{S}{H}$ , otrzymanej na godzinę z metra kwadratowego powierzchni ogrzewalnej, i wydajności paliwa  $\frac{S}{B}$  (jeżeli  $B$  oznacza ciężar paliwa w *kg* potrzebowanego dla otrzymania 1 *kg* pary), Grove określa moc parowozu  $\frac{N}{H}$ , wyrażoną w koniach parowych na godzinę i na m<sup>2</sup> powierzchni ogrzewalnej, oraz rozchód węgla  $\frac{B}{N}$  w *kg* na konia parowego i na godzinę.

<sup>1)</sup> Spostrzeżenia Grove'go robione były przy stałej prędkości  $v = 3$  m/sek.

Tablica Grove'go.

Rodzaj parowozów	Napełnienie cy- lindrów	Prężność pary w kotle (bezwzględ- na)	Wskazana prężność pary	Rozchód pary	Wydajność kotła	Moc parowozu	Wydajność paliwa (para sucha)		Rozchód paliwa	
							$\frac{S}{B}$		$\frac{B}{N}$	
	$\frac{l_1}{l}$	$p_o$	$p_i$	$\frac{S}{N}$	$\frac{S}{H}$	$\frac{N}{H}$	Koksu	Węgla	Koksu	Węgla
Kuryerskie . . . . .	0,25	8	3,66	11,3	43	3,8	5,7	5,0	2,0	2,3
	"	10	4,83	10,6	"	4,1	"	"	1,9	2,1
	"	12	6,00	10,1	"	4,3	"	"	1,8	2,0
	"	14	7,17	9,8	"	4,4	"	"	1,7	2,0
Osobowe . . . . .	0,30	8	4,10	11,76	39	3,3	5,9	5,3	2,0	2,2
	"	10	5,38	11,06	"	3,5	"	"	1,9	2,1
	"	12	6,66	10,61	"	3,7	"	"	1,8	2,0
	"	14	7,93	10,29	"	3,8	"	"	1,7	2,0
Towarowe . . . . .	0,40	8	4,66	13,64	34	2,5	6,4	5,8	2,1	2,4
	"	10	6,06	12,93	"	2,6	"	"	2,0	2,2
	"	12	7,46	12,49	"	2,7	"	"	2,0	2,2
	"	14	8,85	12,16	"	2,8	"	"	1,9	2,1
Górskie . . . . .	0,50	8	5,22	15,00	31	2,1	6,6	6,0	2,3	2,5
	"	10	6,74	14,31	"	2,2	"	"	2,2	2,4
	"	12	8,24	13,90	"	2,2	"	"	2,1	2,3
	"	14	9,72	13,62	"	2,3	"	"	2,1	2,3
	0,60	8	5,55	16,74	31	1,85	6,6	6,0	2,5	2,8
	"	10	7,14	10,08	"	1,9	"	"	2,4	2,7
	"	12	8,69	15,71	"	2,0	"	"	2,4	2,6
	"	14	10,18	15,46	"	2,0	"	"	2,3	2,6
	0,70	8	5,90	18,0	31	1,7	6,6	6,0	2,7	3,0
	"	10	7,54	17,4	"	1,8	"	"	2,6	2,9
	"	12	9,05	17,2	"	1,8	"	"	2,6	2,9
	"	14	10,41	17,2	"	1,8	"	"	2,6	2,9



Wyniki badań Grove'go podane są w umieszczonej powyżej tablicy.

Z tablicy tej widać, że wraz ze zmniejszeniem się napełnienia cylindrów, wyrażającego się stosunkiem  $\frac{l_1}{l}$  części skoku tłoka, na której ma miejsce dopływ pary, do całej długości skoku, i wraz ze zwiększeniem się ciśnienia w kotle zmniejsza się rozchód pary na konia parowego, a więc zwiększa się moc parowozu na jednostkę powierzchni ogrzewalnej.

Wobec tego korzystnem jest stosowanie pary wysokoprężnej, oraz zmniejszenie dopływu, t. j. zwiększenie rozprężenia pary.

Jednakże zmniejszanie się rozchodu pary w miarę zwiększania się jej prężności tem mniej daje się zauważyć, im prężność ta jest większą. Przy przejściu od 10 do 12 atmosfer różnica w rozchodzie pary jest bardzo nieznaczna, zwłaszcza że przy wysokich ciśnieniach zwiększają się straty, pochodzące z nieszczelności ścian kotła. Przy zmniejszeniu napełnienia do 0,25 rozchód pary na godzinę i konia parowego jest prawie o 40% mniejszy, niż przy napełnieniu 0,50, co należy głównie przypisać tej okoliczności, że przy większym rozprężeniu wydatkuje się mniej pary na zapełnienie przestrzeni szkodliwych.

Jednak w miarę zmniejszenia napełnienia zmniejsza się również prężność pary w cylindrze, a zatem i siła pociągowa. Chcąc zachować też samą siłę pociagową, potrzeba zwiększyć średnicę cylindrów. Ponieważ wymiary cylindrów ograniczone są swobodną przestrzenią, która jest dla nich przeznaczona, więc w razach, gdy potrzebną jest głównie duża siła pociągowa, a mianowicie w razie ciężkich pociągów towarowych oraz w razie stromych wzniesień i łuków, dopływ pary winien być większy, niż wtedy, gdy pożądanem jest zwiększenie szybkości i gdy można się zadowolnić mniejszą siłą pociagową, jak to ma miejsce w wypadku pociągów osobowych, zwłaszcza zaś pośpiesznych i kurierskich.

W przytoczonej powyżej tablicy Grove'go wskazany jest dla każdego napełnienia cylindrów rodzaj parowozu, do którego ono przeważnie bywa stosowane.

#### B. Wzory prof. Petrowa.

Prof. Petrow podaje dla średniej wskazanej (według indykatora) prężności pary w cylindrze wzór następujący:

$$p_i = 0,95 p_o' \sqrt{(2 - \epsilon) \epsilon} - 1,5. \quad (3)$$

W tym wzorze  $p_o' = 0,95 p_o$  oznacza prężność pary w skrzynce suwakowej,  $p_o$  prężność pary w kotle (bezwzględna),  $\epsilon$  stopień napełnienia. Wzór ten daje prawie takie same wartości, jakie otrzymują się podług tablicy Grove'go.

Pracę pary prof. Petrow wyraża wzorem:

$$T = 32500 - 18500 \epsilon \quad (4)$$

w którym  $T$  oznacza pracę w  $\text{mkg/godz}$ , wytwarzaną przez kilogram pary, t. j.:

$$T = \frac{3600 \times 75 N}{S} \quad (5)$$





Tablica wartości  $\frac{N}{H}$  według Borries'a.

Rodzaj parowozów	C z y n n i k i			Ilość obrotów kół napędnych na sekundę						
	$\frac{H}{R}$	$p$	$\frac{I}{H}$	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4
<i>Osobowe i pośpieszne.</i>										
1) jednoprzężne . . . . .	50	12	0,80	—	4,2	4,5	4,8	5,0	5,2	5,3
2) dwuprzężne o 2 cylindrach . . . . .		do 12	0,85	—	4,5	5,1	5,6	6,0	6,4	6,7
3) dwuprzężne o 4 cylindrach . . . . .	60	14	0,85	—	5,9	6,3	6,7	7,0	7,2	7,4
<i>Towarowe i bestendrowe.</i>										
4) jednoprzężne . . . . .	55	10	0,85	3,5	3,8	4,1	4,3	4,5	—	—
5) dwuprzężne o 2 cylindrach . . . . .	do 65	12	0,90	3,8	4,2	4,5	4,8	5,0	—	—

Uwagi odnoszące się do tablicy.

$\frac{H}{R}$  oznacza stosunek powierzchni ogrzewalnej do powierzchni rusztów,  $\frac{I}{H}$  — stosunek pojemności cylindra (wysokoprężnego) w litrach do powierzchni ogrzewalnej w metrach kwadratowych,  $p$  ciśnienie manometryczne w kotle. Cyfry tablicy otrzymano dla węgla średniego gatunku; przy dobrym węglu mogą być one podwyższone o 10%, a przy węglu poślednim odpowiednio zmniejszone.

Wnioski Frank'a i Borries'a posiadają tę wadę, że praca parowozów, które służyły do spostrzeżeń na pruskich drogach żelaznych rządowych, nie była określana bezpośrednio, lecz tylko wyrachowywana, przyjmując opór pociągów bez względu na ich skład według wzoru:  $W = 2,4 + \frac{V^2}{10^3}$  (patrz niżej wzór 35). Wobec tego dane Frank'a i Borries'a, dotyczące mocy parowozów, nie należy uważać jako bezwzględnie rzetelne.

#### D. Badania Dedouits'a i Nadal'a

W czasie ostatnich lat dwudziestu na francuskich drogach żelaznych rządowych inżynierowie Dedouits i Nadal dokonali szeregu spostrzeżeń nad pracą parowozów.

Siła pociągowa może być uważana jako suma dwóch sił, z których jedna przewyższa opór pociągu podczas jednostajnego ruchu o danej szybkości, druga zaś przewyższa bezwładność poruszających się mas i nadaje pociągowi przyspieszenie. Jeżeli opór pociągu przy danej prędkości jest wiadomy, to łatwo określić siłę pociągową, zmierzwszy przyspieszenie.

Dedouits określał przyspieszenie, odnotowując za pomocą chronografu czas w pewnych odstępach przebieganej drogi, lub mierzył przyspieszenie bezpośrednio za pomocą wynalezionej przez siebie przyrządu, nazwanego wahadłem dynamometrycznym, którego opis jest umieszczony poniżej w rozdziale o oporze pociągu.

Otrzymane przez Dedouits'a wykresy siły pociągowej dla rozmaitych typów parowozów mają kształt uwidoczniiony na rys. 23.

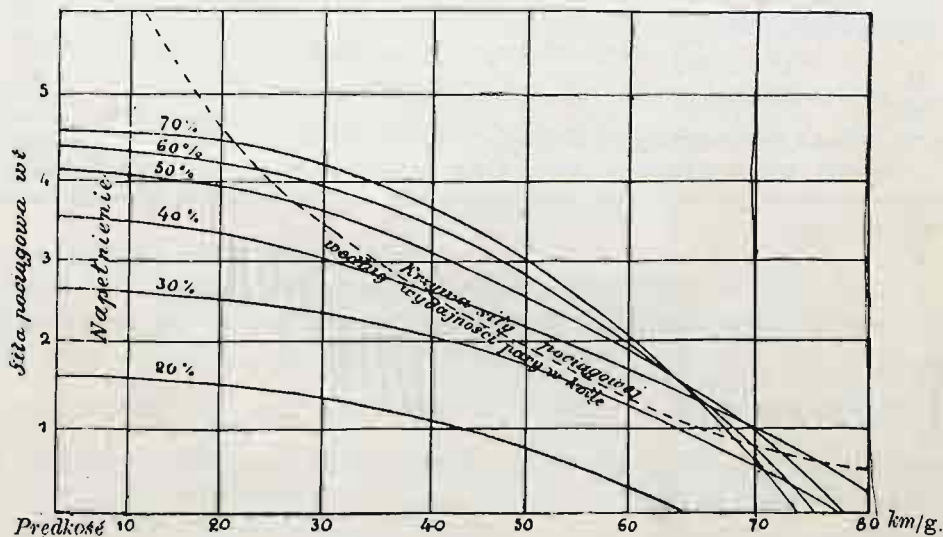
Wykresy te wykazują, że przy małych prędkościach siła pociągowa pozostaje dla każdego napełnienia prawie bez zmiany. W miarę zaś zwiększania się prędkości siła pociągowa zaczyna szybko się zmniejszać i przytem o tyle szybciej, o ile napełnienie jest większem.

Na wykresie (rys. 23) uwidoczniiony jest również kształt krzywej, określającej siłę pociągową według wydajności kotła, t. j. według wzoru

$$Z = \frac{75 N}{v} \dots \dots \dots (11)$$

w którym  $N$  oznacza moc parowozu w koniach parowych, określoną na zasadzie ilości pary, jaką może dostarczyć kocioł.

Rys. 23.



Jak widać z wykresu, zarówno przy małych jak i przy bardzo dużych prędkościach cylindry nie mogą spotrzebować, nawet przy największym napełnieniu, całej ilości pary, którą zdolny jest dostarczyć kocioł i z tego powodu przy pomniejszych prędkościach siła cylindrów ogranicza moc parowozu.

Wogóle zaś, za wyjątkiem prędkości bardzo małych i bardzo dużych, cylindry mogą spożytkowywać całą ilość pary dostarczanej przez kocioł, pracując z małą prędkością, gdy napełnienie, a więc i siła pociągowa są duże, albo naodwrot z dużą prędkością, gdy napełnienie i siła pociągowa są małe.

W ten sposób w zwykłych warunkach ruchu moc parowozu, jak to powiedziano powyżej, określa się wydajnością kotła.

Według Dedouits'a ilość wody, wyparowanej w kotle parowozu, wynosi przy dobrym węglu około 4000 litrów na metr kw. rusztów, rozchód zaś wody w parowozach zarówno jednoprzężnych jak i dwuprzężnych<sup>1)</sup> wynosi około 10 litrów na konia parowego i godzinę.

Różnica w pracy parowozów jednoprzężnych i dwuprzężnych polega według Dedouits'a na tem, że przy małych prędkościach i dużych napełnieniach moc pierwszych cokolwiek się zmniejsza, drugich zaś pozostaje stałą. Zmniejszenie się mocy w parowozach jednoprzężnych daje się zauważyć, poczynając od napełnienia 0,4, a przy największem napełnieniu 0,7 dosięga 30%<sup>2)</sup>.

Według Nadal'a rozchód pary  $\frac{S}{N}$  na konia parowego i godzinę wynosi przeciętnie 12 kg, wydajność zaś kotła może być wyrażona wzorem<sup>3)</sup>:

$$S = 460 \sqrt{HR} \dots \dots \dots (12)$$

Należy zaznaczyć, że doświadczenia Nadal'a wykonane były przy ogrzewaniu węglem, którego kilogram wytwarzał nie mniej niż 7,5 kg pary wilgotnej.

Dla węgla średniego gatunku, dającego 6½ kg pary na jednostkę wagi własnej, można przyjąć

$$S = 400 \sqrt{HR} \dots \dots \dots (13)$$

Przyjmując  $\frac{S}{N} = 12$ , otrzymamy moc parowozu w kilogramometrach na sekundę:

$$75 N = 2500 \sqrt{HR} = \frac{2500 \cdot H}{\sqrt{\frac{H}{R}}} \dots \dots \dots (14)$$

<sup>1)</sup> Najnowsze spostrzeżenia wykazują, że zaoszczędzenie wody i paliwa w parowozach dwuprzężnych w porównaniu ze zwykłymi parowozami tejże samej mocy dosięga 20%.

<sup>2)</sup> W parowozach jednoprzężnych siła pociągowa cylindrów przy największem napełnieniu 0,7 wynosi:

$$Z = 0,8 p \frac{d^2 l}{D},$$

a przy napełnieniu 0,4:

$$Z = 0,6 p \frac{d^2 l}{D}.$$

Dla parowozów dwuprzężnych największa siła pociągowa cylindrów może być określona z wzoru:

$$Z = 0,55 p \frac{d_2^2 l}{D}.$$

w którym  $p$  oznacza manometryczną prężność pary w kotle, zaś  $d_2$  średnicę cylindra niskiego ciśnienia.

<sup>3)</sup> Kształt tego wzoru zapożyczony jest od Marié'go, według którego:

$$S = 368 \sqrt{HR}.$$



## E. Badania Goss'a.

Wnioski Dedouits'a, dotyczące pracy parowozów, stwierdzone zostały pod wielu względami przez badania Goss'a, dokonane ostatnimi czasy na stacyi doświadczalnej uniwersytetu w Purdue. Goss obserwował średnią prężność pary w cylindrach przy różnych napełnieniach i prędkościach, które się zmieniały od 24 do 88 *km/godz.* Ułożona przez niego tablica wskazuje, że oba czynniki, t. j. napełnienie i prędkość, silnie wpływają na prężność pary. Tak na przykład przy ciśnieniu w kotle 9,1 *kg/cm<sup>2</sup>* i napełnieniu 25%, w miarę zmiany prędkości od 24 do 88 *km/godz.*, średnia prężność zmieniała się od 3,1 do 1,27 *kg/cm<sup>2</sup>*. Przeciwnie, rozchód pary na konia parowego podlegał przy zmianie prędkości i napełnienia bardzo nieznacznym zmianom i wynosił średnio około 12,5 *kg*.

Wydajność kotła  $\frac{S}{H}$  Goss ocenia na 48 *kg/m<sup>2</sup>* powierzchni ogrzewalnej.

## 4. Najmniejsza i największa szybkość parowozu. Sprawność parowozu.

Przyjmując moc parowozu w normalnych warunkach ruchu za wielkość stałą, widocznem jest z równania  $Z = \frac{75 N}{v}$ , że siła pociągowa będzie tem większą, im mniejszą jest prędkość  $v$ .

Jednakże normalna szybkość ruchu, za wyjątkiem rozpędzania i zwalniania, nie może być ze względów handlowych zmniejszana poniżej pewnej granicy  $v_{min}$  w zależności od rodzaju przewozu. Jeżeli najmniejsza prędkość będzie  $v_{min}$ , to odpowiadająca jej największa siła pociągowa:

$$Z_{max} = \frac{75 N}{v_{min}}$$

Moc parowozu, określana w wzoru (14), zależy od powierzchni ogrzewalnej  $H$  i od stosunku jej do powierzchni rusztów  $R$ .

Na wielkość tego stosunku wpływa przeważnie rodzaj paliwa. Ze względu, że paliwo lepiej się spala przy średnich szybkościach niż przy dużych, stosunek  $\frac{H}{R}$  przyjmuje się dla parowozów towarowych większym, a mianowicie około 65, zaś dla parowozów osobowych mniejszym, a mianowicie około 55.

Co się tyczy bezwzględnej wielkości powierzchni ogrzewalnej  $H$ , to zależy ona od wymiarów kotła, a więc jest w stosunku mniej lub więcej stałym do ciężaru parowozu. W miarę zwiększania się powierzchni ogrzewalnej zwiększa się również zapas wody i paliwa, który winien mieścić się w tendrze. Na jedną tonnę ciężaru parowozu wraz z tendrem w stanie roboczym można przyjąć średnio dla parowozów osobowych 1,6 *m<sup>2</sup>*, dla towarowych zaś około 1,7 *m<sup>2</sup>* powierzchni ogrzewalnej.

Na podstawie tych danych moc parowozu, wyrażona w kilogramometrach na sekundę, wynosi według wzoru (14) średnio:

$$\text{od} \quad \frac{2500 \times 1,7 L}{\sqrt{65}} = 0,53 L$$

$$\text{do} \quad \frac{2500 \times 1,6 L}{\sqrt{55}} = 0,54 L$$

jeżeli  $L$  oznacza ciężar parowozu wraz z tendrem w  $kg$ .

Można więc przyjąć z pewnym zapasem:

$$75 N = 0,5 L . . . . . (15)$$

a zatem:

$$Z_{max} = \frac{0,5 L}{v_{min}}$$

skąd, oznaczając stosunek  $\frac{Z_{max}}{L} = z$ , otrzymamy:

$$z = \frac{0,5}{v_{min}} . . . . . (16)$$

Stosunek  $\frac{Z_{max}}{L} = z$  nazywa się *sprawnością parowozu*.

Największej sile pociągowej winna odpowiadać przyczepność kół napędnych do szyn, będąca w następującej zależności od nacisku tychże kół:

$$Z_{max} \leq f P . . . . . (17)$$

W tym wzorze  $f$  oznacza współczynnik przyczepności, który przyjmuje się zwykle nie większym jak  $\frac{1}{3}$ .

Jak widać, sprawność parowozu, która winna czynić żądanie warunkowi

$$z \leq f \cdot \frac{P}{L} . . . . . (18)$$

znamionuje stosunek nacisku osi napędnych do ogólnego ciężaru parowozu wraz z tendrem. Dla parowozów beztendrowych stosunek ten równa się 1, dla kuryerskich zaś spada do  $\frac{1}{3}$  a nawet do  $\frac{1}{4}$ .

Dla uniknięcia ruchów parowozu szkodliwych ze względu na bezpieczeństwo, koniecznem jest, aby szybkość ruchu tłoków w cylindrach nie przekraczała pewnych granic, co ogranicza również największą szybkość parowozu w zależności od średnicy kół napędnych. Zgodnie z przepisami, obowiązującymi na drogach żelaznych rosyjskich, szybkość parowozu nie powinna przekraczać granicy, przy której ilość obrotów kół napędnych parowozu na minutę przewyższa w parowozach osobowych 280, a towarowych 225. Warunek ten odpowiada ograniczeniu szybkości parowozów osobowych do 49  $km/godz.$ , towarowych zaś do 42,5  $km/godz.$  na metr bieżący średnicy kół napędnych.

## 5. Typy parowozów.

Parowozy osobowe, towarowe i manewrowe. Ilość i średnica kół napędnych. Parowozy beztendrowe. Parowozy jednoprzężne i dwuprzężne. Tendry. Ciężar i koszt parowozów i tendrów.

Stosownie do rodzaju pociągów, które parowóz ma obsługiwać, odróżniamy parowozy kuryerskie, osobowe, towarowo-osobowe i towarowe. Parowozy, przeznaczone specjalnie do wykonywania manewrów z taborem na stacyach, zowią się manewrowymi.

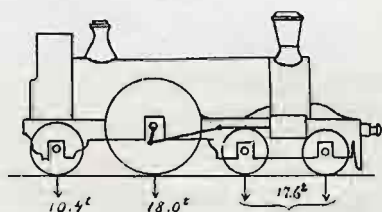
Z tego, co powiedziano wyżej o sile pociągowej i mocy parowozów, można wyprowadzić wniosek, że parowozy towarowe, przeznaczone do obsługi pociągów ciężkich, biegnących z małą szybkością, powinny posiadać większą ilość kół sprzężonych i przy tem o mniejszej średnicy niż parowozy osobowe i kuryerskie, od których wymagana jest większa szybkość, względnie zaś mniejsza siła pociągowa.

W zależności od wymaganej mocy parowozu znajdują się wymiary jego kotła, a więc i ciężar parowozu. Ponieważ obciążenie osi nie powinno przekraczać pewnych granic w zależności od wytrzymałości toru i budowli, więc od mocy parowozu zależy również ogólna ilość jego osi napędnych i potocznych. Wynika ztąd, że stosunek ilości osi napędnych do ogólnej ilości osi parowozu (wyrażany zwykle w postaci ułamka na przykład  $\frac{2}{4}$ , co oznacza, że na ogólną ilość czterech osi dwie są napędne) oraz średnica kół napędnych, ograniczająca największą szybkość parowozu, znamionują dość dokładnie jego przeznaczenie.

*Parowozy osobowe* o jednej osi napędnej (rys. 24) i dwóch albo trzech potocznych ( $\frac{1}{3}$  i  $\frac{1}{4}$ ) obecnie rzadko się napotykają i ze względu na nieznaczną siłę pociągową, używane bywają tylko do lekkich pociągów kuryerskich.

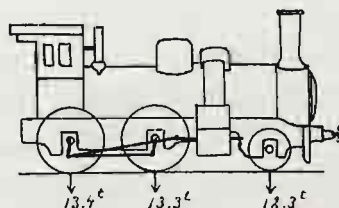
Rys. 24.

Parowóz kuryerski angielskiej dr. żel. Great-Northern.



Rys. 25.

Parowóz osobowy rządowych dr. żel. Pruskich.

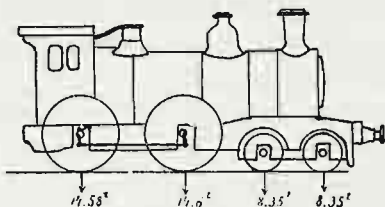


Do niedawna parowozy osobowe były przeważnie typu  $\frac{2}{3}$  (rys. 25). W miarę tego jak wzrastały wymagania co do szybkości, a więc i mocy tych parowozów, zaczęto stosować typy  $\frac{2}{4}$  (rys. 26) i  $\frac{2}{5}$  z dwuosiowym półwozem z przodu. Taki ustrój zabezpiecza spokojniejszy ruch parowozu i lepiej zachowuje tor, niż gdy jedna z osi potocznych jest umieszczona z przodu, a druga z tyłu (rys. 27). Na drogach żelaznych o uciążliwym profilu podłużnym stosowane są dla ciężkich

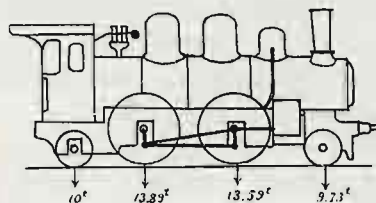
pociągów parowozy  $\frac{3}{4}$  i  $\frac{3}{5}$ , t. j. z potoczną osią lub półwoziem z przodu (rys. 28).

Średnica kół napędnych w parowozach osobowych wynosi zwykle od 1,5 do 1,7 m, a w kuryerskich od 1,7 do 2,3 m. Największa siła pociągowa wynosi od 3 do 7 tonn.

Rys. 26.  
Parowóz kuryerski dr. żel. Holenderskich.



Rys. 27.  
Parowóz kuryerski dr. żel. Pałatynatu.



Dla możliwości szybkiego ruszania z miejsca niezbędna jest w parowozach osobowych duża przewaga siły pociągowej nad oporem.

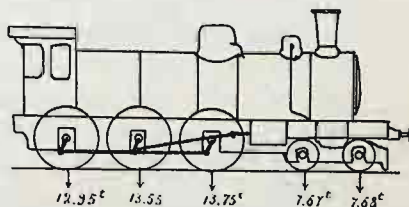
Parowozy towarowe odznaczają się dużą powierzchnią ogrzewalną, dużymi cylindrami i małą średnicą kół napędnych. W parowozach tych zwykle wszystkie osie są ze sobą związane w celu osiągnięcia jak największej siły pociągowej.

Dla zabezpieczenia spokojniejszego biegu i ułatwienia przejścia po łukach, umieszczana bywa niekiedy na przodzie jedna oś potoczna lub półwozie.

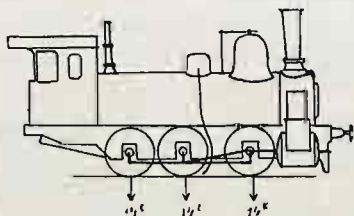
Ilość osi napędnych bywa od 3 do 5.

Parowozy towarowe  $\frac{3}{3}$  i  $\frac{4}{4}$  są w Europie najczęściej używane (rys. 29 i 30). W szczególnie trudnych warunkach stosowane są w ostatnich czasach parowozy systemu Mallet'a, posiadające dwa wozy, z których każdy ma 3 osie napędne (rys. 31).

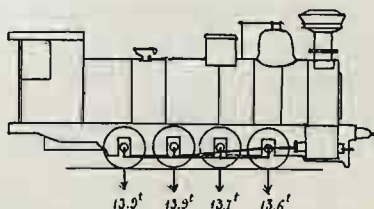
Rys. 28.  
Parowóz kuryerski rządowych dr. żel. Badeńskich.



Rys. 29.  
Parowóz towarowy rządowych dr. żel. Austriackich.



Rys. 30.  
Parowóz towarowy rządowych dr. żel. Austriackich.



Średnica kół napędnych w parowozach towarowych wynosi zwykle od 1,2 do 1,4 m. Największa siła pociągowa od 6 do 15 tonn.



Dla *pociągów towarowo-osobowych* lub w razie potrzeby używania jednych i tych samych parowozów zarówno do pociągów osobowych, jak i towarowych, stosowane są przeważnie parowozy towarowe o trzech osiach napędnych lub też parowozy typów osobowych i towarowych z kołami o średnicy średniej wielkości (1,5 do 1,6 m).

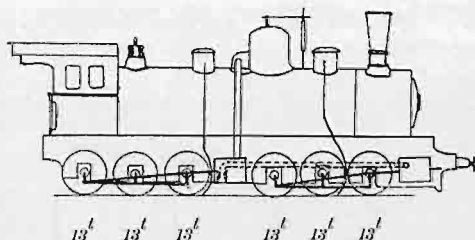
*Parowozy manewrowe* winny posiadać znaczną siłę pociągową, jednakże moc ich, wobec małej prędkości i częstych zatrzymywań, może być względnie niewielka.

Do manewrów, jako też w komunikacji osobowej i towarowej na niewielkich odległościach, w szczególności zaś na drogach żelaznych drugorzędного znaczenia stosowane bywają bardzo często *parowozy beztendrowe* (rys. 32).

Parowozy te dogodne są pod tym względem, że mogą biec z jednakową szybkością w obu kierunkach i nie wymagają obracania. Jednakże zapas wody i paliwa, jaki się na nich mieścić może, jest niewielki (4 — 8 m<sup>3</sup> wody i 2 — 6 t węgla), wskutek czego stosowane być mogą tylko w wypadkach, gdy częste odnawianie tego zapasu nie przedstawia trudności.

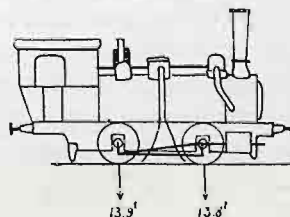
Rys. 31.

Parowóz towarowy duplex-compound dr. żel.  
Moskiewsko-Kazańskiej.



Rys. 32.

Parowóz beztendrowy rządowych dr. żel.  
Pruskich.



Ważną różnicą w wewnętrznym ustroju parowozów jest sposób, w jaki para w nich pracuje.

Parowozy jednoprzężne posiadają dwa cylindry, położone zzewnątrz lub zzewnątrz ostoi.

Parowozy dwuprzężne (compound) bywają o dwóch, trzech lub czterech cylindrach. Jeżeli są trzy cylindry <sup>1)</sup>, to jeden z nich umieszczany jest w kierunku podłużnej osi parowozu. Jeżeli są cztery cylindry, to mogą być one umieszczone parami zzewnątrz, jeden za drugim (tandem) lub jeden obok drugiego (Woolf), przy tem w obu wypadkach każda para działa wspólnie na jeden krzyżulec. Wreszcie dwa cylindry mogą być umieszczone zzewnątrz, zaś dwa drugie zzewnątrz (compound).

W systemie Mallet'a spód parowozu składa się z dwóch oddzielnych wozaków. Kocioł parowozowy i jedna para cylindrów przymocowane są do ostoi tylnego wozaka, druga zaś para cylindrów umieszcza się na przednim wozaku, na którym kocioł tylko się opiera. Każda para cylindrów działa na osie swego wozaka.

<sup>1)</sup> Ustrój ten obecnie rzadko bywa stosowany.

Rura, łącząca cylindry wysokoprężne i niskoprężne, tak jest urządzona, że nie przeszkadza wzajemnemu obrotowi wozaków, co ułatwia znacznie przejście parowozu po łukach.

Parowozy dwuprężne mają tę wyższość, że rozchodują mniej pary, a zatem i paliwa, niż parowozy jednoprężne. W parowozach dwuprężnych z dwoma cylindrami oszczędność wody i paliwa dosięga 20%, a w parowozach z czterema cylindrami nawet 30% w porównaniu ze zwykłymi parowozami tejże mocy, wskutek tego stosowanie parowozów dwuprężnych coraz bardziej się rozpowszechnia.

Ponieważ przy rozprężaniu dwukrotnem świeża para ma dostęp tylko do jednego cylindra, więc potrzebne są urządzenia, pozwalające przy ruszaniu z miejsca lub w innych razach wpuszczać w miarę potrzeby świeżą parę do obu cylindrów. Urządzenia te nazywają się *przyrządami do ruszania z miejsca*. Wobec tej właściwości parowozów dwuprężnych, przedstawiającej obecnie jeszcze pewne niedogodności, system ten nie jest stosowany do parowozów, które pracują z częstymi przerwami, jakoto: manewrowych, towarowo-osobowych, dla ruchu podmiejskiego i t. p.

*Ciężar parowozów* dla dróg żelaznych pierwszorzędного znaczenia waha się w granicach od 35 do 70 *t* w stanie próżnym, co odpowiada 40 — 80 *t* w stanie roboczym.

*Obciążenie osi napędnej* na drogach żel. rosyjskich nie przekracza 15 *t*.

*Tendry* bywają o dwóch, trzech lub czterech osiach i mieszczą w sobie zapas od 8 do 20 *m*<sup>3</sup> wody i od 3 do 8 *t* węgla.

Ciężar własny tendrów wynosi od 70% do 90% ich obciążenia. Całkowita waga tendrów wynosi we współczesnych typach trzyosiowych od 27 do 40 *t*, a w czteroosiowych od 36 do 50 *t*, t. j. od 9 do 13 *t* na oś.

Koszt parowozów z tendrami wynosi w Rosyi przy terażniejszych cenach od 530 do 600 rub. na tonnę ogólnego ich ciężaru, w zależności od ustroju.

Dane, dotyczące niektórych charakterystycznych typów parowozów i tendrów, zamieszczone są w poniższej tablicy (patrz str. 42).

## ROZDZIAŁ IV.

### O p ó r p o c i ą g ó w.

#### 1. Rozbiór części składowych oporu pociągów. Opór na prostej poziomej, na pochyleniach i w łukach. Bezwładność pociągu.

Na opór pociągu, biegnącego po torze prostym i poziomym, składają się głównie następujące czynniki:

1) opór tarcia czopów osiowych w panwiach, 2) opór toczeniu się kół po szynach, 3) opór tarcia obręczy kół po szynach wskutek stożkowatości obręczy i bocznych przesunięć zestawów kół, 4) opór od uderzeń wskutek nierówności na powierzchniach tocznych obręczy i szyn, i 5) opór powietrza.