

Biblioteka Główna i OINT
Politechniki Wrocławskiej



100100212934

Biblioteka
Politechniki Wrocławskiej



Archiwum

50%

DROGI ŽELAZNE

SUBSTANCE I ORGANIZACIJA DROG ŽELAZNI
TANJE I TEŽINA KOŽI KOŽI KOŽI KOŽI KOŽI
DROGI ŽELAZNI ŽUĐOVA ŽUĐOVA ŽUĐOVA
KARAKTERI ŽUĐOVA ŽUĐOVA ŽUĐOVA
I ŽUĐOVA ŽUĐOVA ŽUĐOVA

DROGI ŽELAZNE

1870

PROFITABLE

1

WYDAWNICTWA NAUKOWE

KOMISJI WYDAWNICZEJ T-WA BRATNIEJ POMOCY STUDENTÓW POLITECHNIKI WARSZAWSKIEJ

DROGI ŻELAZNE

POWSTANIE I ORGANIZACJA DRÓG ŻELAZNYCH.
TABOR I TECHNIKA RUCHU KOLEJOWEGO. PROJEKTOWANIE
DROGI ŻELAZNEJ. BUDOWA SPODNIA I WIERZCHNIA.
POŁĄCZENIA TORÓW. STACJE. SYGNALIZACJA
I URZĄDZENIA BEZPIECZEŃSTWA.

NAPISAŁ

ALEKSANDER WASIUTYŃSKI

INŻYNIER KOMUNIKACJI DOKTÓR NAUK INŻYNIERSKICH, DOKTÓR HONOROWY
NAUK TECHNICZNYCH POLITECHNIKI LWOWSKIEJ, CZŁONEK AKADEMJI NAUK TECHNICZNYCH,
PROFESOR ZWYCZAJNY POLITECHNIKI WARSZAWSKIEJ, CZŁONEK HONOROWY ZWIĄZKU
POLSKICH INŻYNIERÓW KOLEJOWYCH, B. INŻYNIER BUDOWY DR. ŻEL. ŁUNINIECKO-HOMELSKIEJ,
SIEDLECKO-MAŁKIŃSKIEJ I WARSZAWSKO-KALISKIEJ, B. INŻYNIER DYREKCJI DR. ŻEL.
WARSZAWSKO-WIEDEŃSKIEJ, CZŁONEK RADY TECHNICZNEJ MINISTERJUM KOLEI
PRZEWODNICZĄCY KOMISJI DO SPRAW PRZEBUDOWY WĘZŁA KOLEJOWEGO WARSZAWSKIEGO.

WYDANIE DRUGIE UZUPEŁNIONE

WYDANE Z ZAPOMOZI MINISTERSTWA WYZNAŃ
RELIGIJNYCH I OŚWIECENIA PUBLICZNEGO
I MINISTERSTWA KOLEI

WARSZAWA—1925

Archiwum



~~Str. 92.~~

342640 L/A

DRUKARNIA TECHNICZNA, SP. AKC. WARSZAWA, CZACKIEGO 3-5.

Arh. Nr. 92. 1946

K.

Pamięci

ANDRZEJA WASIUTYŃSKIEGO

porucznika, dowódcy 2 kompanji 1 pułku piechoty legionów

kawalera orderu Virtuti Militari i krzyża walecznych

*studenta inżynierji uniwersytetu londyńskiego (City and Guilds Engineering College),
organizatora na froncie rumuńskim pierwszego polskiego bataljonu kolejowego, uczestnika
bitwy pod Kaniowem, więzionego w twierdzy brzeskiej, uczestnika bitwy pod Dźwińskiem,
zdobycia Dźwińska i bitwy pod Poliszczynem, uczestnika bitwy pod Żytomierzem, wy-
prawy kijowskiej i bitew pod Tuczynem, Równem i Beresteczkiem, rannego pod Demi-
dówką, uczestnika bitwy pod Kuźnicą*

poległego dnia 22 września 1920 roku w bitwie pod Sejnam

pracę tę poświęca

JEGO OJCIEC.

ANDRZEJA WASKI TYŃSKIEGO

Faint, illegible text block, possibly a list or index.

Faint text line.

TYŃSKIEGO
Faint text at the bottom of the page.

Z PRZEDMOWY DO WYDANIA PIERWSZEGO.

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. Wynika 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 zkadynąd 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 pożądanym, 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 skądinąd 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 linje 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.

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 głębokim 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.

Warszawa w maju 1910 r.

AUTOR.

DO WYDANIA DRUGIEGO.

Praca moja o drogach żelaznych wychodzi w nowem wydaniu znacznie rozszerzona i niemal całkowicie przerobiona.

Wprowadzone do niej uzupełnienia i zmiany były nietylko wynikiem chęci dania moim słuchaczom z Politechniki Warszawskiej bardziej zaokrąglonego wykładu; stały się one w znacznej mierze konieczne ze względu na zasadniczą zmianę, jaka zaszła na ziemiach polskich w ustroju i pracy dróg żelaznych.

W odrodzonym Państwie Polskiem sieci kolejowe trzech dzielnic, oddzielonych dotąd sztucznymi zaporami, połączyły się w jedną organiczną całość, mającą nowe, samoistne zadania. Oparcie wykładu o drogi żelaznych dla technika polskiego na znajomości stanu, pracy i potrzeb polskiej sieci kolejowej stało się niezbędne.

Z drugiej strony znikła potrzeba uwzględnienia w wykładzie technicznych właściwości dróg żelaznych o torze rosyjskim, gdyż od roku 1920 w granicach Rzeczypospolitej niema już kolei, które by ten tor posiadały.

Zarząd dróg żelaznych, podobnie jak wiele innych instytucyj Rzeczypospolitej, nie przestanie zapewne znajdować się jeszcze czas dłuższy w okresie organizacji. Wiele zasadniczych ustaw i przepisów dopiero co wydano, wiele ważnych danych statystycznych i wiadomości dopiero zbierać zaczęto. Te okoliczności wpłynęły na opóźnienie niniejszego wydania, jakkolwiek poprzednie było od lat siedmiu w handlu księgarskim wyczerpane.

Główne uzupełnienia w wydaniu drugim dotyczą nowego działu I o znaczeniu i organizacji dróg żelaznych oraz działów VI i VII, traktujących o stacjach oraz o sygnalizacji i urządzeniach bezpieczeństwa, których objętość nieledwie dwukrotnie zwiększono i treść całkowicie przerobiono, a rozdział o bezpieczeństwie ruchu i wypadkach kolejowych dodano.

W dziale II o taborze i technice ruchu przerobiono rozdział III, opierając obliczenia mocy parowozów na nowych danych doświadczalnych, i dodano artykuł o ruchach szkodliwych parowozu. Rozdział V o hamulcach znacznie uzupełniono, w rozdziale zaś VI dodano artykuły o przewozach i pracy taboru.

W dziale IV dodano sposób przybliżonego obliczenia szyny według teorii belki na ciągłym podłożu sprężystym.

W wymienionych i innych działach uwzględniono właściwości dróg żelaznych o torze wąskim i podano współczesne dane, dotyczące budowy i eksploatacji dróg żelaznych polskich i zagranicznych oraz kosztów urządzeń.

Słownictwo techniczne wydania pierwszego, którego wiele terminów weszło od owego czasu w użycie, pozostawiłem naogół bez zmiany. Niektóre terminy zastąpiłem odpowiedniejszymi, mając możność korzystać niejednokrotnie z opinii komisji językowej ministerjum kolei i jej członka, znakomitego językoznawcy prof. A. A. Kryńskiego.

W uzupełnieniu bibliografji i sporządzeniu skorowidza korzystałem z pomocy moich asystentów, inżyniera Stanisława Skawińskiego i inżyniera kapitana Juljana Piaseckiego.

Wydaniem w druku pracy mojej zajęła się Bratnia Pomoc studentów Politechniki Warszawskiej i, pomimo obecnych trudności drukarskich, doprowadziła wydawnictwo do końca dzięki zapomodzi Ministerjum Wyznań religijnych i Oświecenia publicznego oraz jednorazowemu zasiłkowi Ministerjum Kolei.

Wymienionym instytucjom i osobom oraz wszystkim, którzy udzielili mi pomocy w zebraniu materiałów do mojej pracy, składam serdeczne podziękowanie.

Warszawa, we wrześniu 1925 r.

AUTOR.

**Skrócone oznaczenia niektórych części przytaczanych
przepisów.**

- P. T. O. Przepisy techniczne projektowania i budowy kolei żelaznych użyteczności publicznej znaczenia ogólnego z d. 10 marca 1923 r.
- P. T. M. Przepisy techniczne o budowie i eksploatacji silnikowych dróg żelaznych normalnotorowych III rzędu i wąskotorowych użytku publicznego z d. 3 października 1919 r.
- P. S. O. Przepisy projektowania stacyj na kolejach żelaznych znaczenia ogólnego z d. 28 lutego 1924 r.
- B. O. Eisenbahn- Bau- und Betriebs-Ordnung z d. 3.XI.1904 (obowiązujące na dr. żel. niemieckich).
- Gz, Grundzüge für den Bau und die Betriebseinrichtungen der Lokaleisenbahnen z d. 5 września 1918 r. (opracowane przez Związek Zarządów dróg żelaznych niemieckich).
-

ZAUWAŻONE OMYŁKI.

Str.	w.	wydrukowano:	należy czytać:
15	1 od dołu	trzy	trzydzieści
81	4 od góry	przegrubowo	przegubowo
102	N. 1	2,10	2100
116	19 od góry	trzonów	dragów
117	wzór 42	$\frac{V^2}{1000}$	$\frac{V^2}{100}$
117	wzór 43	W_{kg}	$W_{kg/t}$
129	2 od dołu	$l_1 = 700 m$	$l_1 = 700 m$, na drogach zaś znaczenia miejscowego $l_1 = 400 m$.
142	11 od dołu	rozd. IV p. 4 ... wzór 103	rozd. IV p. 3 o wydatkach eksploatacyjnych str. 188 2), 3) i 4)
154	20 od góry	5.	7.
201	7 od dołu	km	m
223	8 od dołu	co 1 m	co 1,25 m
263	11 od dołu	działa	działu
294	11 od dołu	podkładu.	podkładu, w zależności od l i $\rho = \frac{r}{L}$
305	4 od dołu	$\frac{1}{2} (M_2 + M_3)$	$\frac{1}{2} (M_2 + M_3)$
319	18 od dołu	jednostajnego	niejednostajnego
339	Rys. 215	—	obrócić
348	Rys. 235 i 236	—	przestawić
377	5 od dołu	p widła	prawidła
409	5 od góry	Rys. 321	Rys. 331
416	Wzory 193 i 194	$(2r' - w - h)$	$(2r' + w - h)$
417	Wzór 197	$(2r' - w)$	$(2r' + w)$
420	21 od dołu	$b' = 8$	$b_1 = 8$
427	4 od dołu	733 m.	736 m
434	wzór 205	$\frac{v + u}{\sin \alpha}$	$\frac{v + u}{\sin \alpha}$
435	1 od góry	2.	3.
444	15 od dołu	(223) i (224)	(221) i (222)
446	3 od góry	wstawkę p_2	wstawkę p_3
452	1 od góry	Tabl. 12	Tabl. 21
472	7 i 8 od dołu	trudem... znaczym	trudnem... znacznym
513	9 od dołu	posyłki	przesyłki
518	3 od dołu	masowego zaś 6 t	sztukowego zaś 6 t
527	Rys. 545	dodać:	Stacja rozrządowa Osterfelde
531	5 od góry	nadstawni	nastawni
564	10 od dołu	położenie IV	położenie V
564	5 od dołu	lecz nie	lecz zwykle nie
567	2 od dołu	dopóki nie będzie	choćby nie był
567	Rys. 594 a i b	—	obrócić
571	6 od góry	polski	niemiecki
619	14 od góry	z zamknięciem	bez zamknięcia

TREŚĆ.

DZIAŁ I.

Znaczenie i organizacja dróg żelaznych.

ROZDZIAŁ I. Powstanie dróg żelaznych.

1. Komunikacje. Droga, wóz, silnik. Droga powietrzna. Drogi wodne morskie i wewnętrzne. Kanały. Drogi lądowe zwyczajne i bite. Ilość przewozów dokonywanych drogami wodnymi a lądowymi. Kolej. Droga żelazna. Tor normalny i wąski. Koleje jednoszynowe i wiszące. 1
2. Wóz. Zwierzęta juczne. Sanie. Drogi żelazne poślizgowe. Wóz na kołach. Wagon kolejowy. 8
3. Silnik. Silnik żywy. Siła ciężkości. Drogi żelazne linowe. Maszyny stałe. Pierwsze próby trakcji parowej. Parowozy Trevithick'a. Blenkinsop i Hedley. Drogi żelazne zębnicowe. Jerzy Stephenson i Séguin. Konkurs pod Rainhill. Ulepszenia parowozu. Wagony silnikowe. Trakcja elektryczna. 9
4. Rozwój i specjalizacja dróg żelaznych. Drogi żelazne znaczenia ogólnego i miejscowego. Tramwaje, drogi żelazne miejskie i międzymiastowe. Drogi żelazne turystyczne. Drogi żelazne dojazdowe. Kolejki przenośne. Podział dróg żelaznych według cech technicznych. Przedmiot dalszego wykładu. 13

ROZDZIAŁ II. Charakterystyka dróg żelaznych.

1. Korzyści wynikające z dróg żelaznych. Obniżenie opłat za przewóz. Przyspieszenie przewozu. Prawidłowość ruchu. Bezpieczeństwo podróży. Dogodność przewozu. Przewozy masowe. 15
2. Skutki ekonomiczne i cywilizacyjne pobudowania dróg żelaznych. Nowe rynki zbytu. Zwiększenie wytwórczości i renty gruntowej. Rozwój przemysłu, rolnictwa i handlu. Wyrównanie cen. Rozwój miast. Skupienie kapitału i intensywność gospodarki kolejowej. Rozwój techniki. Stosunki międzynarodowe. Oświata. . 19
3. Stosunek dróg żelaznych do innych komunikacyj. Współzawodnictwo z drogami wodnymi. Drogi żelazne a kanały. Podział przewozów pomiędzy drogami wodnymi a drogami żelaznymi. Drogi zwyczajne. Ruch samochodowy. Lotnictwo. . . 22
4. Zakres nauki o drogach żelaznych. Technika i ekonomika dróg żelaznych. Historia dróg żelaznych i polityka kolejowa. Statystyka i geografia dróg żelaznych. Administracja dróg żelaznych. Ustawodawstwo kolejowe. 27

ROZDZIAŁ III. Historia dróg żelaznych. Polityka kolejowa.

1. Historia dróg żelaznych w Anglii, Stanach Zjednoczonych A. P., Francji, Austrii, Niemczech i Rosji. Historia dróg żelaznych na ziemiach polskich, w b. dzielnicach rosyjskiej, austriackiej i pruskiej. 29

2. Stosunek państwa do dróg żelaznych. Monopol przewozu. Bezpieczeństwo publiczne. Taryfy kolejowe. Obrona państwa. Systemy prywatnej gospodarki kolejowej. Nadzór i kontrola państwa. Koncesje. System gospodarki państwowej i mieszanej. Ostatnie zmiany w systemie gospodarki prywatnej. Nowa organizacja dróg żelaznych we Francji. 37

ROZDZIAŁ IV. Stan obecny sieci kolejowej w różnych krajach a w Polsce.

1. Statystyka dróg żelaznych; jej zakres. Statystyka oddzielnych zarządów i państw. Statystyka związkowa i międzynarodowa. Długość, zaopatrzenie i praca dróg żelaznych zagranicznych i polskich. Długość dróg żelaznych w stosunku do powierzchni i zaludnienia. Ilość parowozów i wagonów. Gęstość ruchu osobowego i towarowego. 40
2. Geografia dróg żelaznych. Sieć kolejowa; jej zależność od warunków geograficznych. Wielkie szlaki komunikacyjne morskie, rzeczne i kolejowe. Zgęszczenie sieci; warunki, w których ono powstaje. Przemysł a paliwo kopalne. Wytwórczość rolna. Węzły kolejowe. Przewaga ekonomiczna ruchu towarowego. . . 43
3. Potrzeby komunikacyjne Polski. Położenie geograficzne Polski. Jej wytwórczość i przemysł. Komunikacje wodne. Gęstość sieci kolejowej w poszczególnych dzielnicach. Potrzeba rozwoju sieci. Plan budowy dróg żelaznych. Drogi żelazne wąskotorowe. 46

ROZDZIAŁ V. Administracja dróg żelaznych.

1. Organizacja zarządu dróg żelaznych. Organy kierownicze i wykonawcze. Zarząd dróg żelaznych prywatnych. Jedność zarządu komunikacji. 54
2. Organizacja zarządu dróg żelaznych w Polsce. Ministerjum kolei żelaznych. Departamenty. Państwowa rada kolejowa. Dyrekcje kolejowe. Rady dyrekcyjne. Oddziały i podległe im organy wykonawcze. Zarządy budowy. 57

ROZDZIAŁ VI. Ustawodawstwo kolejowe.

1. Ustawy ogólne. Ustawy o wywłaszczeniu nieruchomości. Przepisy budowy i eksploatacji dróg żelaznych. Przepisy policyjne bezpieczeństwa, Przepisy przewozowe. Przepisy o nadzorze i kontroli państwowej. Ustawy dotyczące niższych typów dróg żelaznych. Umowy sąsiedzkie i międzynarodowe. 59
2. Ustawodawstwo kolejowe na drogach żelaznych polskich. Ustawa o koncesjach. Przepisy o wywłaszczeniu. Przepisy przewozowe. Przepisy ruchu. Przepisy techniczne o budowie i eksploatacji dróg żelaznych trzeciorzędnych i wąskotorowych. Ważniejsze ustawy i przepisy w byłych dzielnicach rosyjskiej, austriackiej i pruskiej. Związek Zarządów dr. żel. niemieckich. Konwencje i umowy międzynarodowe. Międzynarodowy Związek kolejowy. Konwencje i umowy sąsiedzkie. . . 60

DZIAŁ II.

Tabor i technika ruchu kolejowego.

ROZDZIAŁ I. Spód pojazdu kolejowego.

1. Ogólny ustrój spodu. Zestawy kół. Maźnice i zawieszenie pudła. Równoleżność osi. . 65
2. Właściwości ruchu po kolei szynowej. Luz między obrzeżem obręczy a szyną. Stożkowatość obręczy. Ruch w łukach a podstawa sztywna jednostek taboru. . . 68
3. Urządzenia ułatwiające przejście taboru po łukach. Przesuwność boczna osi. Osie zwrotne. Półwozaki. 70

ROZDZIAŁ II. Wagony.

- Ogólny ustrój wagonów. Ostoja wagonu. Sprzęgła i zderzaki. Pudło wagonu. Typy wagonów osobowych. Rozstaw osi skrajnych i długość pudła. Ciężar własny na oś i na podróznego. Ilość miejsc. Typy wagonów towarowych. Nośność i ciężar własny. Koszt wagonów. 73

ROZDZIAŁ III. Parowozy.

1. Ogólny ustrój parowozu. Spód parowozu. Kocioł i palenisko. Powierzchnia ogrzewalna. Przybory kotła. Cylindry i rozrząd pary. Napęd osi. Pojedyncze i podwójne rozprężanie pary. Przegrzewacze pary. 77
2. Siła pociągowa parowozu. Przyczepność kół do szyn. Prężność pary wskazana. Wydajność kotła i moc parowozu. Średni rozchód paliwa i pary. 83
3. Dane doświadczalne do określenia pracy parowozu. Spostrzeżenia Dedouits'a i Nadal'a. Spostrzeżenia Goss'a. Spostrzeżenia na dr. żel. prusko-heskich. Przybliżone dane do określenia pracy parowozów opalanych węglem dąbrowskim. 87
4. Najmniejsza szybkość parowozu. Sprawność parowozu. 92
5. Ruchy szkodliwe parowozu. Wężykowanie, szarpanie i zwroty. Wachania pionowe, cwałowanie i kołysanie. Właściwości ustroju parowozu, powodujące ruchy szkodliwe, i środki ich ograniczenia. Największa szybkość konstrukcyjna parowozu. 93
6. Typy parowozów. Parowozy osobowe, towarowe i manewrowe. Ilość i średnica kół napędnych. Parowozy beztendrowe. Tendry. Ciężar i koszt parowozów i tendrów. 96

ROZDZIAŁ IV. Opór pociągów.

1. Rozbiór części składowych oporu pociągów. Opór na prostej poziomej, na pochyleniach i w łukach. Bezładność pociągu. 101
2. Sposoby doświadczalne określania siły pociągowej parowozu i oporu pociągu. Siłomierze. Pomiary pracy parowozu zapomocą indykatorów. Stacja doświadczalna Goss'a. Pomiary czasu i przebieżonych odległości. Wskaźniki szybkości. Bezpośrednie mierzenie przyspieszeń. Wahadło dynamometryczne Dedouits'a. 109
3. Wyniki doświadczalnego określania oporu pociągów. Wzory Pambour'a, Harding'a, Clark'a, Vuillemin'a, Guebard'a i Dieudonné'go. Badania Dedouits'a, Nadal'a i Barbier'a. Badania Frank'a i Strahl'a. Badania Goss'a. Badania oporu na łukach. Opór pociągów na kolejach wąskotorowych. 115

ROZDZIAŁ V. Hamulce.

1. Zwolnienie biegu i zatrzymanie pociągu. Hamulce ręczne korbowe i dźwigniowe. Hamulce zespolone mechaniczne, elektryczne i parowe. Hamulce samoczynne. Hamulce powietrzne jednokomorowe i dwukomorowe. Ustrój ogólny hamulców Westinghouse'a i Hardy-Clayton'a. Właściwości hamulców różnych systemów. Zastosowanie hamulców zespolonych w pociągach towarowych. 120
2. Największa siła hamowania i nacisk klocków hamulcowych. Równanie hamulców. Spostrzeżenia Galton'a i Wichert'a. Długość drogi, na jakiej pociąg może być zahamowany. Procent hamowanego ciężaru pociągu. Współczynniki praktyczne. Przepisy obowiązujące na polskich drogach żelaznych. Warunek zahamowania wagonów oderwanych od pociągu na wzniesieniu. 126

ROZDZIAŁ VI. Ruch pociągów i praca taboru.

1. Rodzaje pociągów i przewozów. Przewozy osobowe. Wagony bezpośrednie. Ilość miejsc zajętych. Przewozy towarowe. Ładunki wagonowe i drobne. Skład pociągu średni i największy. Porządek ustawiania taboru w pociągu. Skrajnia taboru. 131
2. Szybkość pociągów handlowa, średnia i rzeczywista. Największa szybkość pociągów. Szybkość krańcowa w razie opóźnień. Szybkość pociągów na drogach żelaznych polskich i zagranicznych. 133
3. Oznaczenie czasu biegu pociągów. Sposoby wykreślne. Wykresy mocy i siły pociągowej parowozu. Wykres szybkości pociągu w zależności od pochylenia linii. Szybkość zasadnicza i długość zastępcza linii. Wykresy ruchu przyspieszonego i zwolnionego. Straty czasu wskutek rozpędzania i hamowania pociągu. 135
4. Najkorzystniejsza szybkość pociągów towarowych. Koszta eksploatacji na pociągokilometr pociągów towarowych. Koszta eksploatacji na tonnokilometr przewozu w zależności od składu i szybkości pociągu; najmniejsza wartość tych kosztów. 142

5. Praca taboru. Przebieg i obrót parowozów. Parowozownie główne i zwrotne. Obsady pojedyncze i podwójne. Wykresy obiegu parowozów. Obrót wagonów osobowych. Użytkowanie wagonów towarowych. Podział wagonów próżnych. Przebieg i obrót wagonów towarowych. Wyzyskanie taboru i kontrola jego pracy. Zadania eksploatacyjne wydziałów mechanicznego i ruchu. 145
6. Zaopatrywanie parowozów pociągowych w paliwo i wodę. Określenie rozchodu wody w kotle parowozu. Długości zastępcze do wyznaczenia siły pociągowej. Rozchód wody w czasie rozpędu. Straty wody. Rozchód paliwa. Ładowanie paliwa. Żórawie. Żórawie i leje. Składy paliwa. Zaopatrywanie w wodę. Żórawie wodne. Stacje wodne. Zaopatrywanie tendrów w wodę podczas biegu pociągów. 148
7. Rozkład jazdy pociągów. Wykresy jazdy. Układ pociągów równoległy i wykresy maksymalne. Układanie rozkładów jazdy. Ruch osobowy. Punkty węzłowe. Ruch towarowy. Pociągi dalekobieżne i miejscowe. 154

DZIAŁ III.

Projektowanie drogi żelaznej.

ROZDZIAŁ I. Zyskowność budowy dróg żelaznych.

1. Zyskowność budowy drogi żelaznej z punktu widzenia społecznego i państwowego. Krzywa natężenia ruchu. Zysk społeczny ze zmniejszenia opłaty przewozowej. Zysk społeczny z wybudowania odnogi kolejowej od linii istniejącej. 158
2. Zyskowność budowy drogi żelaznej z punktu widzenia jej dochodowości bezpośredniej. Preliminarz rocznego dochodu i rozchodu przedsięwzięcia. Poszukiwania ekonomiczne. Wybór typu drogi żelaznej. Poszukiwania techniczne. 161

ROZDZIAŁ II. Poszukiwania ekonomiczne.

Określenie ilości przewozu na zasadzie danych o ruchu po drogach zwyczajnych i o zaludnieniu miejscowości. Średni przebieg i średnia opłata za przewóz. Obwód stacji kolejowej. Metoda Michel'a. Obliczenia Launhardt'a, Sonne'go i in. Dane statystyczne odnoszące się do Polski. 167

ROZDZIAŁ III. Typy dróg żelaznych parowozowych.

1. Klasyfikacja dróg żelaznych pod względem technicznym. Warunki terenu. Drogi żelazne nizinne, podgórskie i górskie. Przejście przez Semmering. Drogi żelazne w Karpatach. Najstrome koleje gładkie. Drogi żelazne zębnicowe o zazębieniu pionowym i poziomym. Ustrój kolei. Szerokość toru stosowana w różnych krajach. Tor normalny. Przejście taboru na tor odmienny. Drogi żelazne wąskotorowe; ich właściwości techniczne. Ilość kolei głównych. Szybkość pociągów. 166
2. Klasyfikacja dróg żelaznych według ich przeznaczenia. Linje pierwszorzędne i pierwszorzędnego znaczenia. Drogi żelazne drugorzędne i trzeciorzędne. Kolejki polowe i przenośne. Klasyfikacja dróg żelaznych przyjęta w różnych krajach a w Polsce. Drogi żelazne użyteczności publicznej i prywatnej. Drogi żelazne znaczenia ogólnego i miejscowego. 174

ROZDZIAŁ IV. Wiadomości ogólne o kosztach budowy i eksploatacji dróg żelaznych parowozowych.

1. Koszt ogólny budowy i kapitał budowy na kilometr. Podział kosztów budowy. Tabor. Kolej podwójna. Szerokość toru 178
2. Koszta eksploatacji dróg żelaznych; ich podział. Koszt ogólny eksploatacji na kilometr i pociągokilometr. Koszta zależne i niezależne od ruchu. Czynniki wpływające na koszty eksploatacji. Współczynnik eksploatacji. 181
3. Wydatki eksploatacyjne rozmaitych kategorii na jednostkę mierników. Procenty od kapitału budowy i całkowite wydatki roczne. Wydatki stacyjne. Zyskowność ruchu osobowego i towarowego. 185

ROZDZIAŁ V. Warunki techniczne projektowania dróg żelaznych parowozowych.

1. Kształt linii kolejowej w przekroju podłużnym. Wzniesienie miarodajne. Stosunek ciężaru pociągu i parowozu. Wzniesienia przebiegane z rozpędu. Zmniejszenie pochylenia miarodajnego w tunelach. Wzniesienia miarodajne niejednakowe w obu kierunkach jazdy. Trakcja podwójna i pchanie pociągów. Pochylenia nieszkodliwe i szkodliwe. Wysokość wzniesienia ciągłego. Strata wzniesienia. Zaokrąglenie załomów przekroju 189
2. Kształt linii kolejowej w planie. Promienie łuków. Krzywe przejściowe i wstawki proste. Praca siły pociągowej na łukach. Pochylenie zastępcze linii kolejowej. 199
3. Rozmieszczenie stacyj. Zdolność przepustowa i przewozowa drogi żelaznej. Mijanki. Położenie stacyj w łukach i na pochyłościach. Długość równi stacyjnej. Rozmieszczenie parowozowni i wodociągów. Wybór źródła wody. Dzielne zapotrzebowanie wody. 202
4. Wyznaczenie linii kolejowej pod względem stateczności i trwałości torowiska. Badania geologiczne. Trasowanie linii w wykopach. Posadowienie i materiał nasypów. Wzniesienie torowiska. Roboty ziemne. Wiadukty i tunele. 207
5. Przejście rzek i parowów. Położenie mostu. Dojście do mostu w planie i przekroju podłużnym. Wybór rodzaju dzieł sztuki. Rury, przepusty, mosty belkowe i sklepione. Wzniesienie dzieła sztuki nad poziomem wód. Wysokość konstrukcyjna, ilość i koszt materiałów w przepustach i mostach. 209
6. Krzyżowanie dróg. Przejazdy w poziomie szyn. Rogatki. Przejazdy dołemi górą. Skrajnie budowli i taboru. 217

ROZDZIAŁ VI. Poszukiwania techniczne. 222

1. Poszukiwania ogólnikowe. Rozpatrzenie map. Istniejące mapy krajów polskich. Rozpoznanie miejscowości. Przeprowadzenie linii względem dolin i wododziałów. Rozwinięcie linii; jego sposoby. Dane orientacyjne. Ocena kierunków. Pomiary i poziomowania przy poszukiwaniach ogólnikowych. Plan i przekrój podłużny projektowanej linii. 223
2. Porównanie różnych kierunków projektowanej linii. Zależność wydatków rocznych od kształtu linii. Wpływ niejednakowej ilości przewozów w obu kierunkach ruchu. Eksploatacyjna długość zastępcza i współczynnik zastępczy linii kolejowej. 228
3. Poszukiwania szczegółowe. Sposoby wyznaczania najkorzystniejszego położenia linii kolejowej. Linje próbne. Zdjęcie planów z oznaczeniem warstw. Wytykanie, pomiary i poziomowanie linii. 236
4. Plany i przekroje linii. Skład projektu przedwstępnego drogi żelaznej. 240
5. Poszukiwania ostateczne, ostateczny projekt drogi żelaznej i jego wykonanie. 243

DZIAŁ IV.

Budowa spodnia i wierzchnia.

ROZDZIAŁ I. Budowa spodnia.

1. Rodzaje odkształceń gruntu i budowli ziemnych oraz ich przyczyny. 246
2. Stoki nasypów i wykopów kolejowych. Tarcie i spoiwość gruntu. Kąt stoku naturalnego. Stoki nasypów wysokich. Wzmacnianie stoków. Obsiewanie, darniowanie, brukowanie, płotki i wiązki (faszyny). 249
3. Normalny przekrój poprzeczny torowiska w wykopach. Rowy poboczne. Odkłady. Rowy górne ochronne. Odwodnienie wykopów. Rowki odsączające. Przykłady. Przykład ustalenia osuwającego się wykopu. 252
4. Normalny przekrój poprzeczny torowiska w nasypach. Rowy górne ochronne i ukopy (rezerwy) przy nasypach. Drogi i pasy ochronne. Posadowienie nasypów. Nasypy na pochyłościach. Narzuty z kamieni i mury oporowe. Nasypy na gruntach błotnistych i torfiastych. Karczowanie pni. 256

5. Materiał na nasypy. Osiadanie nasypów. Osuwanie i rozplywanie się nasypów, ich przyczyny i środki zapobiegania i naprawy. Nasyp Teligulski.	258
6. Szerokość i kształt torowiska na linii i na stacjach. Pobocza. Spadki poprzeczne torowiska. Szerokość międzytorza.	263
ROZDZIAŁ II. Budowa wierzchnia pierwszych dróg żelaznych.	
Szyny lane. Pierwsze szyny walcowane. Szyny Stephenson'a na siodełkach. System amerykański. Szyny Vignoles'a. Rodzaje podpór szynowych.	264
ROZDZIAŁ III. Ogólny kształt kolei szynowej w planie i w przekroju.	
1. Szerokość toru w linii prostej. Luz między obrzeżem obręczy a szyną. Zboczenia od wymiarów normalnych szerokości toru i luzu; ich przyczyny. Poprzeczne pochYLENIE szyn. Położenie szyn na wysokość.	268
2. Poszerzenie toru normalnego i podwyższenie szyny zewnętrznej w łukach. Rozważania teoretyczne. Wpływ tarcia na nacisk boczny koła w łukach. Wzory doświadczalne.	271
3. Przejście od normalnego położenia szyn w linii prostej do położenia przyjętego w łukach. Krzywe przejściowe. Wytykanie krzywych przejściowych na liniach, na których nie były przewidziane przy budowie. Sposoby praktyczne. Zaokrąglenia przekroju podłużnego w punktach załamania.	276
ROZDZIAŁ IV. Sprężystość budowy wierzchniej.	
1. Sprężystość podparcia szyny; jej wpływ na pracę szyny. Przyrządy do badania sprężystych odkształceń toru. Badania fotograficzne na dr. żel. Warszawsko-Wiedeńskiej.	283
2. Ugięcie podkładów. Ścisłość podsypki i gruntu. Współczynnik podłoża; sposób jego wyznaczenia i otrzymane wartości. Współczynnik torowiska. Współczynnik podsypki; jego wartość dla różnych materiałów. Współczynniki sprężystości stali szynowej i drzewa.	286
ROZDZIAŁ V. Zasady obliczania naprężeń i odkształceń budowy wierzchniej.	
1. Równanie różniczkowe belki na ciągłym podłożu sprężystem. Belka nieskończenie długa, obciążona ciężarem pojedynczym. Przypadek unoszenia się belki nad podłożem. Belka długości skończonej, obciążona dwoma ciężarami w równych odległościach względem środka. Osiadanie podkładu kolejowego. Nacisk szyny w najprostszycch przypadkach jej obciążenia.	290
2. Określenie naprężeń i odkształceń szyny, rozpatrywanej jako belka na sprężystem podłożu. Obciążenie ciężarem pojedynczym i układem ciężarów. Uwzględnienie wpływu odległości między ciężarami. Wpływ różnych czynników na naprężenia w szynie i w podłożu.	298
3. Określenie naprężeń i odkształceń szyny, rozpatrywanej jako belka na sprężystych podporach, obciążona układem ciężarów. Równanie pięciu momentów. Sposób wykreślny oznaczenia wpływu zmian w położeniu obciążenia. Belka na czterech podporach sprężystych. Osiadanie szyn pomiędzy podporami i nad nimi. Współczynnik sprężystości kolei szynowej.	301
ROZDZIAŁ VI. Działanie dynamiczne taboru na kolej szynową.	
1. Siły pionowe. Bezwładność koła i uginanie się szyny. Rozmieszczenie niesymetryczne masy koła względem osi obrotu. Odciażki. Nieprawidłowy kształt powierzchni tocznych koła i szyny. Badania Petrowa.	307
2. Wahania taboru na resorach pionowe i poprzeczne. Warunki zbieżności wahań według badań Marié'go. Przeciążenie osi i kół wskutek wahań na resorach. Badania Brière'a. Ogólne zwiększenie dynamiczne nacisku koła. Siły poziome poprzeczne i podłużne. Boczny nacisk koła. Uciekanie szyn. Spostrzeżenia na dr. żel. Warszawsko-Wiedeńskiej.	311

ROZDZIAŁ VII. Podsypka (balast).

Znaczenie podsypki. Skutki jej braku. Materiały używane na podsypkę i ich własności. Trwałość podbicia podkładów i niszczenie różnych rodzajów podsypki. Sprężystość podsypki. Przekrój poprzeczny warstwy podsypki. Grubość warstwy. Materace. Szerokość warstwy. Zasypywanie sztorców, okienek i wierzchu podkładów. Normalne przekroje poprzeczne podsypki na polskich drogach żelaznych. 316

ROZDZIAŁ VIII. Podkłady.

1. Podkłady drewniane; ich kształt i wymiary. Zaciosywanie i nawiercanie podkładów. Rodzaje drzewa używanego do wyrobu podkładów; warunki, którym odpowiadać winno. Suszenie i zapobieganie pękaniu podkładów. 323
2. Trwałość podkładów drewnianych; zależność jej od typu budowy wierzchniej. Korki Collet'a. Nasycanie podkładów. Substancje przeciwnilne. Nasycanie chlorkiem cynku i kreozotem. Ilość wchłanianego antyseptyku. Sposoby oszczędnościowe. Trwałość podkładów nasyconych. Koszt nasycania. 327
3. Podkłady metalowe; ich typy ze względu na kształt w przekroju poprzecznym. Wymiary i kształt podłużny podkładów metalowych. Ciężar podkładów metalowych; ich trwałość i warunki zastosowania. Porównanie podkładów drewnianych i metalowych. Podkłady żelazobetonowe. 330

ROZDZIAŁ IX. Szyny.

1. Materiał szyn. Wyrób stali. Walcowanie i obróbka szyn. Warunki, jakim winna czynić zadość stal szynowa. Twardość, ciągliwość, skład chemiczny i budowa stali szynowej. Utwardzenie stali. Próby i oględziny szyn. 336
2. Przekrój szyny. Ogólne zasady rozmieszczenia materiału w przekroju. Stosunek szerokości stopy do wysokości szyny. Wielkość i kształt stopy w szynie Vignoles'a. Szerokość i wysokość główki. Ścieranie się główki. Kształt główki i połączenie jej z szyjką. Grubość szyjki. 339
3. Ciężar szyn ze względu na wytrzymałość materiału i stateczność toru. Odkształcenia stałe budowy wierzchniej; ich wpływ na koszt utrzymania toru. Wzmocnienie budowy wierzchniej a ciężar szyn. Budowa wierzchnia jako całość. Trudność teoretycznego określenia warunków stateczności toru. Ciśnienie na podłożu, ilość podkładów i ciężar szyn, stosowane w praktyce. Wielość typów szyn. Typy normalne. Dane dotyczące nowszych typów szyn, stosowanych na drogach żelaznych polskich i zagranicznych. 344

ROZDZIAŁ X. Przytwierdzenie szyn do podkładów.

Przytwierdzenie do podkładów drewnianych szyn o stopie płaskiej. Haki i wkręty. Podkładki płaskie i klinowate; ich obrzeża. Siodełka. Przekładki sprężyste. Szyny o dwóch główkach: siodełka, gwoździe, kołki i kliny. Przytwierdzenie do podkładów metalowych szyn o stopie płaskiej. Łapki i śruby. Poszerzenie toru. Podkładki. Sposoby przytwierdzenia siodełek szyn o dwóch główkach. 352

ROZDZIAŁ XI. Złącza szynowe.

1. Złącza szynowe pierwszych dróg żelaznych. Łubki płaskie. Złącza leżące i wiszące. Wzmocnienie złącza o łubkach bocznych. Łubki kątowe, zetowe i in. 358
2. Działanie łubków bocznych; naprężenia, jakim podlegają. Odkształcenia szyn i łubków w złączach. Materiał łubków. Warunki zmniejszenia ich pracy. 362
3. Schodki w płaszczyźnie toczonej w złączu jako przyczyna uderzeń koła. Różnice w wysokości szyn. Ugięcie szyn w złączu przy przejściu koła. Wyrównanie większego osiadania szyn w złączu. Zbliżenie podkładów przyzłączowych. Złącze na dwóch podkładach. 364
4. Długość łubków. Łubki cztero i sześciootworowe. Wielkość luzu w styku. Śruby złączowe. Kształt i rozmieszczenie otworów na śruby. Zapobieganie luzowaniu się naśrubków. Środki przeciw uciekaniu szyn zależne i niezależne od złącza. 367

5. Złącza o ustroju specjalnym. Ograniczenie powierzchni przylegania łubków bocznych. Złącze z klinem. Złącze ciągłe Thompson'a. Łubki podparte. Łubki spodnie. Złącze ze ściągciem. Złącza mostowe. Złącza o łubku nośnym i z szyną poboczną. Złącza Ruppell'a i Neumann'a. Spajanie szyn. 371

ROZDZIAŁ XII. Budowa toru. Narzędzia drogowe. Ilość materiałów i koszt budowy wierzchniej.

1. Wyznaczenie toru. Sypanie podsypki. Pociąg roboczy. Układanie podkładów. Zaciąsywanie i nawiercanie podkładów. Układanie szyn. Złącza naprzeciwległe i naprzemianległe. Luzy między szynami. Szyny krótkie. Cięcie szyn i wiercenie otworów. Wyginanie szyn. Przytwierdzanie szyn. Podnoszenie, podbijanie i nasuwanie toru. Narzędzia drogowe. 376
2. Ustrój toru na przejazdach w poziomie szyn. Ustrój toru na mostach. Urządzenia na wypadek wykolejenia się taboru. Mosty na łukach. Przyrządy wyrównawcze (dylatacyjne). 383
3. Ilość materiałów i koszt budowy wierzchniej. 385

ROZDZIAŁ XIII. Utrzymanie toru.

1. Zakres robót przy utrzymaniu toru. Ogólne warunki prowadzenia robót. Organizacja wydziału drogowego. 387
2. Dozór i ochrona toru. Ogłędziny i sprawdzanie toru. Przyrządy samoczynne. Usuwanie obłuzowań, zabezpieczenie uszkodzeń i czyszczenie toru. Ochrona od zasp śnieżnych i usuwanie tychże. Opady, zwały i zamiecie górne i dolne. Zastony odśnieżne przenośne i stałe. 389
3. Naprawa drobna. Poprawianie szerokości toru. Podbijanie podkładów. Nasuwanie toru. Miarkowanie luzów i nasuwanie styków do węgielnicy. Równanie wysadzin. Dosypywanie i oczyszczanie podsypki. Wymiana pojedynczych podkładów, szyn i złączek. 392
4. Naprawa główna. Podnoszenie i podbijanie toru. Naprawa ciągła toru. Wymiana podsypki. Wymiana ciągła podkładów. Wymiana ciągła szyn i złączek. Odbudowa toru. 395
5. Rozkład robót przy naprawie toru w zależności od pór roku. Naprawa wiosenna, letnia, jesienna i zimowa. Koszta utrzymania toru. 399

ROZDZIAŁ XIV. Porównanie budowy wierzchniej z szynami Vignoles'a i Stephenson'a. Typy specjalne budowy wierzchniej.

1. Właściwości budowy wierzchniej z szynami Vignoles'a i Stephenson'a pod względem wytrzymałości i stateczności, celowości konstrukcji i łatwości wyrobu oraz pod względem kosztów. 400
2. Budowa wierzchnia z szynami na metalowych legarach podłużnych. Wady tego ustroju. Koszta utrzymania i budowy. Budowa wierzchnia na podsadach. Budowa wierzchnia z szynami, ułożonemi bezpośrednio na podsypce. 402

DZIAŁ V.

Połączenia torów.

ROZDZIAŁ I. Rodzaje połączeń torów.

- Rozjazdy. Obrótne i przesuwne. Trójkąty. Zwrotnice i krzyżownice. Zwrotnice amerykańskie. Skrzyżowanie torów i krzyżownice angielskie. Rozjazd zwyczajny. Rozjazdy podwójne. Rozjazdy łukowe. Rozjazdy angielskie i splecione. Połączenia torów równoległych zwyczajne i krzyżowe. 407

ROZDZIAŁ II. Zwrotnice.

1. Kąt oparcia iglicy o opornicę i długość iglicy; zależność tych wielkości przy różnym kształcie iglicy w planie. Iglice proste, całkowicie krzywe lub krzywe o prostym ostrzu. Długość przylegania iglicy do opornicy. Względne zalety iglic prostych i zakrzywionych. 415

2. Odstęp pomiędzy opornicą a iglicą w osadzie; jego zwiększenie w przypadku iglic krzywych. Poszerzenie toru w łuku zwrotnym, w osadzie iglicy oraz przy wejściu na zwrotnicę. Sprawdzenie przejścia taboru po łukach zwrotnych małego promienia sposobem wykreślnym Roy'a. Przejście od toru normalnego do poszerzonego. Względna wysokość i boczne nachylenie szyn w rozjazdach. 418
3. Szyny do wyrobu iglic. Kształty przekrojów specjalnych. Struganie iglic. Podparcie iglic. Płytki i siodełka podiglicowe. Płyty podłużne, ich połączenie i przytwierdzenie. Umocowanie iglic w osadzie. Łubki, czopy i łożyska przegubów. Iglice sprężyste. 422
4. Zwrotniki. Przystawianie zwrotnic zwyczajnych i angielskich. Przyrządy sygnałowe przy zwrotnicach, Zamykanie zwrotnic nastawianych ręcznie. Podrozjazdnice. Koszt zwrotnic. 428

ROZDZIAŁ III. Krzyżownice.

1. Główne wymiary krzyżownic zwyczajnych. Kąt krzyżownicy i stosunek skrzyżowania. Szerokość żłobka. Środki zapobiegające obniżeniu koła. Przypadki, w których staje się niezbędne podtrzymanie obrzeża koła. Odległość kierownicy od dzioba krzyżownicy. 431
2. Zasadnicze wymiary krzyżownic angielskich. Stosunek skrzyżowania a długość przerwy, na której koło nie jest kierowane. Podwyższenie kierownic. Szerokość żłobka. 433
3. Materiał i konstrukcja krzyżownic. Krzyżownice składane z szyn i lane. Krzyżownice z szyn o dziobie lanym. Krzyżownice z szyn specjalnych. Skrzydła ruchome. Krzyżownice o toku ciągłym. Kierownice. Koszt krzyżownic. 435

ROZDZIAŁ IV. Ogólny układ geometryczny rozjazdów w planie.

1. Rozjazd zwyczajny. Promień łuku zwrotnego i długość prostej wstawki dla krzyżownicy. Całkowita długość rozjazdu. Długość toków pomiędzy zwrotnicą a krzyżownicą. Długość i kształt wewnętrznego toku łuku zwrotnego. 440
2. Rozjazdy podwójne. Rozjazd podwójny dwustronny. Równania zasadnicze. Wybór wstawek prostych. Przypadki, gdy kąt krzyżownicy pośredniej jest szukany i gdy jest wiadomy. Rozjazd podwójny jednostronny. Przypadki odgałęzienia drugiego toru zwrotnego. Bieg obliczeń. 443
3. Rozjazdy łukowe. Równania zasadnicze rozjazdów łukowych jednostronnych i dwustronnych. Wstawianie rozjazdów w łukach istniejących. Rozjazdy angielskie. Określenie promienia, położenia zwrotnic i długości łuków łączących. Rozjazdy angielskie o dużym stosunku skrzyżowania. 446
4. Wytykanie i kreślenie rozjazdów według wymiarów osiowych. Ukresy. Długość użytkowa torów. Połączenie torów rozjazdami. Drogi zwrotnicze proste i zakrzywione. Zwiększenie długości użytkowej torów. 450

DZIAŁ VI.

Stacje.

ROZDZIAŁ I. Ogólne ukształtowanie stacji.

1. Przeznaczenie urządzeń stacyjnych. Znaczenie rozwinięcia i układu torów stacyjnych w ogólnym ukształtowaniu stacji. Sposób i porządek przyjmowania i wyprawiania pociągów oraz manewrów stacyjnych jako podstawa układu torów. Warunki terenu. Tory stacyjne główne i boczne. 456
2. Zasadnicze typy stacji pod względem położenia na linii drogi żelaznej i dojścia do stacji torów głównych. Układ torów głównych na stacji pod względem kierunku ruchu. Położenie dworca względem torów. Podział stacji na klasy. 457

ROZDZIAŁ II. Przystanki, mijanki i małe stacje.

1. Manewry na niewielkich stacjach. Krzyżowanie i wyprzedzanie pociągów. Nabieranie wody. Zmiana parowozów. Przystawianie i odstawianie wagonów. Ustawianie

- nie wagonów w pociągu towarowym w zależności od sposobu ich przetaczania. Korzystanie ze wspólnych urządzeń dla ruchu osobowego i towarowego. Specjalizacja torów. 459
2. Przystanki, ich urządzenia i obsługa. Perony niskie zewnętrzne i międzytorowe, ich wymiary i urządzenie. Dojścia do peronów. Siatki ochronne. Perony wyłącznie zewnętrzne. Perony wysokie i wyspowe. 461
3. Mijanki wyłącznie techniczne i w połączeniu z przystankami. Tory mijankowe żeberkowe i przechodnie. Tory prześcigowe na liniach dwutorowych; położenie ich względem torów głównych i dworca. Zwrotnice przebiegane pod ostrze. Mijanki podmiejskie z dużym ruchem osobowym. 463
4. Małe stacje. Żeberka ładunkowe na liniach jednotorowych i dwutorowych. Tory ładunkowe przechodnie. Uniknięcie zwrotnic pod ostrze na liniach dwutorowych. Tory ładunkowe na mijankach. Tory zapasowe do postoju wagonów. Dworce, ładownie i magazyny na małych stacjach 466

ROZDZIAŁ III. Stacje średniego znaczenia.

1. Rozwój i specjalizacja torów zapasowych po stronie dworca. Tory wyciągowe. Tory prześcigowe i mijankowe po przeciwległej stronie dworca; ich połączenie z torami głównymi. Całość urządzeń towarowych po stronie przeciwległej dworca. Uwzględnienie potrzeb ruchu towarowo-osobowego i towarowego bezpośredniego. Ekspedycja pośpieszna i tory do postoju wagonów osobowych. Wyprzedzanie pociągów osobowych; układ peronów z dojściem w poziomie szyn 472
2. Stacje, na których wagony są przetaczane parowozami manewrowymi. Jeden lub oba tory prześcigowe pomiędzy głównymi. Tory towarowe objazdowe. Stacje, na których część pociągów bieg swój kończy. Tory postojowe. Położenie parowozowni i wodociągów. Dworce osobowe. 476

ROZDZIAŁ IV. Duże stacje osobowe. Wiadomości ogólne.

1. Uwagi o dużych stacjach w ogóle. Rozczłonkowanie dużych stacyj. Stacje osobowe i postojowe, ładunkowe i rozrządowe. Stacje warsztatowe. Wejście linii kolejowych na stację i doprowadzenie ich do peronów. Przecięcia torów głównych w poziomie. Odcinki wspólne. Dojście podróżnych do peronów i dowóz bagażów. Perony osobowe i wiaty. Stacje graniczne zdawczoodbiorcze i rewizyjne. 483
2. Warunki ogólne urządzenia dużych dworców osobowych. Drogi podróżnych; rozkład pomieszczeń, z których oni korzystają. Wózki bagażowe. Ruch podmiejski. Przepusty biletowe; położenie względem nich poczekalni, bufetów i ustępów. Łatwość orientowania się w dworcu. 486

ROZDZIAŁ V. Duże stacje osobowe typu przechodniego.

1. Odmianny położenia dworca i ich właściwości. Dworce przy torach w poziomie szyn a niżej lub wyżej. Dworce wyspowe. Dworce przy torach z poczekalniami umieszczonymi między torami. Dworce pod torami lub nad nimi. 488
2. Stacje przechodnie jednej linii. Dodatkowe tory główne. Tory peronowe dla pociągów, kończących bieg na stacji. Położenie torów postojowych. 489
3. Stacje węzłowe widłowe. Względne zalety układu linowego a kierunkowego torów peronowych. Skrzyżowanie torów głównych w poziomie lub na wiadukcie. Dzielnie i łączenie składów pociągów i przesiadanie się podróżnych. Perony w poziomie dworca. Pociągi kończące bieg na stacji. Ruch zboczny. 490
4. Stacje węzłowe krzyżowe. Skrzyżowanie torów głównych w poziomie lub na wiaduktach, Przejście pociągów w ruchu bocznym. Połączenie z torami postojowymi. Połączenia krzyżowe torów peronowych, Tor przebiegowy. Przykłady dużych stacyj typu przechodniego. St. Czyste. St. Tczew. Dworzec w Kolonji. St. Strasburg. 492

ROZDZIAŁ VI. Duże stacje osobowe typu czołowego.

1. Przyjmowanie i wyprawianie pociągów na stacjach typu czołowego krańcowych i pośrednich. Tory objazdowe i postojowe Przystawianie wagonów bagażowych. Uprzątnięcie składów pociągów parowozami manewrowymi. 500
2. Położenie dworca osobowego względem torów. Dworce odjazdowe i przyjazdowe wzdłuż torów i dworce czołowe w poziomie szyn. Perony osobowe poprzeczne. Dowóz bagażu i poczty. Perony bagażowe. Dworce czołowe niżej i wyżej poziomu szyn. 501
3. Układ torów na stacjach krańcowych. Stacje linii pojedynczych. Ruch daleki i podmiejski. Stacje dwóch linii lub więcej. Układ torów peronowych linjowy i kierunkowy. Tory postojowe. 503
4. Układ torów na stacjach pośrednich jednej linii lub więcej. Skrzyżowania torów głównych w poziomie i na wiaduktach. Grupowanie linii. Tory postojowe. Przykłady dużych stacyj typu czołowego. St. Warszawa Główna. St. Saint Lazare w Paryżu. St. Frankfurt nad Menem. 504

ROZDZIAŁ VII. Stacje postojowe. Ekspedycja pośpieszna. Poczta.

1. Czynności stacyj postojowych. Czyszczenie wagonów. Drobna naprawa. Uzupelnienie i ustawienie składów. Zaopatrzenie wagonów. 510
2. Układ torów stacji postojowej. Specjalizacja torów. Zasadnicze grupy torów. Układ grup w szeregu i równolegle. Układ mieszany. Położenie stacji postojowej względem osobowej. Stacja postojowa Szczęśliwice. 511
3. Ekspedycja pośpieszna i poczta; rodzaje przesyłek, które one załatwiają. Trudności, jakie powodują przesyłki pośpieszne i poczta w ruchu osobowym. Pociągi towarowe pośpieszne. Umieszczenie ekspedycji pośpiesznej i poczty. Układ torów. 513

ROZDZIAŁ VIII. Stacje ładunkowe.

Tory stacyj ładunkowych. Magazyny towarowe; ich położenie względem torów i ulic dojazdowych. Magazyny towarów przychodzących i odchodzących. Szerokość i powierzchnia magazynów. Place ładunkowe. Szerokość ulic dojazdowych. Układ i długość torów ładunkowych. Ładownie i rampy. Pomosty przeładunkowe. Żórawie, wagi pomostowe i skrajniki. Przykłady dużych stacyj ładunkowych. Stacja Warszawa Gdańska. Stacje ładunkowe w Kolonji i Hanowerze. 514

ROZDZIAŁ IX. Stacje rozrządowe.

1. Manewry na dużych stacjach towarowych. Porządek przyjmowania pociągów, ich rozrządzania i wyprawiania. Zasadnicze grupy torów i sposoby rozrządzania. 520
2. Rozrządzanie przy pomocy siły ciężkości. Tory wyciągowe ze spadkiem. Grzbiety; określenie ich wzniesienia nad torami podziałowemi. Spadki ciągłe. 522
3. Układ torów na stacjach rozrządowych. Układ pojedynczy i podwójny. Położenie wzajemne grup torów. Grupa porządkowa. Podział torów kierunkowych. Stacje rozrządowe w Arlon i Osterfelde. 526
4. Ruch zboczny. Tory przekazowe. Rozrządzanie dwoma parowozami. Układ podwójny dwukierunkowy i jednokierunkowy. Przykłady dużych stacyj rozrządowych. St. Zajączkowo Tezewskie. St. Łazy. St. Drezno. 528
5. Urządzenia przeładunkowe. Tory trakcyjne i objazdowe. Wagony bagażowe. Ilość i długość torów w poszczególnych grupach. Wiązki torów i ruszty. 536
6. Sposoby hamowania wagonów. Płyzy hamujące. Hamulce torowe. Sygnalizacja przy rozrządzaniu. 539
7. Sprawność stacyj rozrządowych. Szybkość rozrządzania. Ilość wagonów, dających się rozrządzić z jednego wyciągu. Koszta rozrządzania. 541

DZIAŁ VII.

Sygnalizacja i urządzenia bezpieczeństwa.

ROZDZIAŁ I. Cel i środki sygnalizacji kolejowej.

Sygnaly wzrokowe. Spostrzeżenia braci Chappe. Semafor i tarcze ruchome. Barwa światel sygnałowych. Sygnaly słuchowe. Sygnaly na polskich drogach żelaznych. Semafor i tarcze ostrzegawcze. Tarcze przenośne. Tarcze niebieskie i latarnie mleczne. Wskaźniki. Petardy. Trąbki, świstawki i dzwony. Sygnaly według miejsca zastosowania. 543

ROZDZIAŁ II. Sygnalizacja pociągowa.

Sygnaly na pociągu. Oznaczenie początku i końca pociągu. Sygnaly na pociągu, idącym po niewłaściwym torze. Sygnalizowanie pociągu, nie przewidzianego w rozdziale. Sygnaly na parowozie manewrowym. 550

ROZDZIAŁ III. Sygnalizacja linjowa.

Sygnalizacja linjowa pociągów. Dzwony elektryczne. Zagradzanie sygnałami miejsc niebezpiecznych na torze. Miejsca chwilowo niebezpieczne. Miejsca, wymagające zwolnienia biegu pociągów. 552

2. Zabezpieczenie pociągów w czasie jazdy. Oddzielenie pociągów odstępami czasu i przestrzeni. Porozumienie telegraficzne stacyj. Zawiodowcy ruchu (train dispatchers). Ruch z zachowaniem punktów krzyżowania się pociągów i pierwszeństwa kierunku. Ruch z przewodnikiem lub z berłem. 554
3. Blokada linjowa pociągów bezwzględna i warunkowa. Pierwotne urządzenia blokowe. Przyrządy blokowe Siemens'a i Halske'go o 4-ch okienkach. Ustrój wewnętrzny ogniwa blokowego. Zatrask i zastawki pręta przyciskowego. Posterunki pośrednie i krańcowe. Porządek obsługi przyrządów blokowych. Przyrządy blokowe Siemens'a i Halske'go o dwóch okienkach, Blokady na linjach jednotorowych. 556
4. Zawory przy blokach linjowych. Zawora mechaniczna przycisku blokowego z zamknięciem i bez zamknięcia semaforu. Zawora elektryczna przycisku blokowego. Zawora jednokrotna. Sprzęg elektryczny ramienia semaforu Zastawka pomocnicza bez czopka. Zapadka pręta zasuwowego. 564
5. Zabezpieczenie odgałęzień na szlaku między stacjami. System sygnalizacji angielski a system przyjęty na polskich drogach żelaznych. Posterunki blokady linjowej w punktach odgałęzienia. 569

ROZDZIAŁ IV. Sygnalizacja stacyjna. Cel i środki urządzeń bezpieczeństwa w obrębie stacyj.

1. Wyodrębnienie stacyj od szlaku. Semafor wyjazdowy i drogowy. Ograniczenie ilości semaforów i ich ramion. Tarcze ostrzegawcze. Semafor wyjazdowy. Miejsca ustawienia semaforów i tarcz ostrzegawczych. Sygnaly manewrowe. 572
2. Cel urządzeń nastawczych; ich rodzaje i zasadnicze części. Okręgi nastawcze i blokady stacyjna. Tablice zależności. Sprzeczność przebiegów. 574

ROZDZIAŁ V. Przyrządy nastawcze na posterunkach.

Ustrój drąga zwrotnicowego do przewodów drutowych. Urządzenia, umożliwiające prucie zwrotnicy. Przyrządy zależności. Drąg do przewodów sztywnych. Ustrój drąga sygnałowego. Drągi sygnałowe parzyste. Piesek drąga sygnałowego. Drągi zasurowe pojedyncze i parzyste. 579

ROZDZIAŁ VI. Przewody.

Przewody zwrotnicowe sztywne i giętkie. Przewody sygnałowe pojedyncze i podwójne. Podparcie, zwroty i pokrycie przewodów. Przyrządy wyrównawcze. Cel i działanie przyrządów wyrównawczych do przewodów drutowych podwójnych. 585

ROZDZIAŁ II. Zasuwy, zamki i przyrządy napędne przy zwrotnicach.

1. Zabezpieczenie położenia zwrotnic. Zasuwy pojedyncze proste i krążkowe. Zasuwy podwójne. Zasuwy krążkowe krańcowe i pośrednie. 590
2. Zamki zwrotnicowe. Zamek syst. Siemens'a i Halske'go. Zamki rozpruwalne. Zamek systemu fabryki Bruchsalskiej. Zamek hakowaty. Przesuw cięgła i iglicy. Zdolność wyrównawcza i czułość zamków rozpruwalnych. Przyrządy napędne. Zastawki na wypadek pęknięcia przewodu drutowego do zwrotnic. Latarnie. 593
3. Porównanie przewodów zwrotnicowych sztywnych z podwójnymi drutowymi. 600
4. Uzależnione zasuwę ręczne. 602

ROZDZIAŁ VIII. Przyrządy sygnałowe.

Materiał i wymiary semaforów i tarcz ostrzegawczych. Latarnie. Przyrządy napędne krańcowe na semaforach i tarczach ostrzegawczych. Napęd semaforów o dwu i trzech ramionach. Zabezpieczenie na wypadek pęknięcia drutu. Urządzenia wyrównawcze w krążkach napędnych pośrednich. 603

ROZDZIAŁ IX. Dodatkowe urządzenia bezpieczeństwa w torach kolejowych.

Zapory, wywrotki i płozy hamujące. Przyciski szynowe. Odcinki izolowane. Pedaly szynowe i pedały działające na czas. 605

ROZDZIAŁ X. Blokady stacyjna.

1. Cel i zadania blokady stacyjnej. Bloki sygnałowe i przebiegowe. Bloki zgody. Bloki o prądzie stałym. Zastosowanie przycisków i pedałów szynowych. 610
2. Zawory blokady stacyjnej. Zawory przebiegowe. Zawory przebiegowo-sygnałowe. Uzależnienie ogniów blokowych. Blokady grupowa. Blokady stacyjna syst. Rank'a. 612

ROZDZIAŁ XI. Projektowanie urządzeń nastawczych.

1. Wybór rodzaju urządzeń bezpieczeństwa. Przegląd układu torów i zwrotnic. Stacje o jednej, dwóch i trzech nastawniach lub więcej. 615
2. Skład projektu urządzeń nastawczych. Plan stacji. Dane, dotyczące pracy stacji. Układ tablicy zależności i przyjęte w niej oznaczenia. 617
3. Sprawdzanie tablicy zależności. Zabezpieczenie przebiegów sprzecznych, wymagających jednakowego nastawienia drągów do zwrotnic i innych urządzeń w torze. Ograniczenie przebiegów sprzecznych. 620
4. Przykłady urządzeń nastawczych. 620
5. Koszta urządzeń nastawczych i blokowych. 624

ROZDZIAŁ XII. Bezpieczeństwo ruchu a wypadki kolejowe.

1. Rodzaje wypadków kolejowych. Wypadki z pociągami i taborem i wypadki z ludźmi. Statystyka wypadków. Bezpieczeństwo ruchu i bezpieczeństwo podróży. Bezpieczeństwo personelu kolejowego i osób postronnych. 629
2. Przyczyny ogólne wypadków kolejowych. Wypadki z pociągami. Wykolejenia pociągów; trudności określenia ich przyczyn. Przyczyny zależne od uszkodzeń taboru i braków w jego ustroju. Przyczyny zależne od uszkodzeń budowy spodniej i wierzchniej i braków w ich utrzymaniu. Czyny zbrodnicze. 630
3. Zderzenia pociągów na szlaku i na stacjach. Znaczenie blokady linowej i urządzeń nastawczych. Zaniedbania personelu a samoczynne urządzenia bezpieczeństwa. Wybuchy kotłów parowozowych i inne wypadki z pociągami. Wypadki z taborem. Statystyka wypadków kolejowych w Stanach Zjednoczonych A. P. 633
4. Wypadki z ludźmi w związku z ruchem kolejowym. Wypadki personelu drogi żelaznej. Wypadki podróżnych. Wypadki osób postronnych. Przejazdy w poziomie. 635

Bibliografia dróg żelaznych.

- A. Książki i broszury. 641
- B. Czasopisma 652

Skorowidz 655

DZIAŁ I.

Znaczenie i organizacja dróg żelaznych.

ROZDZIAŁ I.

Powstanie dróg żelaznych.

1. Komunikacje. Droga, wóz, silnik. Droga powietrzna. Drogi wodne morskie i wewnętrzne. Kanały. Drogi lądowe zwyczajne i bite. Ilość przewozów dokonywanych drogami wodnymi a lądowymi. Kolej. Droga żelazna. Tor normalny i wąski. Koleje jednoszynowe i wiszące.

Do zaspokajania potrzeb ludzkich niezbędna jest wymiana dóbr, których rodzaj i ilość nie wszędzie odpowiadają zapotrzebowaniu. Wymiana ta wymaga komunikowania się gospodarstw w celu porozumiewania się i dokonywania przewozów. *Komunikacje* mają za zadanie przesyłanie wiadomości oraz przewóz osób i towarów i w tym celu pokonywanie odległości, która gospodarstwa oddziela.

W komunikacjach *pokonanie odległości* ma w istocie rzeczy to samo znaczenie, co *zyskanie czasu*. Jeżeli człowiek nie zawsze korzysta z komunikacji najszybszej, to czyni to tylko w tych wypadkach, w których zmniejszenie kosztów przewozu i inne specjalne zyski lub udogodnienia, zależnie od rodzaju przewozu, stratę czasu okupują.

Do przesyłania wiadomości służą *telefon, telegraf i poczta*, Dwa pierwsze nie wykonywają przewozów materialnych, są to właściwie *urządzenia porozumiewawcze*, z zastosowaniem sposobów, które mają podobieństwo do stosowanych przy porozumiewaniu się za pomocą sygnałów widzialnych i słyszalnych lub głosu ludzkiego. Natomiast poczta, jakkolwiek posiada pewne urządzenia swoje, naogół korzysta do przesyłania wiadomości i drobnych przesyłek z tych samych środków, które służą do przewozu osób i towarów i którymi są *komunikacje lądowe, wodne i powietrzne*.

Trzy czynniki zasadnicze składają się na pojęcie komunikacji i stanowią jej środki: *droga*, po której się przewóz odbywa, *wóz*, na którym składa się przedmiot przewożony, i *silnik*, który wóz w ruch wprawia. Drogę gotową daje często człowiekowi przyroda, w postaci równej powierzchni gruntu, wód morskich i wewnętrznych lub powietrza. Ale i w tych wypadkach dla dokonania przewozu potrzebna mu jest pomysłowość, zręczność i narzędzia, czyli potrzebna jest technika. Zastosowanie techniki do komunikacji umożliwiło cywilizację, a postępy *techniki komunikacyjnej* wpłynęły potężnie na jej rozwój.

Z otwartej wszędzie *drogi powietrznej* człowiek nauczył się korzystać w dowolnym kierunku dopiero w ostatnich latach ubiegłego stulecia. Obecnie istnieje już pomiędzy ważniejszymi miastami Europy stała komunikacja lotnicza, najkrótsza w przestrzeni i najszybsza. Jednakże zakres zastosowania tej komunikacji ogranicza się do niewielkiej ilości podróży i poczty i wątpliwem jest, aby mogła ona posiadać w przyszłości duże znaczenie przy przewozach masowych ze względu na niekorzystny stosunek ładunku do środków, jakich wymaga ten rodzaj przewozu.

Najładszą drogą naturalną jest bezwątpienia *droga wodna* ¹⁾, z której człowiek korzysta od najdawniejszych czasów. Gotowe *drogi morskie* najwcześniej otwierają przed nim szersze horyzonty: wszak już żegluga nadbrzeżna Fenicjan obejmuje całe morze Śródziemne i sięga do brzegów Atlantyku.

Gładkość i gotowość drogi morskiej, jej jednolitość na niezmiernych przestrzeniach wód, oblewających wszystkie lądy, i jej nieograniczona zdolność przyjęcia przewozów sprawiają, że jest to droga najtańsza ²⁾ i najodpowiedniejsza do przewozów masowych. Na żegludze morskiej opiera się handel zarówno

¹⁾ Zalety komunikacji pod względem gładkości drogi, od której zależy siła pociągowa niezbędna do przewozu, charakteryzują następujące przybliżone wartości całkowitego oporu ruchowi wozów po różnych drogach, przy małych szybkościach, w kg na t ogólnego ciężaru ładunku i wozu:

Okręty morskie,	0,4
Statki po kanałach	1
Wagony po kolei żelaznej	2,5
Wozy po bruku asfaltowym	10
„ „ „ kostkowym	20
„ „ szosie	30
„ „ zwykłej drodze gruntowej.	100
Sanie drewniane po bruku	350
„ „ „ śniegu	35

²⁾ O stosunkowych kosztach przewozu różnymi drogami dają pojęcie następujące przybliżone cyfry, wyrażające koszt przewozu towarów masowych za tonnę i kilometr w groszach: ↓

Morzem	0,4 do	0,1
Kanałami	0,5 „	0,2
Rzekami	1,2 „	0,5
Drogami żelaznymi.	3 „	1,6
Drogami zwyczajnymi	40 „	30
Szlakami jucznie.	200 „	80
„ przez tragarzy	300 „	180

starożytnej Grecji, jak i średniowiecznych republik włoskich. Rozwój żeglugi morskiej, korzystającej już z żagli i kompasu, otwiera drogę do Indyj i Ameryki i daje początek nowej erze w historii cywilizacji. Na morzu rozwija się nie tylko wszechświatowy handel, lecz i wszechświatowa potęga wielkich państw współczesnych. Ilość przewozów morskich osiąga ogólnej ilości przewozów masowych na lądzie, które umożliwiły w tych rozmiarach dopiero najnowsze ulepszenia dróg lądowych.¹⁾

Polska posiada wyjście do morza w porcie gdańskim, z czasem zaś posiadzie niewątpliwie również port morski na własnym terytorjum. Daje to dobrą podstawę do rozwoju jej stosunków handlowych z zagranicą drogą morską. O ruchu handlowym w porcie gdańskim sędzić można z cyfr następujących:

	rok 1913	rok 1922
Wpłynęło statków.	2910	2712
Pojemność statków, które wpłynęły, w tys. tonn rejestrowych	925	1423

Drogi wodne wewnętrzne mniej przedstawiają korzyści w stanie naturalnym, a wielkie rzeki, ze względu na otaczające je bagniska i ostępy leśne, stanowią często w czasach odległych zapory trudne do przebycia. Nie przeszkadza to, iż rzeki wzdłuż ich biegu są przez długi czas prawie jedynymi arterjami komunikacyjnymi, dającymi dostęp w głąb lądu. Po Rodanie, Saonie i Renie, po Dunaju, Dnieprze i ich dopływach przenikają Grecy i Rzymianie w głąb Galji, Panonji i Sarmacji. Przy rzekach powstają miasta, przy nich rozwija się przemysł i handel.

Zakres komunikacji rzecznej już technika starożytna umie rozszerzyć przez połączenie rzek zbliżonych do siebie kanałami. Jednakże dopiero w wieku XV wynalazek szluzu umożliwia łączenie wód o różnych poziomach i ułatwia budowę kanałów. W końcu XVIII wieku Francja posiada już 1000 km kanałów. Współcześnie budowa kanałów zaczyna rozwijać się również w innych krajach, posiadających po temu odpowiednie warunki, jako to Anglja, Belgja, Holandja, Prusy, Rosja i in.

W Polsce budowę kanałów rozpoczęto za panowania Stanisława Augusta. Powstają wówczas kanały: Królewski, łączący Dniepr z Bugiem, i Ogińskiego, łączący Dniepr z Niemnem. W r. 1824 rozpoczęto budowę kanału Augustowskiego, łączącego Bug z Niemnem (rys. 13). Prócz tego w zaborze pruskim wybudowano za Fryderyka II kanał Bydgoski, łączący Wisłę z dopływem Warty, No-

¹⁾ Tabor dróg żelaznych świata obejmował w r. 1912 około 5,2 miliona wagonów towarowych, które przewiozły w ciągu roku około 5000 milionów tonn ładunków, przyczem średnia odległość przewozu wynosiła około 180 km. W tymże roku tonaż morskiej floty handlowej świata wynosił około 77 milionów tonn siły nośnej (32 miliony tonn tak zwanych rejestrowych po 100 stóp sześć. = 2,83 m³ objętości statku netto), ilość zaś ładunków przybyłych do wszystkich większych portów świata nie przewyższała 500 milionów tonn (260 mil. tonn rejestrowych netto przybyłych statków ładownych). Licząc, że średnia odległość przewozu morzem była 10 razy większa niż drogami żelaznymi, t. j. wynosiła 1800 km, otrzymamy, że ilość przewozów towarowych w tkm, dokonanych morzem i drogami żelaznymi była mniej więcej jednakowa.

tecją. Ogólna długość tych kanałów wynosi około 264 km, prócz 519 km rzek skanalizowanych na przyległych do nich odcinkach.

Ogólna długość dróg wodnych wewnętrznych w Polsce, wraz z odcinkami pogranicznymi rzek, przedstawia się jak następuje:

Rzek żeglownych naturalnych.	6 166 km
Kanałów żeglownych.	264 „
Rzek skanalizowanych	519 „
Rzek spławnych	9 440 „
Ogółem	16 389 km

Pierwsze trzy kanały z wymienionych powyżej są bardzo płytkie i mogą przepuszczać barki, których ładunek wynosi przy normalnym stanie wody zaledwie 90 do 150 t. Przy tem żegluga po nich ulega częstym przerwom z powodu braku wody w okresach suszy. Wobec tego służą one przeważnie do spławu¹⁾.

Ilość przewozów, dokonywanych w Polsce po drogach wodnych wewnętrznych, wynosi nie więcej jak 5% ogółu przewozów masowych.

We Francji, następnie zaś w Niemczech, po dłuższym zastoju w budowie dróg wodnych w okresach szybkiej budowy dróg żelaznych i wojny 1870 r., przystąpiono po r. 1880 do ulepszenia i uzupełnienia w szerokim zakresie sieci kanałów i rzek kanalizowanych oraz do regulacji rzek. Oba te kraje posiadają obecnie rozległe sieci dróg wodnych wewnętrznych, po których przewozi się około $\frac{1}{6}$ ogółu ładunków masowych. Natomiast w Anglii i w większości innych krajów europejskich, nie wyłączając Rosji, którą natura obdarzyła olbrzymią siecią dróg wodnych, kanały znajdują się w stanie względnego zaniedbania²⁾.

¹⁾ W roku 1911 przewieziono ładunków:

Przez kanał Królewski	92 tys. tonn, w tem spławem i na tratwach	89 tys. tonn.
„ „ Ogińskiego	28 „ „ „ „ „ „	28 „ „
„ „ Augustowski	65 „ „ „ „ „ „	64 „ „
„ „ Bydgoski 1913 r.	470 „ „ „ „ „ „	182 „ „

Po rzece Wiśle:

od granicy austriackiej do ujścia rz. Narwi, średnio	93 tys. tonn, w tem spławem i na tratwach	66 tys. tonn
od ujścia rz. Narwi do granicy pruskiej, średnio	600 „ „ „ „ „ „	480 „ „

²⁾ Ilość przewozów wynosiła:

	miljonów tonn	%	miljonów tkm	%
<i>We Francji w r. 1908.</i>				
drogami żelaznymi	158	82	20 603	79
rzekami i kanałami	34	18	5 321	21
	192	100	25 924	100
<i>W Niemczech w r. 1913.</i>				
drogami żelaznymi	500,5	83	67 911	76
rzekami i kanałami	99,6	17	21 481	24
	600,1	100	89 392	100
<i>W Rosji w r. 1911.</i>				
drogami żelaznymi	244,1	83,5	57 189	57
rzekami i kanałami	48,2	16,5	42 525	43
	292,3	100.	99 714	100

Drogi lądowe w stanie naturalnym, to tylko bezdroża i *szlaki*. Jak je przebywa człowiek, przedzierając się przez gęszcze leśne, wyszukując przełęczy w górach, w dolinach zaś brodów i suchszych przesmyków przez nieprzebyte bagna, sądzić można nietylko z badań czasów odległych¹⁾ lub opisów podróży w dziewiczych krajach, lecz choćby z warunków, w jakich znajdują się dotąd niektóre nieosuszone okolice naszego Polesia.

Drogi zwyczajne istnieją od najdawniejszych czasów u wszystkich cywilizowanych narodów. Mojżesz daje zapewnienie Edomitom i Amorytom, że żydzi przejdą przez ich kraje „drogą królewską“ nie uszkadzając ich pól i winnic. Cała Grecja przerwana jest drogami już za czasów Homera. *Drogi bite* budują Rzymianie na 312 lat przed Chrystusem (*Via Appia*). Sieć tych dróg o ustroju niezwykle trwałym i doprowadzonym w szczegółach do wysokiej doskonałości²⁾ pokrywa wkrótce wszystkie prowincje rzymskie od wału Piktów do granic Etyopji i od *Gades* (Gibraltar) do zatoki perskiej (ogółem około 75 000 km), umożliwia szybkie pochody wojsk i ułatwia administrację tego olbrzymiego państwa.

W wiekach średnich budowa i utrzymanie dróg były w zupełnym zapomnieniu. Drogi rzymskie niszczały stopniowo, nowych nie budowano, bo zresztą budować nie umiano. Karol Wielki nakazuje naprawę niektórych dróg rzymskich. Zajmują się nią później zakony w związku z budową klasztorów. W wieku XII powstają zakony (*fratres pontifici*) do zbożnego dzieła odbudowy wylących się mostów, bez których komunikacja stawała się niemożliwą.

W wieku XVI stan dróg był w całej Europie wogóle okropny. Dopiero Ludwik XIV zarządza naprawę najpotrzebniejszych dróg królewskich. W roku 1747 powstaje w Paryżu szkoła dróg i mostów, z której wychodzą pierwsi inżynierowie, studjujący budowę i utrzymanie dróg systematycznie i naukowo, w ich liczbie *Trésaguet*, twórca nowego systemu budowy i utrzymania *dróg szosowych*. Idąc za przykładem Francji, przystępuje do ulepszenia dróg Anglja, w której *Mac Adam* stosuje (od 1820 r.) uproszczony system budowy szos, znany pod jego nazwiskiem. W r. 1818 zaczęto budowę dróg bitych w Polsce, która posiada obecnie tych dróg około 44 000 km³⁾.

Z ogólnej ilości przewozów po wodach wewnętrznych w Rosji, 77% przypada na Wołgę, po której średni przebieg ładunków, przeważnie ropy naftowej i drzewa, wynosił 1340 km. Wyjątkowo korzystne warunki przewozu masowego po tej rzece na wielkiej przestrzeni od Astrachania do Rybińska objaśniają wielkość udziału jej w ogólnej ilości przewozów w Rosji.

¹⁾ Podobne *najdawniejsze szlaki handlowe przez ziemie polskie*, to szlaki Greków od ujścia Dniepru i Bohu (*Olbia*) przez Podole (*szlak kuczmański*) i dalej, przecinając górny bieg Sanu, Wisłoki, Dunajca i Wisły, na Kalisz, Konin, Żnin, Bydgoszcz lub Koło, Włocławek, Brodnicę ku wybrzeżom bursztynowym Bałtyku, i szlaki Etrusków i Rzymian przez Panonię, Morawy, wąwóz Kładzki w górach śląskich, na Głogów, Czarnków lub Szrem, Tur lub Kalisz, Włocławek, Brodnicę ku tymże wybrzeżom.

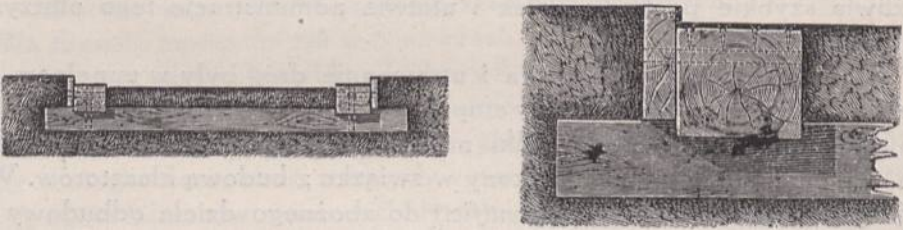
²⁾ Budowa wierzchnia dróg rzymskich, składająca się zwykle z trzech warstw: kamienia, szabru i żwiru, grubości ogólnej około metra, przeważnie na zaprawie, tworzyła jakgdyby jednolitą ścianę, niezwykle odporną na zniszczenie.

³⁾ Ogólną długość dróg zwyczajnych w Polsce można ocenić, w przybliżeniu, na 195 000 km, przyjmując po 0,5 km na km kw. powierzchni.

W późniejszym jeszcze czasie zajęto się sprawą uporządkowania *dróg ulicznych* w miastach przez zaprowadzenie ulepszonych bruków różnego ustroju.

Z rozwojem automobilizmu, od ostatnich lat wieku ubiegłego ruch na drogach zwyczajnych znacznie się zwiększył. Okoliczność ta i swoiste oddziaływanie samochodów na jezdnię wywołały potrzebę wzmocnienia i zmian w ustroju dróg szosowych, które się stopniowo dokonywają¹⁾.

O parę set lat wcześniej zanim Trésaguet rozpoczął naprawę dróg we Francji, *kolej z belek drewnianych* znajduje już zastosowanie w kopalniach niemieckich do ułatwienia przetaczania wózków z rudą, około zaś roku 1620 w kopalniach węgla pod Newcastle w Anglii, gdzie po takiej kolei przewożono jednym koniem 2 do 2½ tonn węgla. Od strony zewnętrznej belek przybijano listwy, aby przeszkodzić staczaniu się kół. W drugiej połowie XVIII wieku zaczęto obijać belki płaskim żelazem (rys. 1). W r. 1767 *Reynolds*, dyrektor huty



Rys. 1.

Koleje w kopalniach angielskich przed r. 1765.

żelaznej w Anglii, przy spadku cen na surowiec, nie chcąc dopuścić, aby wielkie piece stanęły, zaczął odlewać z niego płytki wyłobione, które układano na belkach drewnianych (rys. 2). Kolej tak zbudowana okazała się o tyle lepszą od stosowanej poprzednio, że choć się ceny podniosły, płytki pozostawiono. Nieco później, w r. 1776, *Curr* ulepszył przekrój płytek surowcowych, opatrując je z jednej strony w wysokie obrzeże, co pozwoliło oprzeć je na rozstawionych podporach z płaskiego kamienia (rys. 3) lub na drewnianych poprzecznicach. Jednakże kolej taka, urządzona w poziomie jezdni drogi zwyczajnej, łatwo się zanieczyszczała. Aby tego uniknąć i zmniejszyć opór ruchowi, zaczęto stosować szyny bez obrzeży, o wysokim przekroju (rys. 4), obrzeża zaś niezbędne do utrzymania wozu na szynach wyrabiać na obręczach kół. W roku 1805 zaczęto stosować zamiast szyn lanych, szyny z żelaza kutego, a w roku 1820 *Berkinshaw* wynalazł sposób walco-

¹⁾ O ilości przewozów towarowych, dokonywanych po drogach zwykłych, można sądzić przybliżenie według ilości koni, które na tych drogach są dotąd najważniejszym silnikiem pociągowym. Jeden koń może wykonać na dobę po drodze zwykłej nie więcej jak 25 *tkm* użytecznego przewozu. Ogólna ilość koni na świecie wynosi około 85 milionów. Mając na uwadze pracę koni w rolnictwie, lekkim zaprzęgu, pod wierzchem i in., można przypuszczać, że praca koni przy przewozie ładunków trwa przeciętnie nie więcej jak 60 dni w roku, co daje dla 85 milionów koni $85 \times 60 \times 25 = 127\,500$ mil. *tkm* na rok. Ilość przewozów towarowych po drogach żelaznych wynosi przybliżenie siedem razy więcej (patrz uwagę na str. 3).

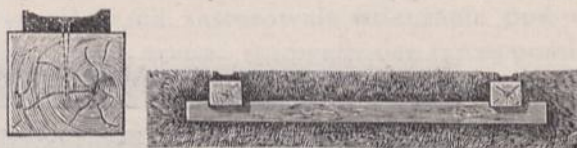
wania szyn. W ten sposób doskonalila się stopniowo droga zwyczajna i powstała droga żelazna (ang. railway, fr. chemin de fer, niem. Eisenbahn), jako nowy rodzaj komunikacji lądowej, której zasadniczą częścią składową jest kolej szynowa¹⁾ (ang. railway track, fr. voie ferrée, niem. Eisenbahngleis)²⁾.

Ustrój kolei dróg żelaznych, z szynami umocowanymi w siodełkach lub bezpośrednio na podporach, ustalili się już pomiędzy rokiem 1830 a 1840 i, odpowiednio ulepszone, pozostał bez zmian zasadniczych do czasu obecnego; płytki zaś żłobione Reynolds'a stały się pierwowzorem późniejszych kolei tramwajowych miejskich.

Tor kolejowy (ang. railway gauge, fr. jauge de la voie, niem. Spur) czyli normalna odległość pomiędzy szynami, został ustalony w związku z okolicznością, że pierwsze koleje żelazne służyły do ruchu wozów zwyczajnych i tor kolejowy winien był odpowiadać rozstawowi kół tych wozów. Do toru kolei już ułożonych dostosowano później rozstaw kół specjalnych wagonów kolejowych. Jednakże potrzeba zmniejszenia normalnej szerokości toru w trudnych warunkach terenu dość wcześnie się ujawniła i już w roku 1852 wybudowano w Anglii pierwszą kolej wąskotorową o torze przeszło dwa razy węższym od normalnego.

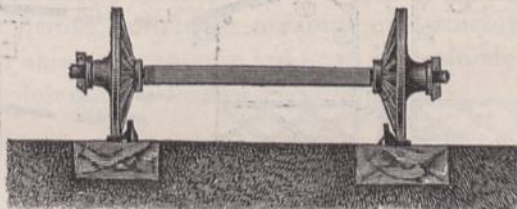
Pomysł angiłka Palmer'a sprowadzenia kolei żelaznej do pojedynczej szyny datuje z r. 1821. Takie koleje jednoszynowe (rys. 5), urządzone pierwotnie do przewozu ładunków przy pomocy trakcji konnej, znalazły w nowszych czasach zastosowanie na drogach żelaznych miejskich do ruchu osobowego szybkiego³⁾.

Jeszcze większe uproszczenie kolei żelaznej da się osiągnąć, stosując za-



Rys. 2.

Płytki Reynolds'a w hucie żelaznej Colebrook Dale r. 1767.



Rys. 3.

Szyny Curr'a w kopalni węgla około Sheffieldu, r. 1776.

¹⁾ W ostatnich latach daje się zauważyć dążenie do usunięcia z języka polskiego terminu *droga żelazna* (używanego w Polsce na określenie tego rodzaju komunikacji od początku jej istnienia), i zastąpienia go przez wyraz *kolej*. Tę pomieszczenia pojęć i dobrowolnego ubożenia języka polskiego w porównaniu z innymi językami europejskimi należy unikać.

²⁾ Pomysł kierowania kół wozu po gładkiej kolei można byłoby odnieść do czasów jeszcze dawniejszych, niż podano powyżej. W starożytnej Grecji, na drogach do świątyń, w płytach kamiennych żłobiono koleje, których ślady dotąd się zachowały.

³⁾ Ciekawym ulepszeniem stateczności taboru na kolei jednoszynowej jest umieszczenie na nim wirników według pomysłu Brennan'a (1907). W praktyce pomysł ten nie znalazł dotąd zastosowania, oprócz prób na małą skalę.

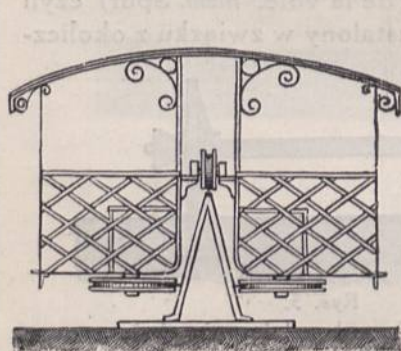
miast szyny sztywnej linę wiszącą. Pierwotzory *kolejek wiszących* znajdują się już w głębokiej starożytności u chińczyków i innych ludów. W nowszych czasach były one w użyciu oddawna do podawania na odległość ciężarów (kamienia, budulca i t. p.) w drodze napowietrznej w przypadkach, gdy ominięcie w in-



Rys. 4.

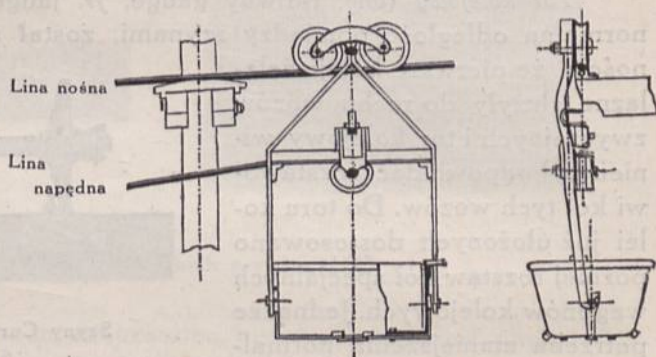
Szyny Jessop'a, r. 1789.

ny sposób głębokich parowów, rzek i t. p. przeszkód okazywało się zbyt trudnym. Obecnie, prócz szerokiego zastosowania do tegoż celu w budownictwie



Rys. 5.

Kolej jednoszynowa systemu Lartigue'a.



Rys. 6.

Kolej wisząca do przewozu materiałów.

i przemyśle (rys. 6), kolejki wiszące o linach stalowych stosowane są również na drogach żelaznych turystycznych, sięgających w najprostszym kierunku napowietrznym wielkich wyniosłości.

2. Wóz. Zwierzęta juczne. Sanie. Drogi żelazne poślizgowe. Wóz na kołach. Wagon kolejowy.

Z trzech czynników zasadniczych komunikacji, wymienionych wyżej, wóz i silnik, to w komunikacjach pierwotnych często sam *człowiek*, przenoszący ciężary na głowie, jak to się dotąd praktykuje w Afryce ¹⁾. Tę samą rolę co człowiek, spełniają *zwierzęta juczne*: osioł, muł, karawany wielbłądów.

¹⁾ Przy dostawie parostatku, ważącego 100 t, z portu Saadani na pobrzeżu Afryki Wschodniej do jeziora Victoria Nyanza (ok. 940 km) użyto 3400 negrów, z których każdy niósł na głowie około 30 kg. Dostawa trwała 120 dni i przy wynagrodzeniu dziennem tragarza 50 groszy, kosztowała 220 000 zł. Przewóz parostatku morzem z Hamburga do Saadani (12 000 km) kosztował 20 000 złotych.

Wóz najprostszy, jakim są *sanie*, był zawsze z korzyścią stosowany do przewozu po drodze gładkiej naturalnej, zwłaszcza po śniegu i lodzie. Technika starożytna potrafiła zmniejszyć tarcie płóz po pomoście zapomocą mazi i wznieść piramidy z olbrzymich bloków granitu, przewiezionych w ten sposób z odległych kopalni. Technika współczesna zastosowała wtłaczanie pod wysokim ciśnieniem wody pomiędzy płozy a szyny, sprowadzając tarcie pomiędzy niemi do minimum na *drogach żelaznych poślizgowych* ¹⁾.

Wynalazek *wozu na kołach*, sięgający głębokiej starożytności, ułatwił prze-wóz, zastępując tarcie posuwiste przez tarcie potoczne. Ulepszenie w czasach nowożytnych wozu, przeznaczonego do dróg zwyczajnych, pod względem ustroju kół i osi, zawieszenia pudła na resorach i in., pozwoliło na zwiększenie szybkości jazdy. Wynalazek obręczy pneumatycznych w r. 1875 zadecydował o postępkach automobilizmu.

Pierwsze wozy, które toczyły się po kolejach żelaznych kopalnianych, nie różniły się od tych, których używano na drogach zwyczajnych i które często wprost korzystały z ulepszonej drogi, jaką była kolej. Dopiero później ulepszo-no stopniowo i wzmocniono ustrój wozu, przeznaczonego wyłącznie do ruchu po drodze żelaznej, czyli *wagonu*, opatrując obręcz kół w obrzeża, osadzając koła nieruchomo na osiach i dając osiom położenie niezmiennie prostopadłe względem osi podłużnej wagonu. Takie uzależnienie kół i osi okazało się niez-będne ze względu na częste wykolejanie się wozów zwyczajnych.

3. Silnik. Silnik żywy. Siła ciężkości. Drogi żelazne linowe. Maszyny stałe. Pierwsze próby trakcji parowej. Parowozy Trevithick'a. Blenkinsop i Hedley. Drogi żelazne zębnicowe. Jerzy Stephenson i Séguin. Konkurs pod Rainhill. Ulepszenia parowozu. Wagony silnikowe. Trakcja elektryczna.

Pierwotny silnik przewozowy, to *silnik żywy* — człowiek lub zwierzę pociąg-owe. Wół, który ciągnął wozy ofiarne do świątyń za czasów Homera, jest do-tąd jedynym silnikiem, który zastosować można do przewozów po bezdrożach Afryki. W warunkach nie tak wyjątkowo trudnych, koń był przez wieki niezastąpionym silnikiem pociągowym. Był on stosowany na pierwszych kolejach i stosuje się dotąd na kolejkach i przy tramwajach.

Na dużych spadkach, gdzie silnik żywy nie wystarczył, stosowana była na kolejach *siła ciężkości* staczanych wozów ładownych do wciągania pod górę wozów próżnych zapomocą liny, przerzuconej około wału. Taka *równia pochyła samoczynna* była urządzona w roku 1788 w hucie w *Ketley* w Anglii.

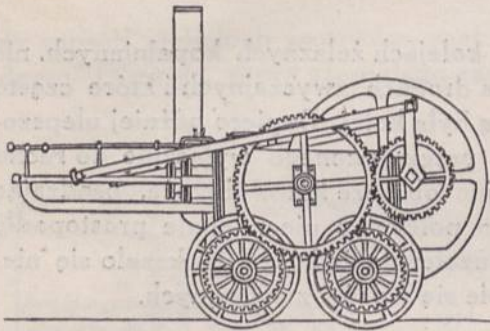
Gdy użycie maszyn parowych stawało się coraz częstsze, zaczęto stosować je również do wciągania pod górę wozów na *drogach żelaznych linowych*. W r. 1808 w jednej z kopalni około *Durham* w Anglii była zastosowana do tego celu *maszyna parowa stała*. Właściwie jednak próby zastosowania silnika par-

¹⁾ Odcinek próbny drogi żelaznej, opartej na tej zasadzie, był urządzony na wystawie paryskiej 1889 r.

wego do przewozów wyprzedziły powstanie dróg żelaznych. Jeszcze w drugiej połowie wieku XVIII różni wynalazcy, jako to *Edgeworth* w roku 1768 w Anglii, *Cugnot* w r. 1769 we Francji, *Evans* w r. 1786 w Ameryce, budowali wozy silnikowe poruszane parą, ale próby te nie wypadły pomyślnie.

Pierwszy parowóz, t. j. silnik przeznaczony do ruchu po szynach, zbudował w r. 1803 Anglik *Trevithick* (rys. 7). Parowóz ten, o jednym cylindrze poziomym, wpuszczonym w kocioł, był zastosowany do przewozu żelaza na kolei *Merthyr-Tydwil* w Walji.

W parowozach, budowanych w kilka lat później, *Trevithick*, ze względu na mały ich ciężar, próbował zwiększyć przyczepność kół do szyn, zaopatrując



Rys. 7.

Parowóz *Trevithick*'a z r. 1803.

koła w kolki, które wgniatały się w legary poboczne. W tym samym celu *Blenkinsop* zastosował na parowozie w r. 1811 koło zębate, które zczepiało się ze sztabą zazębianą czyli zębnicą, urządzoną zzewnątrz jednej z szyn. Dopiero doświadczenia, które w roku 1813 przeprowadził *Hedley* nad stosunkiem obciążenia kół napędnych do przewożonego ciężaru, i parowóz wybudowany przez niego dowiodły, że tarcie koła o szyny gładkie jest dostateczne, aby można było zastosować na parowozie silnik o dużej sile pociągowej. To też w późniejszych

urządzeniach zębica z zazębieniem pionowym (rys. 8) lub poziomym, układana pomiędzy szynami, stosuje się tylko w przypadkach wyjątkowo dużych pochyłości podłużnych linii kolejowej na drogach żelaznych zębnicowych, mających przeważnie znaczenie turystyczne.

W roku 1814 *Jerzy Stephenson*, właściwy twórca dróg żelaznych parowozowych, buduje dla jednej z kopalni węgla pod *Newcastle* pierwszy parowóz swójego pomysłu, o dwóch cylindrach pionowych, które wprawiały w ruch koło zębate, połączone z takiemiż kołami, nasadzonymi na osiach napędnych. W następnych latach *Stephenson* ulepsza stopniowo ustrój parowozów, i zostawszy w roku 1823 inżynierem budującej się drogi żelaznej ze *Stockton* do *Darlington* (pierwszej drogi żelaznej użytku publicznego, otwartej w roku 1825), zakłada w *Newcastle* fabrykę parowozów, którą prowadzi syn jego *Robert*. Połączenie zębate kół napędnych *Stephenson* zastępuje najpierw przez łańcuch bez końca, następnie (za przykładem *Hackworth*'a w r. 1827) przez wiązary, łączące korby kół napędnych.

Kotły parowozów, budowanych do owego czasu, wytwarzały mało pary; w zależności od tego parowozy te posiadały małą szybkość i stosowane były tylko do ruchu towarowego przy przewozie węgla z kopalni. W roku 1828 *Stephenson* przechodzi na budowę dr. żel. *Liverpool-Manchester* i zabiega około za-

stosowania na niej trakcji parowozowej. W tym celu proponuje on ogłoszenie konkursu na dostawę odpowiedniego parowozu, podczas gdy dyrektorowie tej drogi zamierzają zastosować na niej trakcję konną lub maszyny parowe stałe.

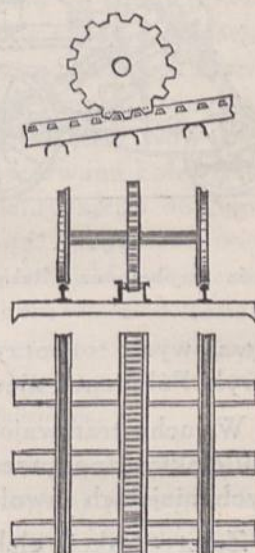
W tymże roku Stephenson dostarcza dwa parowozy dla drogi żelaznej z *Lugdunu* do *St-Étienne*. Dyrektor tej drogi *Séguin* zastosował w tych parowozach, w celu zwiększenia wydajności kotła, wynalezione przez siebie rury płomienne oraz wylot pary zużytej do komina. To ostatnie urządzenie było stosowane już w parowozach Trevithick'a i Hackworth'a. Séguin, nie wiedząc o pracach swych poprzedników, wprowadził i ulepszył samodzielnie ten wynalazek.

Postępy w budowie parowozów, otrzymane we Francji, przyczyniły się do tego, że propozycja Stephenson'a co do ogłoszenia wspomnianego już konkursu została przyjęta. Według warunków konkursu, parowóz ubiegający się o nagrodę winien był kosztować nie więcej jak 12500 zł., spalać dym wytwarzany i przy ciśnieniu w kotle 3,5 atm. ciągnąć na poziomie z szybkością 16 km na godzinę ciężar trzykrotnie większy od ciężaru własnego. Ciężar parowozu miał wynosić przy trzech osiach nie więcej jak 6 t, a przy dwóch osiach nie więcej jak 4,5 t, i miał spoczywać na resorach.

Do konkursu w terminie 8 października 1829 r. stanęły na równi pod *Rainhill* cztery parowozy, z których otrzymał pierwszeństwo parowóz fabryki Stephenson'a „*Rakieta*“ (rys. 9). Ciężar tego parowozu wynosił 4,5 t, z których 2 t na pojedynczej osi napędnej. Sprawność jego przewyższała znacznie warunki konkursu, gdyż ciągnął on na poziomie, prócz tendra o ciężarze 3 t, dwa wagony o ciężarze 9 t z szybkością 38 km/godz., jeden zaś wagon z podróżniami z szybkością, która dochodziła do 48 km/godz.

Rezultat konkursu pod *Rainhill* zadecydował o zastosowaniu parowozów na drogach żelaznych nie tylko do przewozu ładunków, lecz i osób. Stopniowe zwiększanie sprawności parowozu i ulepszanie ustroju wszystkich jego części następowało nader szybko i pozwoliło na zastosowanie trakcji parowej w coraz trudniejszych warunkach pod względem wzniesień i krzywizny linii kolejowych.

Wybitnym postępowaniem w budowie parowozów było zastosowanie w ostatnim dziesięcioleciu wieku ubiegłego podwójnego rozprężania pary i w drugim dziesięcioleciu wieku bieżącego pary przegrzanej. Współczesne parowozy towarowe amerykańskie o ciężarze dochodzącym do 150 t i obciążeniu osi napędnej dochodzącym do 30 t ciągną pociągi o ciężarze 6000 t i więcej.

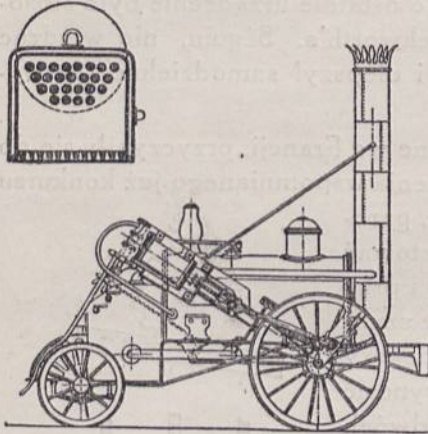


Rys. 8.

Kolej z zębnicą drabinkową systemu Riggenbacha.

Silnik żywy, wypierany na drodze żelaznej przez parowóz, pozostał na kolejkach gospodarczych i na liniach tramwajów miejskich, lecz i na tych zaczęto stosować wkrótce *wagony silnikowe* parowe, pneumatyczne ¹⁾ i inne, od początku zaś bieżącego stulecia przeważnie trakcję elektryczną.

Wagony silnikowe znalazły zastosowanie również [na drogach żelaznych poza miastami przy słabym ruchu osobowym lub w celu lepszego zadosyćuczynienia potrzebom ruchu osobowego w przerwach pomiędzy pociągami. W wagonach tych stosowane są obecnie po większej części silniki spalinowe (naftowe, benzynowe i in.), o napędzie elektrycznym zapomocą elektromotorów, umieszczonych na wagonie, lub akumulatory.



Rys. 9.

Parowóz Stephensona „Rakieta”, 1829 r.

W ustrojach wymienionych powyżej źródło energii pociągowej znajduje się na poruszonym wozie. Pierwsze próby zastosowania na drogach żelaznych miejskich *trakcji elektrycznej* zapomocą prądu czerpanego z przewodu nadziemnego (rzadziej podziemnego) przedsięwziął *Werner Siemens* w r. 1879. Jednakże doskonalenie tego wynalazku i zastosowanie go na szeroką skalę na drogach miejskich i liniach tramwajowych rozpoczyna się dopiero od r. 1890 w Stanach Zjednoczonych Ameryki Północnej, nieco później w Europie.

W ruchu tramwajowym, odpowiednio do jego potrzeb, stosowane są przy trakcji elektrycznej przeważnie wagony silnikowe, na szybkich zaś drogach żelaznych miejskich również *elektrowozy*, prowadzące całe pociągi.

Zalety trakcji elektrycznej, ujawnione na drogach żelaznych miejskich, skłoniły do przedsięwzięcia prób zastosowania jej również na drogach żelaznych pierwszorzędnych. Pierwszą większą próbą w tym kierunku było wprowadzenie w ciągu lat od r. 1894 do r. 1897 trakcji elektrycznej na odcinku tunelowym *dr. żel. Baltimore-Ohio*, wkrótce zaś potem na odcinkach próbnych różnych dróg żelaznych w Europie z zastosowaniem prądu zmiennego i stałego o wysokim napięciu.

Korzyści ekonomiczne, jakie obiecuje zastosowanie trakcji elektrycznej, zwłaszcza w krajach posiadających naturalne źródła energii, szybkie postępy elektrotechniki i dodatnie rezultaty eksploatacji elektryfikowanych odcinków próbnych sprawiają, że *elektryfikacja dróg żelaznych* pierwszorzędnych stanęła obecnie na porządku dziennym spraw kolejowych.

¹⁾ System *Mékarskiego*, zastosowany na liniach tramwajów miejskich we Francji.

4. Rozwój i specjalizacja dróg żelaznych. Drogi żelazne znaczenia ogólnego i miejscowego. Tramwaje, drogi żelazne miejskie i międzymiastowe. Drogi żelazne turystyczne. Drogi żelazne dojazdowe. Kolejki przenośne. Podział dróg żelaznych według cech technicznych. Przedmiot dalszego wykładu.

Postępy techniki w dziedzinie dróg żelaznych, objawiające się w stopniowym ulepszeniu kolei, wozu i silnika i dostosowaniu ich ustroju do potrzeb przewozu i warunków terenu, sprawiły, że zakres zastosowania dróg żelaznych szybko się rozszerzał. Podczas gdy początkowo służyły one do przewozu siłą ludzi i zwierząt niewielkich ładunków na kopalniach, to po zastosowaniu silnika mechanicznego i zwiększeniu szybkości jazdy, stają się one środkiem komunikacji nie tylko towarowej, lecz i osobowej i pokrywają gęstą siecią równiny. W połowie wieku XIX buduje się droga żelazna przez *Semmering* i odtąd nawet alpejskie góry przestają być dla nich przeszkodą. Długość kolei żelaznych wzrasta niezwykle szybko, sieci różnych krajów łączą się ze sobą, powstają wielkie trakty kolejowe. Prócz ruchu miejscowego na niewielkie odległości, do którego służyły pierwsze koleje, powstaje na pierwszorzędnych *drogach żelaznych znaczenia ogólnego* ruch daleki, tranzytowy, wreszcie ruch transkontynentalny. W r. 1869 ukończono jest pierwsze połączenie kolejowe pomiędzy Nowym Jorkiem a San Francisco przez Chicago, a w r. 1904 nieprzerwana kolej żelazna przecina już cały kontynent Europy i Azji od oceanu Atlantyckiego do Spokojnego, łącząc Lizbonę z Władywostokiem i Portem Artura. Przyspieszony rozwój miast wywołuje potrzebę ulepszenia komunikacji miejskich. *Tramwaje*, początkowo konne, wkrótce nie czynią już zadość potrzebom wielkich środowisk zaludnienia, wskutek czego powstają w nich w innym poziomie niż ulice *drogi żelazne miejskie* do ruchu szybkiego, pomiędzy zaś pobliskimi miastami do takiegoż ruchu częstego i szybkiego *drogi żelazne międzymiastowe*.

Łatwość podróży i wzmagające się zamiłowanie do nich, zwłaszcza pośród ludności miast, potrzebującej odpoczynku, wywołuje rozwój turystyki, który zachęca do budowy coraz to śmielszych *dróg żelaznych turystycznych*, wdzierających się na alpejskie szczyty.

Komunikacji kolejowej pożądamy wszystkie części świata i wszystkich krajów zakątki. W krainy niedostępne, w miejscowości nieuprzemysłowione i ubogie przenika giętka i ekonomiczny tor wąski. *Drogi żelazne dojazdowe* (trzeciorzędne, znaczenia miejscowego) dowożą produkty do linii kolejowych głównych.

W przemyśle kolejki docierają do podwórza fabrycznego i do warsztatu, w gospodarstwie rolnem, w budownictwie, w armji *kolejki przenośne* dowożą produkty, materiały lub aprowizację do dowolnego punktu.

Do zorientowania się w rodzajach dróg żelaznych, wspomnianych powyżej, i w zakresie ich zastosowania posłużyć może następująca tablica (patrz str. 14), w której zestawiono ważniejsze typy dróg żelaznych i ich cechy techniczne.

Tabl. I. Podział ogólny dróg żelaznych pod względem technicznym.

A. Według ustroju toru.

I. Drogi żelazne naziemne (tabor stojący).

1. Dwuszy- nowe.	Szyny gładkie.	Kolej odślonięta	Tor normal- ny.	Drogi żel. I, II i III rzędu.	
			Tor wąski.		Dr. żel. trzeciorzę- dne. Kolejki dojazdowe. Kolejki polowe i przenośne.
2. Jednoszy- nowe.	Szyny gładkie.	Kolej wpuszczona w jezdnię uliczną.	Tor różnej szerokości	Koleje uliczne. Tramwaje miejskie.	
				Dodatkowa szyna zębata (zębica).	Dr. żel. II i III rzędu górskie. Dr. żel. turystyczne. Kolejki dojazdowe.
				Niewłaściwe (o krążkach bocznych).	Kolejki dojazdowe imijskie (próby).
		Właściwe (wirnikowe).			

II. Dr. żel. napowietrzne (tabor wiszący).

1. Szynowe,	{	{	Dr. żel. miejskie.
2. Linowe.	{	Lina nośna stała	{	Dr. żel. turystyczne i gospodarcze.
		Lina nośna ruchoma		Dr. żel. gospodar- cze.

B. Według rodzaju silnika.

I. Silnik ruchomy.

Silnik ży- wy.	{	Człowiek lub zwierzę pociągowe.	{	Tramwaje. Kolejki gospodar- cze.
				Lokomotywa parowa
2. Silnik me- chaniczny.	{	Wagony silnikowe	{	Parowe, elektryczne (z aku- mulatorami, pneumatyczne, naftowe, benzynowe i in.).

II. Silnik stały.

1. Napęd li- nowy.	{	Kolej szynowa bez zębicy lub z zę- bnicą (dr. żel. li- nowe).	{	Lina napędna nawrotna. . .	{	Dr. żel. turystyczne. Dr. żel. miejskie małej szybkości (dźwigi).
				Lina napędna okrężna . . .		Tramwaje. Dr. żel. turystyczne.
2. Napęd elektryczny.	{	Kblej linowa, wiszą- ca (dr. żel. linowe wiszące).	{	Lina napędna nawrotna.	{	Kolejki gospodar- cze. Kolejki gospodar- cze. Dr. żel. miejskie i podmiejskie.
				Lina napędna okrężna.		Tramwaje.
				Prąd stały.		Dr. żel. I, II i III rzędu.
	{	Prąd zmienny jednofazowy.	{			
	{	Prąd zmienny trójfazowy.	{			

W najogólniejszym znaczeniu, jakie przyjęto powyżej, drogi żelazne są to drogi lądowe, na których ruch odbywa się po kolei żelaznej, nadającej wozom określony kierunek biegu. Jednakże znaczenie różnych typów dróg żelaznych jest bardzo niejednakowe. Wiele z nich, jako to: drogi żelazne zębnicowe, linowe i wiszące, drogi żelazne jednoszynowe, tramwaje miejskie, mają zastosowanie w specjalnych wypadkach lub do specjalnych przewozów i znaczenie ich nie może być porównywane ze znaczeniem innych, ogólniejszych typów dróg żelaznych.

Co się tyczy trakcji, to zauważyć należy, że zastosowanie trakcji elektrycznej na drogach żelaznych, z wyjątkiem wymienionych specjalnych, jest obecnie w okresie badań i zapoczątkowań, przejście zaś do niej na całej sieci dróg żelaznych parowozowych w każdym razie nie prędko jeszcze da się urzeczywistnić ze względu na olbrzymi wysiłek finansowy i techniczny, jakiegoby wymagało.

Wynika stąd, że przeważające znaczenie dla przewozów masowych posiadają dotąd *drogi żelazne parowozowe dwuszynowe*, o szynach gładkich i kolei odsłoniętej, i drogi te, które zwykle są rozumiane pod nazwą dróg żelaznych bez dodatkowych określników, głównie traktowane będą poniżej.

Nadmienić należy, że zastosowanie na drogach żelaznych trakcji elektrycznej zamiast parowej ogranicza się przeważnie do zmiany silnika i sposobu zaopatrywania go w energję i nie wpływa na zmianę zasadniczych urządzeń kolejowych na szlaku i na stacjach, na ustrój wagonów, oraz na ogólne zasady eksploatacji kolejowej, że więc przedmioty te mogą być traktowane niezależnie od rodzaju trakcji.

ROZDZIAŁ II.

Charakterystyka dróg żelaznych.

1. Korzyści wynikające z dróg żelaznych. [Obniżenie opłat za przewóz. Przyspieszenie przewozu. Prawidłowość ruchu. Bezpieczeństwo podróży. Dogodność przewozu. Przewozy masowe.

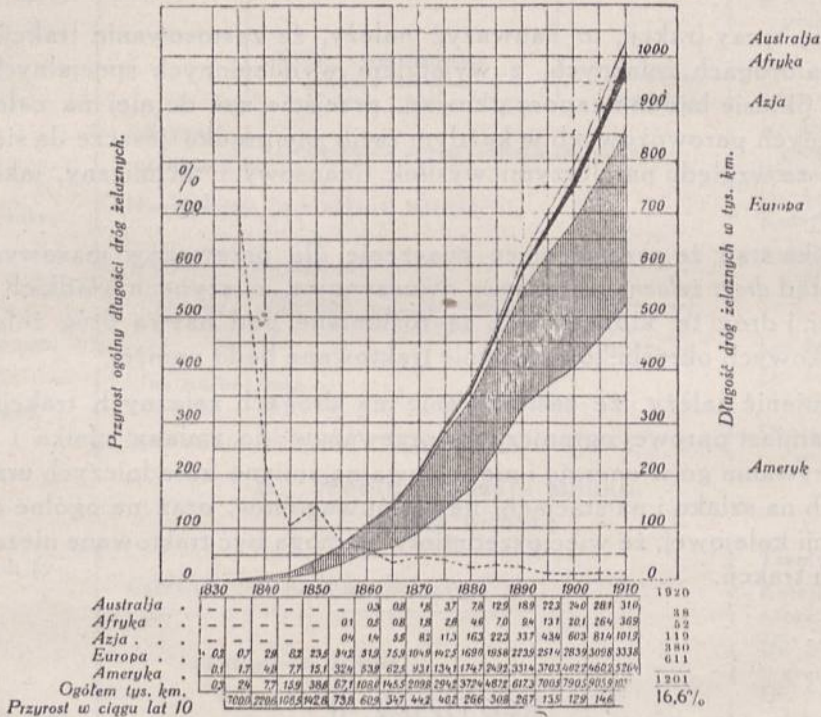
Rozwój sieci dróg żelaznych parowozowych postępował nader szybko (rys. 10). W pierwszym okresie ich istnienia, do roku 1840, budowano średnio około 770 km dróg żelaznych rocznie. W następnych okresach przyrost roczny długości dróg żelaznych jest coraz większy i wynosi rocznie w latach:

1840-50	1850-60	1860-70	1870-80	1880-1900	1900-1910
3 090	6 940	10 180	16 260	20 880	23 990 km

W roku 1921 ogólna długość dróg żelaznych całego świata przekroczyła 1200 tysięcy km. Istniejącymi kolejami żelaznymi, nie licząc drugich torów głównych i torów stacyjnych, możnaby trzy razy opasać kulę ziemską, koszt zaś bu-

dowy wszystkich dróg żelaznych wynosi około 340 miliardów złotych¹⁾). Pomimo to długość dróg żelaznych nie przestaje wzrastać.

Należy zastanowić się, jakie przyczyny spowodowały tak szybki rozwój dróg żelaznych? Zkąd wzięły się środki na pokrycie tak olbrzymich wydatków? Czy korzyść, jaką przynoszą drogi żelazne, odpowiada wielkości kapitałów, które unieruchomiono, wydając je bezzwrotnie na ich budowę?



Rys. 10.

Rozwój dróg żelaznych parowozowych w okresie od r. 1830 do r. 1920.

Wyższość dróg żelaznych w porównaniu z innymi komunikacjami polega głównie na potanieniu przewozu i przyspieszeniu 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 przewozowe na drogach żelaznych zostały znacznie obniżone, wskutek czego przewóz po nich niektórych towarów wypadł dziesięć

¹⁾ Jest to wartość około 100 000 t czystego złota. Potrzeba było by 200 pociągów w składzie 50 wagonów po 10 t w każdym, aby je wywieźć. Całkowita ilość złota, wydobytego dotąd na powierzchnię kuli ziemskiej, wynosi nie więcej jak 40 000 t, czyli jest 2½ raza mniejsza.

i więcej razy taniej niż końmi. W projekcie budowy drogi żelaznej Warszawsko-Wiedeńskiej z roku 1838 obliczano koszt przewozu końmi towarów masowych na 6,8 do 3,4 groszy za *tkm*, opłata zaś za przewóz tych towarów drogą żelazną wynosiła w pierwszym okresie po jej otwarciu 2,6 do 1,7 groszy za *tkm*.

Obniżenie opłat za przewóz dało oczywiście wytwórcom zarówno jak spozycywcom oszczędność w wydatkach, która mogła być użyta na powiększenie wytwórczości lub też inne cele i w rezultacie zwiększyła bogactwo narodowe. Picard podaje, że w okresie budowy pierwszych dróg żelaznych we Francji opłata za przewóz końmi wynosiła średnio 14 centymów od osoby i *km* i 30 centymów od tonny i *km*, w roku 1910 zaś średnia opłata za przewóz po drogach żelaznych wynosiła odpowiednio 3,86 i 4,27 centyma. Należy dodać, że w opłaty za przewóz po drogach zwyczajnych nie wchodzi koszt utrzymania tych dróg i oprocentowanie kapitału budowy. Oszczędność roczną na przewozach, wynikającą z pobudowania dróg żelaznych we Francji, Picard oblicza według danych o ilości przewozów w roku 1910 na 1,7 miljarda franków dla ruchu osobowego i 4 do 5 miliardów dla ruchu towarowego.

Przyspieszenie przewozu, jakie osiągnięto zapomocą dróg żelaznych, uwi doczni się, gdy zauważymy, że średnia szybkość przejazdu końmi pocztowymi wynosi około 7 *km* na godzinę, podczas gdy pociągi osobowe biegły od początku istnienia dróg żelaznych z szybkością około 30 *km* na godzinę, szybkość zaś pociągów pośpiesznych i kurjerskich wynosi obecnie 50 do 90 *km* na godzinę. Szybkość przewozu towarów końmi można przyjąć średnio około 3 *km* na godzinę pociągi zaś towarowe bieżą z szybkością 20 do 25 *km* na godzinę.

Picard wylicza, że oszczędność czasu wskutek przyspieszenia ruchu osobowego po wybudowaniu dróg żelaznych wynosi rocznie we Francji (według danych za rok 1910, przy średnim przebiegu podróznego 33 *km*) około 2 godzin na każdej podróży, czyli jedną dobę na każdego mieszkańca.

Obniżenie cen i przyspieszenie przewozu, osiągnięte przez wybudowanie dróg żelaznych, obniżyło również ceny przewozu i przyspieszyło go w innych komunikacjach wskutek współzawodnictwa.

Przewóz kolejami żelaznymi jest daleko mniej zależny od przypadkowości niż przewóz po innych drogach, wskutek czego *prawidłowość ruchu*, zarówno towarowego jak osobowego, jest na drogach żelaznych nieporównanie większa. Komunikacja osobowa po drogach bitych, nawet przy wzorowej organizacji zależna była zawsze w znacznym stopniu od pogody i różnych przypadków, co się zaś tyczy towarów, to przy 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 podróży* jest na nich znacznie większe niż na innych drogach.

Jak wskazuje statystyka, we Francji, po wybudowaniu dróg żelaznych, *bezpieczeństwo podróży* zwiększyło się od 8 do 10 razy.

Według danych statystycznych za lata 1905 do 1911 r. liczba podróźnych zabitych i zranionych przy przejeździe kolejami wynosiła w stosunku do długości przejazdu:

W Austro-Węgrzech jeden podróżny na 14 milionów osobokilometrów					
„ Rosji Europejskiej	„	„	16	„	„
„ Francji	„	„	35	„	„
„ Niemczech	„	„	40	„	„

czyli innemi słowy podróżny, któryby, nie wysiadając z pociągu, jechał bez przerwy z szybkością 50 km na godzinę (średnia szybkość pociągów pośpiesznych), winien liczyć się w Europie z prawdopodobieństwem kalectwa lub śmierci po 32 do 90-ciu latach takiej jazdy.

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

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

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

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

Opór ruchowi po torze szynowym w linii prostej i poziomej jest 10 do 12 razy mniejszy niż po szosie. Na jednostkę mocy parowozów, będących w użyciu, a mianowicie na jednego konia parowego, wypada na dobę, według danych eksploatacji dróg żelaznych, conajmniej 75 tkm wykonanego przewozu ładunków¹⁾ 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 jak $\frac{1}{3}$ tego przewozu. A więc pomimo zwiększenia 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.

Następujące cyfry mogą dać pojęcie, jak olbrzymi jest ruch na drogach żelaznych.

W roku 1912 kolejami całego świata przewożono dziennie około 20 milionów osób i 14 milionów tonn ładunków. W tym samym czasie ogólna moc 160 000 parowozów na wszystkich drogach żelaznych wynosiła conajmniej 80 milionów koni parowych czyli, przyjmując jednego konia parowego za trzech żywych, można powiedzieć, że do wykonania tego przewozu potrzeba było by nie mniej jak 240 milionów koni żywych t. j. trzy razy więcej niż istnieje na świecie (około 85 milionów).

¹⁾ Na linii przewozu węgla od Łaz do Warszawy, przy wzniesieniu miarodajnem 5‰, parowóz towarowy o czterech osiach napędnych, z przegrzewaczem, mający ruszt o powierzchni 2,62 m², prowadzi pociąg w składzie 47 pełnoładownych wagonów węglowych, którego ładunek wynosi 47 × 20 = 940 t. Średni przebieg dzienny parowozu towarowego czynnego wynosi około 90 km. Przyjmując moc parowozu po 420 MK na m² rusztu, otrzymamy, że jeden koń parowy wykonywa na dobę na tym przebiegu (940 × 90) : (2,62 × 420) = 76,8 tkm przewozu. Przy zastosowaniu częstszej zmiany obsad parowozowych praca ta dała by się znacznie zwiększyć.

2. Skutki ekonomiczne i cywilizacyjne pobudowania dróg żelaznych, Nowe rynki zbytu. Zwiększenie wytwórczości i renty gruntowej. Rozwój przemysłu, rolnictwa i handlu. Wyrównanie cen. Rozwój miast. Skupienie kapitału i intensywność gospodarki kolejowej. Rozwój techniki. Stosunki międzynarodowe. Oświata.

Drugi żelazne umożliwiły szybki 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 popytu i podaży, przede wszystkim od kosztów wytworzenia go i dostarczenia na miejsce zbytu. Przez obniżenie opłat za przewóz, drogi żelazne umożliwiły przewóz na duże odległości towarów mało wartościowych, 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, możliwość 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 o becnie 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 przyspieszenia tegoż, co umożliwiło *przewóz na duże odległości towarów szybko się psujących*.

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

Wogóle, wyrównanie opłat przewozowych, których wysokość nie była przedtem niczem normowana, 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 naprzykład w r. 1843, w czasie nieurodzaju w gub. Estlandzkiej, żyto podskoczyło w cenie do 7 rub. za czetwiert, gdy jednocześnie w gubernjach południowych: Kijowskiej, Połtawskiej, Charkowskiej i innych, czetwiert mąki sprzedawano po 1 rub. 20 kop. W r. 1845 w czasie nieurodzaju w gub. Pskowskiej cena za czetwiert żyta dochodziła do 10 rubli, podczas gdy w gub. Orłowskiej sprzedawano żyto po 1 rublu 40 kop. Cena żyta w owych czasach wahała się wogóle w Rosji, w zależności od urodzaju, od 91 kop. do 17 rubli 28 kop. za czetwiert.

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

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

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 oddziałało 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 na ujemne skutki przeprowadzenia tychże, jako to: nagromadzenie proletariatu w środowiskach przemysłu i handlu, przeciwnie zaś brak sił roboczych w gospodarstwie rolnem; upadek pewnych gałęzi przemysłu i zarobkowania (np. furmaństwa); niepotrzebne przejazdy i strata czasu na zbyt długie 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 uznać należy, że skupienie kapitału niezbędne jest we wszystkich wielkich przedsięwzięciach gospodarczych.

Z trzech czynników zasadniczych wszelkiej produkcji, jakimi są: przyroda, praca i kapitał, ostatni występuje najpóźniej, najpierw w postaci prostych narzędzi, potem w postaci coraz to bardziej złożonych maszyn i urządzeń, które wprawdzie drogo kosztują, mogą jednak wytwarzać towar w większej ilości, przez co obniżają się koszta fabrykacji.

Im komunikacja jest sprawniejsza i doskonalsza, tem koszt jej jest bezwzględnie większy, stosunkowo zaś do przynoszonych korzyści, t. j. na jednostkę przewozu, mniejszy.

Drogi żelazne są jakby ostatnim wyrazem postępu w tym kierunku.

Pod koniec roku 1913 kapitał budowy dróg żelaznych całej Europy wynosił około 130 miliardów złotych czyli około 376 tysięcy złotych na *km* ich długości. Kapitał ten stanowi w Polsce, której sieć kolejowa jest słabo rozwinięta względnie do potrzeb kraju, około 5%, w przedwojennej Rosji, Austrii i Niemczech około 6%, we Francji 7%, w krajach zaś, dążących do szybkiego uprzemysłowienia, jak naprz. Stany Zjednoczone A. P., około 10% całkowitego majątku narodowego.

Kapitał budowy dróg żelaznych niemieckich i rosyjskich jest 9 do 10 razy większy, kapitał zaś budowy dróg żelaznych francuskich i angielskich 17 do 18 razy większy niż wydatki roczne ich eksploatacji. Ponieważ wydatki eksploatacji dróg żelaznych są pokrywane stopniowo w ciągu roku dochodami z przewozu, w rzeczywistości więc kapitał obrotowy tego 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. Objasnia się ona okolicznością, że w gospodarce kolejowej koszt przerabianych materiałów (przeważnie węgla) jest w stosunku do sumy kosztów eksploatacji mniejszy niż w innych gospodarstwach. Tak naprz. w przedzalnictwie stosunek kapitału zakładowego do kapitału obrotowego wynosi przybliżenie od 3 do 5.

Wreszcie dodać należy, że olbrzymi kapitał zakładowy dróg żelaznych nie może być odzyskany, gdyż nie mógłby otrzymać innego przeznaczenia.

Tych wszystkich okoliczności, na pozór ujemnych, nie można jednak uważać za obniżające wartość gospodarczą dróg żelaznych, lecz raczej za właściwość tego nadzwyczaj wyteżonego przedsięwzięcia, gdyż drogi żelazne wymagają wielkiego 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 obliczaniach, 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 nimi 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, handlu i in., a zatem z większyły olbrzymio bogactwo narodowe.

Korzyść, wynikająca z dróg żelaznych, jest więc nie tylko korzyścią społeczną, ale, pomijając nawet wszelkie względy polityczne i strategiczne, korzyścią ogólnopañstwową, gdyż od zamożności kraju zależy zdolność podatkowa jego mieszkańców. Ze zwiększeniem się tej zdolności wzrosły dochody państwa i wytworzyły się środki do urzeczywistnienia coraz to wspanialszych przedsię-

wzięć, które przedtem uchodziły za niewykonalne i które wywołały niezwykle szybki *postęp techniki inżynierskiej*, datujący się od początków budowy dróg żelaznych.

Wzrastające wymagania co do siły pociągowej i szybkości 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 nienapotykanych 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.

Metalurgia żelazna i połączona z nią wytwórczość rozwinęły się wskutek potrzeb dróg żelaznych.

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

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

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

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

3. Stosunek dróg żelaznych do innych komunikacji. Współzawodnictwo z drogami wodnymi. Drogi żelazne a kanały. Podział przewozów pomiędzy drogami wodnymi a drogami żelaznymi. Drogi zwyczajne. Ruch samochodowy. Lotnictwo.

W bardzo niskich kosztach przewozu *drogą morską* znaczną część stanowią koszty naładunku i wyładunku i opłaty portowe. Wynika stąd, że opłata za przewóz morzem nie zmienia się w stosunku do odległości i że różnica w odległości, wynosząca nawet kilkaset kilometrów, często nie wpływa wcale na tę opłatę.

Drogi żelazne nie mogą oczywiście współzawodniczyć z żeglugą morską w przewozach na duże odległości, współzawodnictwo zaś możliwe między nimi w dość rzadko zdarzających się wypadkach żeglugi nadbrzeżnej na małe odległości nie przedstawia szerszego interesu. W komunikacji mieszanej morsko-kolejowej, żeglugą morską może współzawodniczyć z drogami żelaznymi nawet w wypadkach, gdy różnica w odległościach przewozu wyłącznie drogami żelaznymi lub częściowo tylko, częściowo zaś morzem, jest niewielka. Tak np. przewozy z Marsylii do Paryża opłacały się taniej morzem z Marsylii przez Gibralt-

tar do Rouen i drogą żelazną z Rouen do Paryża, niż wprost przez Lugdun drogą żelazną, dopóki na niej nie wprowadzono specjalnie niskiej taryfy.

Co się tyczy dróg wodnych wewnętrznych, to już od czasu budowy pierwszych dróg żelaznych zastanawiano się nad pytaniami, czy należy budować drogi żelazne w kierunkach, w których drogi wodne już istnieją, odejmując im całość lub część przewozów, z drugiej zaś strony, czy nie należy zaniechać budowy sztucznych dróg wodnych jako komunikacji przestarzałej.

Wiele państw europejskich posiadało już wówczas *sztuczne drogi wodne*, na które wydatkowano duże kapitały, i sprawa współzawodnictwa dróg żelaznych z wodnemi żywo je obchodziła. Dla uniknięcia współzawodnictwa dróg wodnych, niektóre towarzystwa dróg prywatnych zabiegały o wykup lub dzierżawę sąsiednich kanałów. Wyrażano opinię, że budowa kanałów jest daleko mniej korzystna niż dróg żelaznych i że nie należy jej popierać. Z drugiej strony udowodniano, że koszt przewozu po sztucznych drogach wodnych wypada znacznie taniej niż po drogach żelaznych, że drogi żelazne nie mogą obniżać opłaty za przewóz do tego rozmiaru, przy którym przewóz po kanałach w zupełności się opłaca, że więc nie powinny współzawodniczyć z kanałami.

Sprawa względnego znaczenia dróg wodnych i dróg żelaznych w gospodarstwie społecznem i ich wzajemnego stosunku nie przestaje dotąd zajmować najpoważniejszych inżynierów i ekonomistów i wpływać na zamierzenia komunikacyjne rządów. Wobec tego niezbędnem jest rozpatrzyć ją w krótkości.

Taniość i łatwość przewozów masowych drogami wodnemi sprawiają, że przewozy te, o ile to tylko było możliwe, kierowano zawsze wodą, nie zaś zwyczajnemi drogami lądowemi. Te zasadnicze zalety dróg wodnych były również przyczyną rozwoju budowy kanałów w Anglii, Francji i innych krajach, zanim jeszcze pojawiły się drogi żelazne, i te też głównie należy brać pod uwagę przy porównaniu obu rodzajów komunikacji. Nie ulega bowiem wątpliwości, że drogi wodne pod wieloma ważnemi względami nie przedstawiają tych dogodności co drogi żelazne, jako to pod względem możliwości korzystania z nich w różnych kierunkach i doprowadzenia do różnych punktów, pod względem ciągłości, regularności i szybkości komunikacji i in., i nie dają wzamian istotnych dogodności specjalnych,

Taniość przewozu wodą wynika wprost z gładkości tej drogi, a więc małego oporu ruchowi. Na wielkość siły pociągowej, potrzebnej do przewozu, wpływa również stosunek ciężaru wozu do ciężaru ładunku. Im wóz jest większy, tem ciężar jego na jednostkę ładunku jest mniejszy. Ciężar statku wodnego na jednostkę ładunku jest przybliżenie dwa razy mniejszy, niż wagonu kolejowego, i o tyleż mniejszy jest koszt jego budowy. Wreszcie sprawność silników statków wodnych jest większa niż parowozowych, a więc praca tańsza.

Mówiąc o kosztach komunikacji, niezbędnem jest wprowadzić do rachunku nietylko kosztu zależne od silnika i wozu, lecz również od drogi. W komunikacjach wodnych, podobnie jak na zwyczajnych drogach lądowych, przewożący nie zawsze płaci za korzystanie z drogi, chociażby nie była ona darem natury, lecz sztucznie zbudowana. W Belgji, Holandji i Niemczech opłaty za korzystanie z kanałów są tak niskie, że nie pokrywają kosztów ich utrzymania, nie

mówiąc o oprocentowaniu kapitału. We Francji żadne opłaty pobierane nie są, również w Rosji. W Anglii opłaty kanałowe pokrywają koszty utrzymania i 2% od kapitału. W Polsce, według ustawy wodnej, pobierana jest opłata za korzystanie z dróg wodnych wewnętrznych, która wynosiła w r. 1922 około $1\frac{1}{4}$ grosza od m^2 tratów i 100 km przebiegu i pokryła część kosztów utrzymania dróg wodnych.

Jednakże okoliczność ta nie powinna wpłynąć na sposób obliczania kosztów danej komunikacji. Z punktu widzenia społeczno-ekonomicznego obojętne jest bowiem, czy koszt budowy i utrzymania pewnej składowej części komunikacji, jaką jest sama droga, będą ponosić korzystający z przewozu, czy też będzie on rozłożony na ogół podatników danego kraju lub miejscowości. Może zachodzić tylko pytanie, o ile ten lub inny podział kosztów komunikacji jest słuszniejszy.

Opłaty za przewóz drogami żelaznymi obliczane są w zależności od kosztów własnych przewozu, obejmujących koszty wykonania przewozu i utrzymania wszystkich urządzeń oraz oprocentowanie kapitału budowy drogi żelaznej. Przy porównaniu więc z punktu widzenia ogólnie-ekonomicznego kosztów komunikacji wodnej i kolejowej, koszty komunikacji wodnej winny być obliczone według tej samej zasady.

W tem obliczeniu zachodzić będzie zasadnicza różnica pomiędzy drogami wodnymi naturalnymi a sztucznymi, jako to kanałami, urządzeniami przeważnie dla połączenia dróg wodnych naturalnych pomiędzy sobą lub z punktami ładunkowymi i rozszerzenia w ten sposób sieci komunikacji wodnej na większe okręgi.

Jednakże sztuczne drogi wodne nie ograniczają się do kanałów, gdyż rzeki, które one łączą, zwłaszcza w górnym biegu, gdzie spadki są duże, muszą być często kanalizowane z podziałem zapomocą szluz na odcinki poziome. Zresztą, nawet rzeki największe i najlepiej nadające się do żeglugi, jak Ren, Dunaj, Wołga i in., wymagają znacznych robót regulacyjnych dla doprowadzenia do stanu, odpowiadającego współczesnym potrzebom tejże. Jeżeli spadek rzeki jest duży lub poziom wody w niej waha się w szerokich granicach, to często regulacja jej wypada drożej i jest mniej korzystna, niż wybudowanie równoległe do rzeki kanału.

Tym sposobem różnica pomiędzy drogami wodnymi sztucznymi a naturalnymi często zaciera się, gdyż drogi wodne naturalne, dla odpowiedniego wyzyskania, wymagają również szerokiego zastosowania sztuki inżynierskiej.

Obecnie kanały budowane są dla statków o pojemności 600 t do 1000 t i zdolne są przepuścić kilka milionów tonn ładunków rocznie. Koszt budowy takich kanałów jest nie mniejszy, często nawet dwukrotnie większy niż dróg żelaznych z całkowitem zaopatrzeniem w tabor i inne urządzenia, i nie daje się obniżyć, chociażby ilość przewozów była oczekiwana mniejsza. Natomiast typ i odpowiedni koszt budowy dróg żelaznych daje się dostosować nawet do bardzo niewielkiej stosunkowo ilości przewozów.

Obliczenia ekonomistów, oparte na danych, odnoszących się do dróg żelaznych i kanałów niemieckich, wskazują, że przy średniej ilości przewozów, *koszt własny przewozu*, obejmujący utrzymanie urządzeń i oprocentowanie kapi-

tału budowy, wypada dla dróg żelaznych i kanałów mniej więcej jednakowy i że tylko przy wielkiej ilości przewozów budowa kanału może się okazać korzystniejszą niż drogi żelaznej. Przytem nie należy zapominać przy porównaniu korzyści budowy kanału i drogi żelaznej, że ostatnia obsługuje, prócz ruchu towarowego, również ruch osobowy, do którego kanały nie nadają się w szerszych rozmiarach ze względu na małą szybkość, jaka po nich może być dopuszczona.

Co się tyczy *opłaty za przewóz*, to na drogach żelaznych musi ona wypaść wyższa niż na kanałach, o ile na kanałach nie jest pobierana opłata za korzystanie z nich w rozmiarze, pokrywającym koszt ich utrzymania i oprocentowanie kapitału. Z drugiej strony, droga żelazna ma możliwość przewozić pewne ładunki masowe po taryfie ulgowej, nie liczącej się z oprocentowaniem kapitału, i współzawodniczyć skutecznie z kanałem w opłacie za przewóz w tych wypadkach, gdy przyjęcie przez nią dodatkowego przewozu nie wymaga rozszerzenia istniejących urządzeń i dodatkowego na nie nakładu¹⁾. Według obliczeń ekonomistów francuskich (*Picard, Colson*), drogi żelazne mają zawsze możliwość współzawodniczyć z kanałami, o ile przewozy nie będą na nie sztucznie kierowane zapomocą środków ograniczających w stosunku do dróg żelaznych.

Zresztą różnica w opłacie na korzyść przewozu wodą w tym tylko wypadku może okazać się dość znaczną, aby przyciągnąć przewóz, jeżeli odbywać się on będzie na dużej długości bez dodatkowych kosztów na przeładunek z ładu na wodę i odwrotnie w punktach węzłowych. Na wielkość zaś przebiegu ładunków i rozłożenie kosztów budowy kanału wpłynie zasadniczo okoliczność, czy stanowi on komunikację sam przez się, czy też w połączeniu z mniejszym lub większym systemem dróg wodnych naturalnych.

Jak widać z powyższego, drogi wodne nadają się głównie do przewozu na znaczne odległości wielkich ilości ładunków w komunikacji bezpośredniej. Ale i w tym wypadku droga żelazna nie tylko może się okazać z punktu widzenia ogólno-ekonomicznego korzystniejszą niż kanał budowany na całej przestrzeni, lecz często może nawet współzawodniczyć z nim pod względem wysokości opłaty za przewóz. Natomiast dobra droga wodna naturalna lub połączona na pewnej przestrzeni z kanałami będzie dla takich przewozów zwykle najkorzystniejsza zarówno z punktu widzenia ogólno-ekonomicznego jak i interesów prywatnych, o ile nie jest ona zbyt wydłużona i nie posiada innych stron ujemnych. Dobre drogi wodne stanowią więc wielkie arterje do przewozów masowych na duże odległości *w tych kierunkach, w których drogi te już istnieją lub dają się odpowiednio uzupełnić*. Podział przewozów pomiędzy taką drogą wodną a drogami żelaznymi zależeć musi oczywiście od położenia punktów wytwórczości i spożycia względem drogi wodnej, od jej długości w stosunku do długości dojazdów do niej drogami żelaznymi, od dogodności przeładunku i t. p.

¹⁾ Według projektu wielkiego kanału od Hanoweru do Renu, koszt przewozu po tym kanale, z oprocentowaniem kapitału, obliczono na 1,4 feniga za *tkm*. Przewóz ten mogłyby wykonywać istniejące drogi żelazne po 1,5 feniga, o ileby oprocentowanie kapitału nie było liczone (*E. Sax. Die Verkehrsmittel. II. 29*).

Jak widać z powyższego, drogi wodne posiadają swój zakres działalności i powinny być wyzyskiwane tam, gdzie to z punktu widzenia ogólno-ekonomicznego okaże się korzystnym.

Natomiast budowanie kanałów w kierunkach, w których drogi żelazne już istnieją, w celu wytworzenia współzawodnictwa i obniżenia opłat za przewóz, nie może być uznane za odpowiednie z punktu widzenia ogólno-ekonomicznego. Ekonomiści francuscy zwracają specjalną uwagę na niesłuszność bezpłatnego użytkowania ze sztucznych dróg wodnych, z których nie korzysta ogół ludności tak, jak korzysta ze zwyczajnych dróg lądowych. Wynika stąd nieuzasadniona opinia korzystających z przewozu o bezwzględnie większych korzyściach budowy kanałów niż dróg żelaznych, popieranie budowy kanałów i sztuczne kierowanie na nie przewozów przy pomocy przepisów ograniczających drogi żelazne, co wytwarza szkodliwe współzawodnictwo.

Zauważyć należy, że rozwój współczesny komunikacji wodnych wewnętrznych w takich państwach, jak Francja, Prusy i Rosja, datuje się od pobudowania dróg żelaznych, które się do rozwoju przemysłu i zwiększenia zapotrzebowania produktów surowych potężnie przyczyniły, że więc dobro społeczne wymaga harmonijnego współdziałania obu tych rodzajów komunikacji we właściwych zakresach.

Drogi lądowe zwyczajne, w miarę budowy dróg żelaznych, traciły znaczenie jedynej komunikacji lądowej. Ruch daleki skierował się na drogi żelazne; pozostał ruch bliski, na mniejsze odległości, ograniczony do okręgów nie obsłużonych przez drogi żelazne, noszący przeważnie charakter ruchu dojazdowego do tychże.

Jednakże okoliczność ta nie wpłynęła bynajmniej na zmniejszenie gęstości ruchu na drogach zwyczajnych. W miarę wzrostu ruchu na drogach żelaznych i ogólnego rozwoju przemysłu i handlu, ruch na drogach zwyczajnych wzrastał również i znaczenie ich jako dróg dojazdu i dowozu do innych komunikacji wzrastało się. Zwyczajna komunikacja kołowa, dostępna dla wszystkich w dowolnym czasie i z dowolnego punktu, nadzwyczaj giętka pod względem trasy i dająca dostęp do każdego domostwa, pozostała w szerokim zakresie niezaprzeczona.

Niedogodności i koszt przeładunku przy przejściu z drogi zwyczajnej do innych komunikacji sprawiają, że przeładunek ten jest korzystny tylko w tych wypadkach, gdy zyski na dalszym, tańszym przewozie są odpowiednio znaczne. W przeciwnym razie przewóz po drodze zwyczajnej przedłuża się na przestrzenie pomiędzy punktami, mającymi już połączenie kolejowe, i współzawodnictwo takie w przewozach pomiędzy drogą zwyczajną a drogą żelazną przeciąga się czasem do kilkudziesięciu kilometrów, zależnie od okoliczności¹⁾.

¹⁾ Jako jeden z licznych przykładów takiego współzawodnictwa można przytoczyć przewóz wapna z Sulejowa nad rz. Pilicą, połączonego z Piotkowem kolejką wąskotorową długości 18 km. Przeładunek w Piotkowie, zwłoka płączona z tem, jako też z przejściem przez stację węzłową Kuluszki, odstawa końmi na stacji i ze stacji oraz brak pewnych udogodnień ze strony drogi żelaznej sprawiają, że znaczna ilość wapna Sulejowskiego dowożona jest od dawna furmankami do Łodzi, położonej o 75 km od Sulejowa, jakkolwiek opłata przewożona drogą żelazną pomiędzy st. Sulejów a st. Łódź jest czterokrotnie niższa niż końmi.

Wynalazek i ulepszenie kołowca i samochodu spowodowały dalszą zmianę w ruchu po drogach zwyczajnych. Ruch daleki osobowy znów na nie powrócił. Prawidłowa komunikacja samochodowa obsługuje wiele linii dróg zwyczajnych. Ruch ciężarowy przybrał w pewnych wypadkach kształt całych pociągów, poruszanych za pomocą silników, które przewożą wraz z sobą źródło energii lub czerpią ją z oddalenia za pomocą przewodów elektrycznych.

Zastosowanie silnika mechanicznego na drogach zwyczajnych i zwiększona szybkość jazdy wywołały potrzebę wzmocnienia jezdni tych dróg i zmian w ustroju teje.

Ruch samochodowy, obsługując kierunki, w których urządzenie drogi żelaznej, chociażby najbardziej uproszczonego typu, jeszcze się nie opłaca, sprawił, że przejście od dróg zwyczajnych do dróg żelaznych stało się bardziej stopniowe. Jednocześnie rozszerzył się zakres współzawodnictwa dróg zwyczajnych z żelazniami. Jednakże to współzawodnictwo nie jest dla dróg żelaznych bynajmniej szkodliwe, gdyż nie rozciąga się na przewozy masowe na większe odległości, któremi żyje droga żelazna i które, przeciwnie, z ułatwieniem przewozu zwiększają się.

Lotnictwo, ten wielki tryumf współczesnej techniki komunikacyjnej, który umożliwił przenoszenie z niesłychaną szybkością ludzi i przesyłek na wielkie odległości, bez względu na góry, morza i inne przeszkody, posiada niewątpliwie wielkie znaczenie kulturalne, ale nie wydaje się powołaniem do współzawodniczenia z innymi środkami komunikacji w masowych przewozach handlowych. Natomiast posiada ono samo przez się i ze względu na inne komunikacje ogromne znaczenie wojenne.

Jak powiedział jeden wielki strategik, wojna jest kwestją komunikacyjnej. Słuszności tego twierdzenia dowiodła najlepiej ostatnia wojna. Wszystkie rodzaje komunikacji lądowych powołane są do współdziałania w przewozie i zaopatrzeniu wielkich armij współczesnych i od sprawności ich działania zawisł wynik kampanji.

Lotnictwo stało się nieocenionym środkiem komunikacji wywiadowczej, w stosunku zaś do innych komunikacji niezastąpionym środkiem ich obrony lub zniszczenia. Zdaniem powag wojskowych, gdyby nie rozwój lotnictwa, które stało się jedynym środkiem obrony przeciw łodziom podwodnym, przewóz i zaopatrzenie armij morzem nie byłyby możliwe. To samo da się powiedzieć co do obrony węzłów kolejowych, mostów i innych ważnych punktów komunikacyjnych przeciw napadom lotniczym.

4. Zakres nauki o drogach żelaznych. Technika i ekonomika dróg żelaznych. Historia dróg żelaznych i polityka kolejowa. Statystyka i geografia dróg żelaznych. Administracja dróg żelaznych. Ustawodawstwo kolejowe.

Drogi żelazne, rozpatrywane z punktu widzenia technicznego, opierają się na wyzyskaniu do celów przewozu korzyści gładkiej kolei, zmniejszającej opór ruchowi, i silnika mechanicznego, pracującego sprawniej niż żywy.

Jednakże, z ogólniejszego punktu widzenia, drogi żelazne są przedsięwzięciem gospodarczym, mającym na celu ulepszenie przewozu dla otrzymania korzyści ekonomicznych. Wynika stąd, że żadne urządzenie kolejowe, chociażby najświetniej pomyślane pod względem technicznym, nie może być oceniane niezależnie od kosztów i że przeciwnie doskonałość techniczna i korzyści ekonomiczne winny na drogach żelaznych zawsze iść w parze.

Zadaniem *techniki kolejowej* jest projektowanie, budowa i utrzymanie wszystkich urządzeń kolejowych, t. j. drogi, mostów i innych budowli, wodociągów, budynków architektonicznych, kolei stacyjnych i połączeń między nimi, sygnałów i urządzeń zabezpieczających, telegrafu i telefonów, taboru kolejowego t. j. parowozów i wagonów; nadto organizacja ruchu pociągów na szlaku i na stacjach, i in.

Do główniejszych *zadań ekonomicznych*, dotyczących dróg żelaznych, należy badanie zapotrzebowania przewozu i rozmiaru opłat, które za nie pobierać należy, oraz kosztów budowy i eksploatacji, a więc cen materiałów, kosztów urządzeń, ich zużycia, wynagrodzenia pracowników, zorganizowania pracy i wogóle sposobów zmniejszenia wydatków. Specjalne trudności nastęrcza określenie wysokości opłat za przewóz czyli taryf kolejowych, ze względu na trudne określenie w różnych warunkach miejscowych kosztów własnych różnego rodzaju przewozów, od których taryfa nie może być niższa, oraz ze względu na konieczność uwzględnienia przy tem potrzeb przemysłu, rolnictwa, handlu i wogóle gospodarstwa społecznego, na które taryfy duży wpływ wywierają.

Z powyższego wynika, że nauka o drogach żelaznych opierać się musi nie tylko na podstawach teoretycznych i doświadczalnych, z których korzystają inne nauki techniczne, lecz w znacznym stopniu również na doświadczeniu, czerpanem z *historji i statystyki* dróg żelaznych.

Wielkie znaczenie państwowe dróg żelaznych i wpływ, jaki wywierają we wszystkich dziedzinach życia społecznego, zmusza państwo do zachowania w postępowaniu względem nich odpowiedniego stosunku, którego określenie stanowi przedmiot tak zwanej *polityki kolejowej*. W stosowaniu przyjętej polityki względem dróg żelaznych, posiadających wiele cech im tylko właściwych, państwo opierać się musi na specjalnem *ustawodawstwie kolejowem*, które obejmuje ustawy, przepisy i rozporządzenia, obowiązujące na drogach żelaznych.

Dodać należy, że przedsięwzięcie gospodarcze, jakim jest budowa i eksploatacja dróg żelaznych, nie mające sobie równego w organizmie państwa pod względem rozmiarów, wymaga zwrócenia specjalnej uwagi na właściwą organizację *zarządu dróg żelaznych*.

Wiadomości ogólne z zakresu historji, polityki, statystyki, zarządu i prawodawstwa dróg żelaznych podane są poniżej w dziale niniejszym. Technika dróg żelaznych oraz w związku z nią będące wiadomości ogólne z eksploatacji dróg żelaznych podane są w działach następnych, z wyjątkiem przedmiotów, stanowiących odrębne nauki, jak projektowanie i budowa mostów, budynków architektonicznych, telegrafu i telefonów, parowozów i in.

ROZDZIAŁ III.

Historja dróg żelaznych. Polityka kolejowa.

1. Historja dróg żelaznych w Anglii, Stanach Zjednoczonych A. P., Francji, Austrii, Niemczech i Rosji. Historja dróg żelaznych na ziemiach polskich, w b. dzielnicach rosyjskiej, austriackiej i pruskiej.

W Anglii pierwsza koncesja, wydana w roku 1801 prywatnemu towarzystwu na budowę drogi żelaznej użytku publicznego, wzorowana była na dawniejszych koncesjach na budowę szos i kanałów. Towarzystwo otrzymało prawo wyłączenia potrzebnych gruntów i zobowiązało się, że za opłatę nie wyższą jak wskazano w koncesji, wszyscy będą mogli korzystać z kolei do przewozu ładunków własnymi końmi i wagonami z zachowaniem przepisów co do urządzenia wagonów i innych, jakie ustali towarzystwo.

Te same zasady stosowane były w koncesjach na budowę w następstwie wielu innych dróg żelaznych konnych, w tej liczbie w roku 1821 dr. żel. Stockton-Darlington, której koncesję uzupełniono w roku 1823 pozwoleniem na zastosowanie trakcji parowej i na przewóz, prócz ładunków, też i osób. Podobnie w koncesji z roku 1826 na budowę dr. żel. z Liverpoolu do Manchesteru zastrzeżono korzystanie z kolei, wolne dla wszystkich, dając również samemu towarzystwu prawo wykonywania przewozów. Wysokość *myta* za korzystanie z kolei i *przewoźnego* za wykonywany przewóz miała być regulowana w zależności od nadwyżki dochodów towarzystwa.

Po otwarciu tej linii w roku 1830 budowa innych dróg żelaznych następuje w szybkim tempie. Coraz więcej towarzystw występuje o wydanie koncesji na budowę dróg żelaznych w różnych kierunkach, często zbliżonych do siebie, parlament zaś nie sprzeciwia się temu, mając na względzie obniżenie taryf przez wolne współzawodnictwo, dba przytem o zachowanie bezpieczeństwa publicznego w urządzeniu dróg żelaznych i o wynagrodzenie strat przez nie spowodowanych.

Nieograniczone współzawodnictwo w budowie dróg żelaznych w Anglii i połączona z tem spekulacja wywołały już w okresie przed rokiem 1845 bankructwa i zmusiły drobne towarzystwa (których było tam kilkaset) do łączenia się w silniejsze grupy. Rząd starał się zapobiedz temu i, aby uniknąć wytworzenia się monopolu przewozu, podtrzymywał zasadę wolnego korzystania z tejsze kolei przez różne towarzystwa. Jednakże te zabiegi, które utrudniały eksploatację dróg żelaznych, nie odniosły zamierzonego skutku. Po roku 1870 liczne towarzystwa złąły się w 11 większych towarzystw i około setki drobniejszych. Rząd angielski zachował sobie tylko nadzór ogólny nad stanem dróg żelaznych pod względem bezpieczeństwa publicznego, rozstrzyganie pretensyj i t. p.

Po wypowiedzeniu przez Anglię w roku 1914 wojny Niemcom, rząd angielski, dla zapewnienia sprawności przewozów, objął eksploatację wszystkich dróg żelaznych na rachunek państwa. Towarzystwa prywatne pozostały właścicielami dróg żelaznych i miały sobie zapewnione procenty i dywidendę jak w roku ostatnim przed wypowiedzeniem wojny, zarząd zaś ogólny dróg żelaznych objęła Komisja, złożona z kilku dyrektorów dróg żelaznych, którą rząd wyznaczył.

W roku 1920 utworzono Ministerjum komunikacji (*Ministry of Transport*), które w dalszym ciągu zarządzało drogami żelaznymi na rachunek państwa i na które włożono obowiązek opracowania projektu ustawy o przyszłej organizacji dróg żelaznych.

Według nowej ustawy dróg żelaznych angielskich, uchwalonej przez parlament w roku 1921 (*Railways Act 1921*), wszystkie drogi żelazne Anglii i Szkocji, należące do 120 towarzystw, dzielą się na cztery wielkie sieci, drogi zaś Irlandji tworzą sieć piątą. Towarzystwa, do których należą drogi żelazne każdej sieci, zlewają się od 1 lipca 1923 r. w jedną całość za wspólnem porozumieniem lub, jeżeli ono nie nastąpiło, według decyzji specjalnego trybunału. W sprawach dotyczących interesów publicznych, jako to dogodności przewozu, wzajemnego korzystania z taboru, ulepszenia i ujednostajnienia urządzeń i in., towarzystwa podlegają ministrowi komunikacji. Sprawy taryfowe załatwia trybunał taryfowy, który ustala taryfy obowiązujące na każdej sieci tak, aby one zapewniały dochód czysty, jaki towarzystwa do niej należące miały w roku 1913, i oprocentowanie później wyłożonego kapitału. Osobne przepisy określają udział towarzystw w czystym dochodzie eksploatacji, porządek regulowania taryf, ulgi i gwarancje dla dróg żelaznych ekonomicznych (kolejek) i in.

W Stanach Zjednoczonych Ameryki Półn. budową dróg żelaznych zajęły się wyłącznie towarzystwa prywatne. Pierwsza droga żelazna o trakcji konnej powstaje już w roku 1827, trakcję zaś parowozową wprowadzono w roku 1829. Drogi żelazne przyczyniają się wielce w tym kraju do ułatwienia dojazdu do miejscowości oddalonych oraz zaludnienia olbrzymich obszarów i budowa ich jest popierana bez żadnych ograniczeń. Wskutek tego powstają w jednych i tychże kierunkach równoległe linje kolejowe różnych towarzystw, które współzawodniczą ze sobą i, po zaciętej walce, bądź układają się co do podziału przewozów i zysków z tychże, bądź przez skup akcji przechodzą w ręce silniejszych spekulantów kolejowych, wyzyskujących monopol przewozu na wielkich sieciach kolejowych ze szkodą ogółu. Dopiero w nowszych czasach ostre środki prawodawcze zaradzają poczęści tym nadużyciom.

W końcu roku 1917, gdy Stany Zjednoczone ogłosiły swój udział w wojnie, rząd uznał za niezbędne, dla usunięcia współzawodnictwa i zwiększenia sprawności dróg żelaznych, objęcie eksploatacji tychże na czas wojny przez państwo z przyznaniem towarzystwom prywatnym odszkodowania, obliczonego według dochodów za ostatnie trzechniecie. Po wojnie drogi żelazne zostały zwrócone z dniem 1 marca 1920 r. towarzystwom prywatnym, jednakże wydana została jednocześnie ustawa (*Transportation Act 1920*), mająca na celu uporządkowanie kolejnictwa. Drogi żelazne zostały poddane pod ścisły nadzór Międzystanowej Komisji Handlu (*Interstate Commerce Commission*), której polecono opracowanie planu podziału wszystkich dróg żelaznych na niewielką ilość dużych sieci, utworzonych odpowiednio do potrzeb przewozów, z ustaleniem taryf dla każdej sieci w zależności od kosztów własnych. Ma ona dążyć do ujednostajnienia urządzeń kolejowych, uporządkowania ruchu, gospodarki wagonowej, zabezpieczenia pracowników, ustalenia formy sprawozdań z eksploatacji, które winny być corocznie składane, i t. p.

We Francji pierwsza droga żelazna, przeznaczona do przewozu węgla, buduje się od r. 1823 do 1828 pomiędzy St. Étienne i Andrézieux. Prawo wydane w r. 1833 ustala plan sieci głównych linii kolejowych, projektowanych z Paryża w różnych kierunkach ku granicom państwa, następnie zaś prawo z r. 1842 określa sposób wykonania planu budowy dróg żelaznych. Nabycie gruntów oraz wykonanie robót ziemnych i budowli bierze na siebie państwo z udziałem zainteresowanych gmin i departamentów, natomiast ułożenie kolei żelaznej, dostawa taboru i eksploatacja zostaje oddana towarzystwom prywatnym, którym państwo daje zapomogi i gwarantuje pewne minimum dochodów i których działalność podlega stałej kontroli organów Ministerjum Robót Publicznych.

Dość liczne początkowo towarzystwa prywatne zlewają się następnie w sześć dużych towarzystw kolejowych, z którymi rząd zawiera w r. 1859 oddzielne umowy. W roku 1877, wskutek bankructwa drobnych towarzystw prywatnych, rząd wykupuje niektóre nowe linie kolejowe, wybudowane przez nie w tym okresie, następnie zaś w r. 1909 wykupuje jedną z większych sieci kolejowych prywatnych: drogi żelazne Zachodnie. W ten sposób, prócz pięciu sieci dróg żelaznych prywatnych, powstaje szósta sieć dróg żelaznych państwowych, których długość nie przekracza 22% ogólnej długości dróg żelaznych francuskich. W czasie wojny r. 1914 — 1918 państwo zmuszone było przyjąć bezpośredni udział w zarządzie dróg żelaznych, aby dostosować ich eksploatację do celów wojennych. W ciągu tej czasowej organizacji zarządu dróg żelaznych, deficyty towarzystw prywatnych i zarazem zobowiązania ich względem państwa olbrzymio wzrosły, wobec czego przy powrocie do eksploatacji pokojowej rząd winien był zdecydować się bądź na wykup dróg żelaznych prywatnych, bądź na porozumienie się z temi towarzystwami względem dalszego eksploataowania przez nie dróg żelaznych na innych warunkach. Wybrano to ostatnie rozwiązanie, przy czem państwo zrzekło się zwrotu długu towarzystw, lecz gwarancja dochodów przez państwo została zniesiona. Natomiast ustanowiono kapitał wspólny dróg żelaznych, regulujący deficyty, oraz wspólny zarząd zwierzchni (patrz str. 39), który załatwia ważniejsze sprawy, dotyczące wszystkich dróg żelaznych. Sieć dróg żelaznych państwowych podlega zasadom tego ustroju na równi z drogami prywatnymi.

W Austrii budowa dróg żelaznych rozpoczyna się nader wcześniej. Towarzystwa prywatne budują drogi żelazne o trakcji konnej: w r. 1824 z Linz do Budweis i w r. 1826—30 z Pragi do Pilzna, od roku zaś 1836 pierwszą parowozową drogę żelazną Północną ces. Ferdynanda. W r. 1837 wydane zostały przepisy ogólne o koncesjach dróg żelaznych towarzystwom prywatnym, w których określono obowiązki tych towarzystw, zastrzeżono nadzór państwa nad ich wykonaniem i przewidziano przejście dróg żelaznych po latach 50 na własność państwa.

ednakże już od roku 1841 przeważny udział w budowie dróg żelaznych przyjmuje państwo, które w ciągu lat kilkunastu posuwa linię północną do Śląska i Galicji i buduje nowe drogi żelazne: Południową przez Semmering, Tyrolską do Linzu i najważniejsze linie węgierskie. W r. 1854 wydane zostało

nowe prawo o koncesjach, w których trwanie ich przedłużono do lat 90. Wskutek zmiany w zapatrywaniach rządu, następuje przejście do prywatnego systemu budowy i eksploatacji nie tylko nowych dróg żelaznych, lecz i wybudowanych przez rząd, które towarzystwom prywatnym ustąpiono z gwarancją dochodu przez państwo. Stosowanie tego systemu przyczyniło państwu olbrzymie wydatki z tytułu gwarancyj i strat na liniach budowanych dla spekulacji, które bankrutowały i których eksploatację rząd musiał przejmować. Ten stan rzeczy sprawił, że rząd zaczął dążyć stopniowo do wykupu dróg żelaznych prywatnych na rzecz państwa.

Od r. 1880 do 1911 większość dróg żelaznych prywatnych została wykupiona z wyjątkiem drogi żelaznej Południowej i niektórych innych mniejszego znaczenia.

Po wojnie r. 1914—18 Austria, zredukowana do małego państewka, posiada niewielką sieć dróg żelaznych, przeważnie państwowych, których zarząd sprawuje Ministerjum komunikacji (*Bundesministerium für Verkehrswesen*).

W państwach niemieckich pierwsze drogi żelazne budowały prawie wyłącznie towarzystwa prywatne. Tak powstały w latach 1834 do 1839 drogi żelazne Norymberga-Fürt, Monachjum-Augsburg, Lipsk-Drezno i Berlin-Poczdami. Zabezpieczenie interesów publicznych starano się osiągnąć przez odpowiednie warunki, stawiane w koncesjach. Dopiero później niektóre państwa rzeszy, jako to Brunswik, Badenia, Wirtembergia, Saksonja i Bawaria, zaczęły budować drogi żelazne na koszt własny.

Rząd pruski początkowo popierał inicjatywę prywatną ze względu na stan skarbu i trudność uzyskania kapitału. Na koszt skarbu budowano tylko te drogi żelazne, które były niezbędne ze względów państwowych, lecz na których budowę nie znajdowano odpowiednich kandydatów do wydania koncesji. Ten wypadek zaszedł z dr. żel. Wschodnią z Frankfurtu nad Odrą przez Bygdoszcz do Królewca, którą budował rząd pruski od r. 1851 do 1857. Starano się zresztą wykupywać potem lub brać w administrację państwową drogi żelazne prywatne, o ile dało się to zrobić na dogodnych warunkach. Tak postąpiono w r. 1850—52 z dr. żel. Dolno-Śląską i Górno-Śląską.

Po wojnie 1866 r. przeszły do państwa pruskiego, jako zdobywcy, dr. żel. Hanoweru i Nassau. W ten sposób powstała w Prusach mieszana sieć dróg żelaznych prywatnych i państwowych, co rząd ówczesny uważał za korzystne ze względu na współzawodnictwo w osiągnięciu najlepszych rezultatów eksploatacji pomiędzy sąsiednimi drogami żelaznymi, będącymi w różnych zarządach. Doświadczenie zawiodło te oczekiwania. Przeplatanie się sieci państwowej i prywatnej wytwarzało wiele punktów przejścia, utrudniało eksploatację i zwiększało jej koszt. Nowe linje prywatne, które nie przynosiły dochodu, rząd zmuszony był w każdym razie wykupywać. Wobec tego w r. 1879 rząd pruski postanowił przystąpić do wykupienia w drodze umów dobrowolnych wszystkich większych dróg żelaznych prywatnych i plan ten systematycznie przeprowadził. W r. 1910 Prusy posiadały jednolitą i zaokrągloną sieć dróg żelaznych państwowych, których długość ogólna wraz z drogami heskimi, połączonymi pod wspólnym zarządem, wynosiła około 37 000 km.

W roku 1920, na mocy wydanego prawa, drogi żelazne państwowe wszystkich krajów niemieckich przeszły na własność państwa niemieckiego i podlegają odąd wspólnemu Ministerjum Komunikacji (*Reichsverkehrsministerium*). Sieć dróg żelaznych podzielono na okręgi: prusko-heski, bawarski, saski, wirtemberski, badencki i in., odpowiadające dawnemu ich podziałowi politycznemu, i ustanowiono, jako instancję pośrednią pomiędzy ministerjum a dyrekcjami dróg żelaznych, zarządy okręgowe, które mają być zczasem zniesione.

W Rosji pierwszą drogę żelazną z Petersburga do Carskiego Siola wybudowało w r. 1836/7 towarzystwo prywatne. Inne drogi żelazne, które powstały za panowania Mikołaja I, t. j. do r. 1855, a mianowicie dr. żel. Mikołajewską, łączącą Petersburg z Moskwą, ukończoną w r. 1851, i Petersbursko-Warszawską na odcinku od Petersburga do Gatczyzny buduje i eksploatuje państwo. Za panowania Aleksandra II (r. 1855—81), wskutek trudności finansowych po wojnie krymskiej, rząd pozostawia początkowo budowę i eksploatację dróg żelaznych towarzystwom prywatnym i nadto oddaje im w dzierżawę drogi żelazne państwowe wybudowane poprzednio. Towarzystwa prywatne otrzymują po większej części od państwa gwarancję określonego dochodu z eksploatacji, natomiast podlegają nadzorowi i kontroli, których warunki określa prawo o koncesjach, wydane w r. 1873.

Jednakże wojna wschodnia 1877 r. wykazała niedostateczną sprawność dróg żelaznych i różne ich braki, co skłoniło rząd rosyjski do zmiany systemu budowy i eksploatacji dróg żelaznych. Już w końcu panowania Aleksandra II niektóre drogi żelazne buduje i eksploatuje rząd na rachunek skarbu państwa, w następstwie zaś dąży systematycznie do wykupu dróg żelaznych, zwłaszcza od granicy zachodniej, z pozostawieniem w rękach prywatnych tylko kilku większych sieci kolejowych. W okresie czasu od r. 1882 do 1914 rząd rosyjski buduje około 27 000 km dróg żelaznych, w tej liczbie wielką arterję syberyjską do Oceanu Spokojnego. W końcu tego okresu pozostaje pod zarządem prywatnym tylko 6 większych sieci dróg żelaznych, jako to: Razańsko-Urańska, Moskiewsko-Kazańska, Moskiewsko - Windawsko - Rybińska, Moskiewsko - Kijowsko - Woroneska, Południowo - Wschodnie i Władykaukaska. Długość tych sieci oraz innych dróg żelaznych, należących do mniejszych Towarzystw prywatnych, stanowi około 32%, sieć zaś państwowa około 68% ogólnej długości mieszanej sieci dróg żelaznych rosyjskich.

Po przewrocie bolszewickim 1917 r. wszystkie drogi żelazne w Rosji zostały „znacjonalizowane“.

Jak widać z powyższego, w Anglii i Stanach Zjednoczonych A. P. wszystkie drogi żelazne są od początku ich budowy własnością towarzystw prywatnych. Ten sam system przeważa również we Francji, w której $\frac{5}{6}$ ogólnej długości sieci kolejowej znajduje się w rękach prywatnych. Przeciwnie, w Austrii, Niemczech i Rosji, po okresie pośrednim, mniej więcej do r. 1880, w którym gospodarka na drogach żelaznych była prawie wyłącznie, jak w Austrii i Rosji, lub w znacznej mierze, jak w Niemczech, w rękach prywatnych, następuje za przykładem Prus stanowczy zwrot ku upaństwowieniu dróg żelaznych. Z innych państw europejskich, po różnych wahaniach, ustalił się system pry-

watny na drogach żelaznych w Holandji, Hiszpanji, Turcji i Grecji, mieszany w Szwecji, system zaś państwowy w Belgji, Danji, Norwegji, Szwajcarii, Włoszech, Serbji, Rumunji i Bułgarji. Z ogólnej długości eksploatacyjnej dróg żelaznych świata było w r. 1913 około 33% w zarządzie prywatnym i około 67% w zarządzie państwowym.

Ziemie Polskie. Byłe dzielnice rosyjska, austriacka i pruska. Inicjatywę budowy dróg żelaznych w b. Królestwie Kongresowem podjął w r. 1834 hr. Tomasz Łubieński. Przedstawił on w dniu 1 stycznia 1835 r. Bankowi Polskiemu, który objął wówczas zarząd górnictwa, projekt połączenia Warszawy z południową częścią kraju dla przewozu węgla kamiennego i soli.

Ciekawe są niektóre szczegóły tego pierwszego w kraju naszym przedsięwzięcia kolejowego, malujące ówczesne stosunki.

Na skutek przedstawienia Łubieńskiego, który zobowiązał się do pokrycia kosztów robót przedwstępnych, gdyby budowa nie doszła do skutku, Bank polecił inżynierowi swojemu Wysockiemu przeprowadzić studja. Linja wytknięta szła wododziałem pomiędzy dorzeczami Wisły i Odry, na Skierniewice, Piotrków i Częstochowę do połączenia z drogą austriacką z Wiednia do Bochni, i koszta budowy zapowiadały się niezbyt wielkie. Łubieński powziął myśl utworzenia towarzystwa akcyjnego z udziałem kapitałów zagranicznych, lecz w ówczesnych warunkach nie było to rzeczą łatwą i sprawa ta posunęła się naprzód dopiero w r. 1838 przy udziale wybitnego i pełnego inicjatywy finansisty polskiego *Piotra Steinkellera*. W roku tym Steinkeller przedstawił rządowi deklarację domu bankowego Hermana w Londynie na pokrycie całego kapitału akcyjnego, który przy trakcji konnej określono na 500 000 funtów szterlingów pod warunkiem, że rząd zagwarantuje od tego kapitału 4% dochodu. Przedsięwzięcie budowy projektowanej drogi żelaznej znalazło uznanie rządu z uwagi na oszczędność w kosztach przewozu soli, która stanowiła wówczas monopol rządowy, i węgla, który by mógł zastąpić paliwo drzewem w fabrykach rządowych, oraz ze względu na korzyści pośrednie, których można było oczekiwać z rozwoju przemysłu i handlu. Warunki koncesji i ustawa Towarzystwa dr. żel. *Warszawsko-Wiedeńskiej* zostały r. 1839 zatwierdzone i budowa jej rozpoczęta z czterech naraz punktów. Wkrótce jednak okazały się dalsze trudności finansowe, po części wskutek przesilenia na giełdach zagranicznych, po części zaś wskutek braku zaufania do przedsięwzięcia. W r. 1841 wyższość trakcji parowej w porównaniu z konną była zagranicą ogólnie uznana i Steinkeller domagał się jej wprowadzenia na projektowanej drodze. Tymczasem komitet rządowy, któremu polecono zbadać tę sprawę, wypowiedział się za trakcją konną, będąc zdania, że koszta utrzymania drogi i koszta przewozu będą przy trakcji parowej wyższe, przeciwnie zaś przy trakcji konnej ruch będzie regularniejszy i mniej spowoduje wypadków. Trudności finansowe wskutek niechęci nabywania akcji sprawiły, że Towarzystwo dr. żel. W. W. wystąpiło w r. 1842 do rządu z podaniem o rozwiązanie umowy, co tegoż roku nastąpiło.

Rząd prowadził dalej budowę dr. żel. W. W. na własny rachunek. W r. 1845 oddano do eksploatacji z zastosowaniem trakcji parowej część drogi od Warszawy do Rogowa i Łowicza, w r. 1848 zaś pozostałą część do Granicy.

Rezultaty rządowej eksploatacji drogi okazały się niezadowolające. Od r. 1854 deficyt zwiększał się z każdym rokiem i przekonano się o konieczności dużego nakładu dla doprowadzenia drogi do należytego stanu. Te okoliczności skłoniły rząd w roku 1857 do oddania dr. żel. *Warszawsko-Wiedeńskiej* w dzierżawę towarzystwu prywatnemu na lat 75 bez gwarancji dochodu, lecz z koncesją na budowę odnogi od Ząbkowic do Sosnowca oraz linii od Łowicza do granicy pruskiej pod Toruniem pod nazwą *dr. żel. Warszawsko-Bydgoskiej*, przyczem ostatnia

otrzymała poręczenie dochodu $4\frac{1}{2}\%$. Przed upływem terminu koncesji rząd rosyjski wykupił w r. 1912 od towarzystwa prywatnego dr. żel. Warszawsko-Wiedeńską, która pod względem gęstości ruchu zajęła w owym czasie pierwsze miejsce nie tylko w Europie, lecz na całym świecie.

Dr. żel. Warszawsko-Wiedeńska z odnogami do Sosnowca i Aleksandrowa oraz łącząca się z nią króciutka *dr. żel. Fabryczno-Łódzka*, wybudowana przez towarzystwo prywatne i otwarta w r. 1866, były jedynymi w zaborze rosyjskim drogami żelaznymi o torze normalnym Stephensona. W pozostałych wypadkach koncesje wydawane były przez rząd wyłącznie na budowę dróg żelaznych o torze normalnym rosyjskim.

Doświadczenie budowy drogi żelaznej Warszawsko-Wiedeńskiej pokazało, jak wielkie trudności przedstawiało urzeczywistnienie tak wielkiego przedsięwzięcia jak droga żelazna z kapitału prywatnego wyłącznie akcyjnego. Rząd rosyjski, którego skarb wycieńczyła wojna krymska, zmuszony był oprzeć budowę dróg żelaznych na przedsiębiorczości prywatnej, zezwalając przytem koncesjonariuszom na wypuszczenie obligacyj, od których dochód ($4\frac{1}{2}\%$ — 5%) rząd gwarantował. Koncesje wydawane były przeważnie na 75 do 85 lat, po upływie których droga żelazna stawała się własnością państwa. Przytem zastrzeżona była możność wcześniejszego wykupu drogi przez państwo.

Do zasadniczego programu budowy dróg żelaznych w Rosji, ułożonego przez austriackiego inżyniera *Gerstnera* jeszcze przed rokiem 1840, wchodziło przedewszystkiem połączenie Petersburga z Moskwą i z Warszawą. Budowa *dr. żel. Petersbursko-Warszawskiej*, rozpoczęta na niewielkiej długości od Petersburga do Gatczyny kosztem państwa jeszcze w r. 1853, została oddana zagranicznemu towarzystwu prywatnemu, które doprowadziło ją do Warszawy w r. 1862. Następnie wybudowane zostały przez towarzystwa prywatne i otwarte: w r. 1867 *dr. żel. Warszawsko-Terespolska* (przedłużona następnie w r. 1871 do Moskwy), w r. 1877 *dr. żel. Nadwiślańska* z Warszawy do Kowla i Mławy z odnogą z Dęblińska do Łukowa i w r. 1884 *dr. żel. Dęblińsko-Dąbrowska*.

Przy ustaleniu programu budowy dróg żelaznych w Królestwie rząd rosyjski kierował się przedewszystkiem względami strategicznymi, pozostawiając potrzeby ekonomiczne kraju na drugim planie. Obrona linii Wisły, połączenie fortec nad nią i na wschód od niej położonych, były celem głównym, który skłonił rząd w następnym okresie do przedsięwzięcia na rachunek skarbu budowy szeregu linii mniej lub więcej pozbawionych znaczenia ekonomicznego, jako to linii *Siedlecko-Małkińskiej*, linii *Narewskich* i *Niemeńskich* i wielkiej linii dwutorowej *Siedlecko-Bołogojskiej*, idącej od Siedlec na Mołodeczno i Połock. Natomiast najbardziej bogata i przemysłowa część Królestwa na zachód od Wisły była zupełnie zaniedbana i podania o budowę nowych linii były odrzucane, nieliczne zaś wyjątki utrudniane specjalnymi zastrzeżeniami (np. budowa zbytecznego tunelu na linii Dęblińsko-Dąbrowskiej).

W tych warunkach przez następnych lat kilkadziesiąt wybudowane były w zachodniej części Królestwa jedynie linje kolejowe *Warszawsko-Kaliska* (1903 r.), *Herbsko-Kielecka* (1912 r.), oraz pewna ilość kolejek dojazdowych, przeważnie dla ruchu osobowego, w okolicach Warszawy i Łodzi.

Po roku 1880, gdy rząd przeszedł do polityki upaństwowienia dróg żelaznych, z pozostawieniem kilku tylko większych sieci kolejowych w rękach prywatnych, wszystkie drogi żelazne w Królestwie zostały stopniowo wykupione przez rząd z wyjątkiem dr. żel. Łódzkiej i Herbsko-Kieleckiej, mających drugorzędne znaczenie.

Z ważniejszych dróg żelaznych w byłej dzielnicy rosyjskiej, dotąd nie wymienionych, które przeszły do Polski, *dr. żel. Poleskie*: Wileńsko-Rówieńska, Baranowicko-Białostocka, Żabińsko-Pińska i Łuniniecko-Homelska były wybudowane przez rząd w okresie lat 1880—1885, linja zaś Kowelsko-Sarneńska w roku 1902. Nieliczne drogi prywatne dostały się podczas ostatniej wojny pod zarząd państwowy, pod którym dotychczas pozostają.

Wojna wywołała potrzebę przeprowadzenia dużej ilości nowych połączeń kolejowych do celów strategicznych, jako to: *Ostrołęka-Raszujka*, *Ostrowiec-Sobów*, *Lublin-Rozwadów*, *Rejowiec-Belżec*, *Zawada-Włodzimierz Wołyński-Sokal*, oraz kolejek dojazdowych do zaopatrywania armji, które po ukończeniu wojny przeważnie pozostały w eksploatacji pod zarządem państwowym.

W b. dzielnicy austriackiej pierwsza droga żelazna została otwarta z *Krakowa do Trzebini i Mysłowic* w roku 1847, w roku zaś następnym odgałęzienie jej do połączenia z dr. żel. Warszawsko-Wiedeńską w Granicy. Droga ta wybudowana początkowo przez towarzystwo prywatne *dr. żel. Krakowsko-Górnośląskiej*, została wykupiona w r. 1852 przez rząd austriacki, który w r. 1856—1858 wybudował linję z Trzebini do Bogumina i z Krakowa do Rzeszowa. Gdy w następstwie, wskutek trudności finansowych, rząd postanowił przejść do gospodarki prywatnej na drogach żelaznych, linja Kraków-Bogumin została sprzedana Towarzystwu *dr. żel. Północnej Ferdynanda*, idącej od Wiednia do Bogumina, linja zaś Kraków-Rzeszów została odstąpiona Towarzystwu *dr. żel. Karola Ludwika*, które ją doprowadziło w r. 1861 do Lwowa, w r. 1871 zaś do granicy rosyjskiej w Podwołoczyskach.

W r. 1866 został otwarta *dr. żel. Lwowsko-Czerniowicka*, wybudowana również przez towarzystwo prywatne.

Po r. 1880 zamierzenia rządu austriackiego zmieniły się w kierunku wykupu dróg żelaznych prywatnych i budowy nowych dróg żelaznych z funduszków skarbu.

Rząd buduje *dr. żel. Transwersalną* (z Oświęcimia do Husiatyna) otwartą w r. 1884, wykupuje w r. 1889 dr. żel. Lwowsko-Czerniowicką i w r. 1892 dr. żel. Karola Ludwika, otwiera w r. 1894 linję *Stanisławów-Woronienka*, wreszcie w roku 1906 wykupuje dr. żel. Północną Ferdynanda.

W ten sposób wszystkie drogi żelazne w byłej dzielnicy austriackiej z bardzo nielicznymi wyjątkami kolejek znaczenia miejscowego przeszły na własność państwa.

W byłej dzielnicy pruskiej już w r. 1834 powstała myśl budowy *drogi żelaznej Górnośląskiej*. Towarzystwo prywatne, związane w tym celu, wybudowało w latach 1843—1846 drogę żelazną z *Wrocławia przez Opole do Mysłowic*, z którą w r. 1848 połączyła się dr. żel. Krakowsko-Górnośląska, a przez nią również dr. żel. Warszawsko-Wiedeńska. W tymże roku nastąpiło połączenie dr. żel. Górno-

śląskich z austriacką dr. żel. Północną w Boguminie. Nowowypbudowane linje przecinały cały okrąg górniczy górnośląski i od pierwszych lat ruch na nich najpomyślniej się rozwijał.

Dla zadośćuczynienia potrzebom górnictwa i hutnictwa Towarzystwo dr. żel. Górnośląskiej wybudowało wkrótce całą sieć *odnóg dojazdowych wąskotorowych* (o torze 0,785 m), która się szybko powiększała. W następstwie Towarzystwo dr. żel. Górnośląskiej otrzymało koncesję na budowę nowych linii, z których najważniejsze otwarto do ruchu: w r. 1856 z *Wrocławia do Poznania*, w r. 1857 z *Leszna do Głogowa*, w r. 1872—1873 z *Poznania do Bydgoszczy* i z *Inowrocławia do Torunia*.

W Poznańskim i w Prusach Zachodnich najwcześniej pobudowane były linje kolejowe: *Poznań-Krzyż-Starogród(-Szczecin)* ukończona w r. 1848 (w zarządzie państwowym od r. 1851, przeszła do rządu w r. 1895) i *Krzyż-Bydgoszcz-Tczew(-Królewiec)* w r. 1851/2 (pobudowana przez rząd).

W r. 1870 otwarto linję z *Poznania przez Zbąszyń do Frankfurtu i do Gębina*, w r. 1872/3 z *Poznania przez Gniezno do Torunia* (wybudowana przez towarzystwo prywatne i wykupiona w r. 1883), i w r. 1875 z *Poznania do Krzyżborka*.

Jak wiadomo, rząd pruski zarzucił dość wcześnie system mieszany budowy i eksploatacji dróg żelaznych. Już od r. 1852 starał się on wykupywać biedniejsze drogi żelazne, w okresie zaś od r. 1880 do 1890, przeszedłszy do stanowczej polityki upaństwowienia dróg żelaznych, wykupił prawie wszystkie drogi żelazne prywatne.

Tym sposobem w byłej dzielnicy pruskiej już od lat kilkadziesiąt prawie wszystkie drogi żelazne należały do państwa i były w zarządzie skarbowym.

Jak widać z powyższego, odrodzone Państwo Polskie objęło drogi żelazne prawie wyłącznie jako skarbowe i zarządzane przez państwo, nieliczne zaś prywatne jako znajdujące się również w zarządzie państwowym.

Wszystkie te koleje w b. Królestwie Kongresowem, które miały tor szerszy od normalnego Stephensonowskiego, jak również niektóre w pozostałej części byłej dzielnicy rosyjskiej, zostały przebite na tor normalny jeszcze za okupacji niemieckiej. Pozostały różnice wielkie w poszczególnych dzielnicach co do gęstości sieci względnie do potrzeb, jak również w ustroju technicznym, obowiązujących ustawach i przepisach oraz organizacji zarządu.

2. Stosunek państwa do dróg żelaznych. Monopol przewozu. Bezpieczeństwo publiczne. Taryfy kolejowe. Obrona państwa. Systemy prywatnej gospodarki kolejowej. Nadzór i kontrola państwa. Koncesje. System gospodarki państwowej i mieszanej. Ostatnie zmiany w systemie gospodarki prywatnej. Nowa organizacja dróg żelaznych we Francji.

Historja wskazuje, że stosunek państwa do dróg żelaznych był w różnych krajach bardzo niejednakowy.

Wahania rządów w tym względzie w okresie budowy pierwszych dróg żelaznych są łatwo zrozumiałe, jeżeli przyjąć pod uwagę, że charakter tej nowej komunikacji i jej znaczenie nie były wyjaśnione. Wszak przy wydawaniu zezwoleń na budowę pierwszych dróg żelaznych w Anglii dopuszczano zasadę, aby użytkowanie z dróg żelaznych było dostępne dla ogółu, na podobieństwo dróg

zwyczajnych lub komunikacji wodnej po kanałach. Ale również obecnie, niezależnie od trudności finansowych, jakie napotyka państwo w stosowaniu takiej lub innej polityki kolejowej, sprawa udziału państwa w budowie i eksploatacji dróg żelaznych nie jest bynajmniej jednakowo pojmowana.

Zamierzenia ku urzeczywistnieniu celów społecznych winny być oczywiście kierowane dążeniem, aby największy pożytek ogółu był osiągnięty najmniejszymi środkami. Czy jednak i w jakich wypadkach da się to osiągnąć przez wolne współzawodnictwo jednostek, pozostaje do rozwiązania. W każdym razie przypuszcza się przy tem, że współzawodnictwo to istnieje. Jednakże droga żelazna posiada w rzeczywistości *monopol* przewozu w pewnych kierunkach. Monopol ten ma niezwykle ważne znaczenie społeczne, gdyż przejazd i przewóz drogą żelazną jest to *przedmiot pierwszej potrzeby*, jako niezbędny w współczesnym życiu gospodarczym jednostek i instytucyj publicznych.

Szybkość jazdy na drogach żelaznych, która dała im tak wielką przewagę w porównaniu z innymi komunikacjami, nakazuje przedsięwzięcie środków zapewniających *bezpieczeństwo publiczne*.

W olbrzymim kapitale budowy, wielkich obrotach w materiałach i gotowości, rzeszach pracowników przy nich zatrudnionych objawia się *przewaga społeczna* dróg żelaznych, która może być skierowana w celach prywatnych ze szkodą dla ogółu.

Wprawdzie istnienie drogi żelaznej, jak każdego przedsiębiorstwa gospodarczego, musi być oparte na dochodzie, który by zabezpieczał jej istnienie, jednakże *taryfy kolejowe*, to jest opłaty za przewóz, wywierają tak wielki wpływ na handel, rolnictwo, górnictwo i wszelki przemysł, że przy oznaczeniu tychże nie może być brana w rachubę wyłącznie dochodowość bezpośrednia, lecz i inne względy natury gospodarczej, mające na celu dobro społeczne.

Wreszcie od sprawności dróg żelaznych zależy *obrona państwa*, one też zapewniają należyty przewóz wojsk i ich aprowizację.

Wszystkie te względy motywują dostatecznie niezbędność wpływu państwa na budowę i eksploatację dróg żelaznych. Wpływ ten może obejmować albo ogólny nadzór i kontrolę przedsięwzięć prywatnych, albo bezpośredni zarząd dróg żelaznych. Nadzór zaś i kontrola państwa nad prywatnymi drogami żelaznymi może się bądź ograniczać do środków represji, czyli kar za postępowanie szkodzące interesom ogółu, bądź zmierzać do zapobiegania takiemu postępowaniu.

W systemie prywatnym gospodarstwa kolejowego polityka Anglii i Ameryki skłaniała się do minimum represyjnego, polityka zaś Francji i innych państw dążyła do nakazania przedsiębiorcom postępowania zgodnego z interesami państwa pod postacią warunków udzielenia koncesji, określających z góry obowiązki koncesjonariusza. W koncesjach określano: czas trwania koncesji, termin wykupu, zatwierdzenie projektów budowy i taboru, określenie najwyższych taryf, obowiązek przewozu wojsk i poczty, dozór techniczno-administracyjny, kontrolę kredytów, zatwierdzenie emisji obligacyj, zagrożenie cofnięcia koncesji lub ustanowienia zarządu przymusowego w razie przekroczenia warunków koncesji i t. p.

Państwa jak Niemcy, Austryja i in. widziały możliwość należytego wykonania swoich planów gospodarczych jedynie przez objęcie bezpośredniego zarzą-

du nad drogami żelaznymi. Wreszcie inne jeszcze państwa, jak Rosja, dopuszczały system mieszany prywatno-państwowy.

Jednakże w trzech państwach wymienionych wyżej, które stosują dotąd politykę prywatnego zarządu dróg żelaznych, zaszła po wojnie wyraźna zmiana ich stosunku do dróg żelaznych, a mianowicie państwa te przyjmują coraz czynniejszy udział w zarządzaniu drogami żelaznymi nie tylko w dotychczasowym zakresie taryf, bezpieczeństwa publicznego i in., lecz i w zakresie regulowania finansów, wynagrodzenia pracowników, uzgodnienia działań i urzędzeń na wszystkich drogach żelaznych i t. p. Nader charakterystycznym objawem tego stosunku jest nowa organizacja dróg żelaznych francuskich (por. str. 31).

Pod względem finansowym, organizacja ta oparta jest na zasadzie równowagi pomiędzy dochodami a wydatkami wszystkich dróg żelaznych, przyczem równowaga ta służy za podstawę do określenia wysokości taryf. Zamiast gwarancji dochodów przez państwo, która ustaje, tworzy się z czystych dochodów dróg żelaznych kapitał wspólny, regulujący deficyty poszczególnych sieci. W celu zainteresowania personelu dróg żelaznych w rezultatach eksploatacji, pewien odsetek z czystych zysków na poszczególnych sieciach przeznaczają się na premje, z których $\frac{2}{3}$ otrzymują pracownicy i $\frac{1}{3}$ akcjonariusze. Zresztą oddzielne towarzystwa dróg żelaznych zachowują dochody swoje na pokrycie wydatków eksploatacji, procentów, amortyzacji, dywidend i premij i tylko przewyżkę czystego dochodu obraca się na kapitał wspólny.

Nad zarządami wszystkich dróg żelaznych, zarówno prywatnych, jak państwowych, utworzono z przedstawicieli tychże zarządów *Komitet dyrekcyjny* o charakterze wykonawczym, który załatwia sprawy, dotyczące wszystkich dróg żelaznych, jako to: taryf, podziału przewozów, podziału dochodów, wynagrodzenia personelu, przepisów eksploatacji, typów taboru i t. p.

Członkowie komitetu dyrekcyjnego wraz z przedstawicielami ministerjów, organizacji społecznych i pracowników kolejowych tworzą *Radę wyższą kolejową*, będącą organem doradczym przy ministrze robót publicznych do rozpatrywania spraw budowy nowych dróg żelaznych i połączeń z innymi komunikacjami, zmiany ustaw towarzystw dróg żelaznych, taryf, konwencyj międzynarodowych, rozkładów jazdy, środków bezpieczeństwa, dozoru policyjnego, ogólnych przepisów eksploatacji i t. p.

Nie wchodząc w dalsze rozpatrywanie zalet i wad poszczególnych systemów gospodarki kolejowej prywatnej, państwowej czy mieszanej, z których każdy ma pomiędzy ekonomistami swoich zwolenników, należy jednak zauważyć, że celowość zastosowania jednego z nich zależna jest w bardzo znacznym stopniu od warunków. w jakich państwo się znajduje pod względem uregulowania finansów, sprężystości administracji, siły rządu i historycznego układu kolejnictwa w danym kraju, że więc żaden z tych systemów nie może być uważany za bezwzględnie najlepszy. Bez względu zaś na to, pod czym zarządem będą się znajdować bezpośrednio drogi żelazne, nie przestaną one obchodzić państwo w jednych i tych samych dziedzinach i w tych dziedzinach będzie ono starało się wpływ swój zapewnić.

Główne dziedziny kolejnictwa, w których państwo jest zainteresowane, są następujące:

1. W budowie dróg żelaznych, *planowość budowy sieci kolejowej*, przyczem winny być możliwie równomiernie zaspokojone potrzeby komunikacyjne różnych dzielnic kraju, z uwzględnieniem interesów przemysłu, rolnictwa, handlu i in.

Budowa sieci kolejowej bynajmniej nie wszędzie była planową obmyślana, co było w następstwie przyczyną nieprodukcyjnych kosztów dla państwa. Tem niezbędnym jest, ażeby tam, gdzie budowa głównej sieci kolejowej nie jest ukończona, korzystano z doświadczenia innych krajów dla uniknięcia błędów, które w następstwie trudno dają się naprawić. Aby zapewnić celowość budowy, państwo przy udzielaniu koncesyj na budowę i eksploatację dróg żelaznych winno zachować sobie *prawo rozpatrywania, sprawdzania na gruncie i zatwierdzania projektów budowy* i ono też ustala *przepisy wyłączenia nieruchomości* pod budowę.

Oprócz linii kolejowych pierwszorzędnych, państwo winno zwracać szczególną uwagę na ekonomiczne *drogi żelazne znaczenia miejscowego*, gdyż one pozwalają rozwinąć się stopniowo dzielnicom mniej uprzemysłowionym i zasobnym i sprzyjają równomiernemu rozwojowi gospodarczemu państwa.

2. W eksploatacji dróg żelaznych dotyczy interesów państwa *bezpieczeństwo i prawidłowość ruchu* odpowiednio do potrzeb ludności oraz *obowiązek przewozu i wysokość taryf przewozowych*.

Zapewnienie bezpieczeństwa i prawidłowości ruchu kolejowego mają na celu *przepisy ruchu i warunki techniczne* urządzeń obowiązujących drogi żelazne. Tenże cel mają na względzie *przepisy dotyczące* wyboru i zabezpieczenia *personelu kolejowego*.

Obowiązki dróg żelaznych co do wykonywania przewozów i wysokości opłat za nie określają *przepisy przewozowe i taryfy osobowe i towarowe*, wydane na podstawie obowiązującego prawa. Jak powiedziano wyżej, taryfy kolejowe, ze względu na wpływ, jaki wywierają na ogólną gospodarkę państwową, stanowią przedmiot szczególnej uwagi i zabiegów państwa, których wyrazem jest jego *polityka taryfowa*.

ROZDZIAŁ IV.

Stan obecny sieci kolejowej w różnych krajach a w Polsce.

1. Statystyka dróg żelaznych, jej zakres. Statystyka oddzielnych zarządów i państw. Statystyka związkowa i międzynarodowa. Długość, zaopatrzenie i praca dróg żelaznych zagranicznych i polskich. Długość dróg żelaznych w stosunku do powierzchni i zaludnienia. Ilość parowozów i wagonów. Gęstość ruchu osobowego i towarowego.

W rozdziale II niniejszego działu (patrz str. 28) zwrócono już uwagę, że w gospodarce dróg żelaznych odgrywa wielką rolę, prócz techniki, mnóstwo czynników natury społecznej i ekonomicznej i że z tego względu nauka o drogach żelaznych musi w znacznym stopniu korzystać z doświadczenia, które czerpie z historii oraz ze statystyki, wyprowadzając wnioski z porównania rezultatów masowych spostrzeżeń w warunkach zbliżonych pod względem miejsca i czasu.

Statystyka znajduje szerokie zastosowanie prawie we wszystkich działach kolejnictwa.

Przedmiotem jej jest: długość linii kolejowych; ilość budowli i urządzeń kolejowych oraz taboru; koszt ich budowy lub nabycia oraz utrzymania i naprawy; spożycie i koszt materiałów; praca taboru; ilość przewozów osobowych i towarowych; wydatki eksploatacji i stosunek ich do dochodów; ilość pracowników i ich wynagrodzenie; ilość wypadków kolejowych i t. p. Dane te są rozpatrywane w cyfrach bezwzględnych i na jednostkę mierników, jako to na kilometr, pociągokilometr, wagonokilometr, osiokilometr lub tonnokilometr i t. p., i zestawiane w kształcie tablic lub wykresów, odnoszących się do jednej drogi żelaznej lub sieci dróg żelaznych w pewnym okręgu lub całym państwie.

Statystykę szczegółową prowadzi każda samodzielna jednostka gospodarcza kolejowa i помеща jej wyniki w corocznych sprawozdaniach z eksploatacji. Dane statystyczne oddzielnych zarządów kolejowych są następnie zbierane i zestawiane w rocznikach statystycznych dla całej sieci dróg żelaznych w każdym państwie, a nawet w różnych państwach dla sieci dróg żelaznych, które łączą się w związki w celach technicznych lub handlowych i porozumiewają się co do jednolitego układu statystyki. Taką statystykę prowadził i wydawał corocznie między innymi Związek Zarządów dróg żelaznych niemieckich (*Verein*), do którego należało przed ostatnią wojną wiele innych dróg żelaznych europejskich, posiadających tor normalny. Wreszcie ogólne zestawienia statystyczne dla dróg żelaznych całego świata помеща się w wydawnictwach Kongresu Międzynarodowego dróg żelaznych i in.

W różnych działach niniejszej pracy stale korzystać wypadnie z danych statystyki dróg żelaznych, które będą w odpowiednich miejscach помеща. Niżej przytoczone są niektóre najogólniejsze dane, dające pojęcie o długości, zaopatrzeniu i pracy dróg żelaznych zagranicznych i polskich.

Ogólna długość eksploatacyjna dróg żelaznych całego świata wskazana w rozdz. II (str. 15) rozkłada się bardzo nierównomiernie na oddzielne części świata, które posiadają dróg żelaznych:

	w r. 1913	w r. 1921
Europa.	346 tys. <i>km</i>	380 tys. <i>km</i>
Azja	108 „ „	119 „ „
Afryka.	44 „ „	52 „ „
Ameryka	570 „ „	611 „ „
Australja	35 „ „	38 „ „
Ogółem	1 104 tys. <i>km</i>	1 201 tys. <i>km</i>

Mniej więcej połowa ogólnej długości dróg żelaznych znajduje się w Ameryce, z tej w Stanach Zjednoczonych A. P. 400 tysięcy *km*. Z ogólnej ilości dróg żelaznych, wskazanej powyżej, conajmniej 10^o/_o w Europie i 12^o/_o w innych częściach świata posiada tor węższy od normalnie przyjętego.

Podział dróg żelaznych Europejskich pomiędzy poszczególne państwa przedstawia się jak następuje:

Tab. 2. Długość dróg żelaznych w państwach europejskich w latach 1921 i 1913.

Nr	N A Z W A P A Ń S T W A	Rok 1921 km	R o k 1 9 1 3					km na 10 000 mieszkańców b	/ ab
			Powierz- chnia km ²	Ludność	km ³)	km na 100 km ² a	km na 10 000 mieszkańców b		
1.	Rosja Europejska	65 780	5 390 000	128 171 000	62 198	1,2	4,8	2,4	
2.	Niemcy	58 148	540 800	66 978 000	63 730	11,8	9,5	10,6	
3.	Francja	53 561	536 400	39 252 000	51 188	9,5	13,0	11,1	
4.	W. Brytania	39 372	315 100	45 844 000	37 827	12,0	8,3	10,0	
5.	Włochy	20 118	286 600	34 270 000	17 634	6,1	5,1	5,6	
6.	Polska	15 611 ¹⁾	—	—	—	—	—	—	
7.	Hiszpania	15 350	496 900	18 618 000	15 350	3,1	8,2	5,0	
8.	Szwecja	15 061	447 900	5 476 000	14 491	3,2	26,5	9,2	
9.	Czechosłowacja	13 644	—	—	—	—	—	—	
10.	Rumunia	11 678	131 300	6 860 000	3 763	2,9	5,5	4,0	
11.	Belgia	11 093	29 500	7 386 000	8 814	11,9	11,9	18,9	
12.	Jugosławia (Serbia)	8 955	48 300	2 821 000	1 021	2,1	3,6	2,8	
13.	Węgry	7 052	325 400	20 886 000	21 806	6,7	10,5	8,4	
14.	Austria	6 326	351 200	30 504 000	24 389	6,9	8,0	7,4	
15.	Szwajcaria	5 345	41 400	3 559 000	4 863	11,7	13,7	12,7	
16.	Dania	4 335	38 500	2 589 000	3 771	9,8	14,6	12,0	
17.	Finlandja	4 127	—	—	—	—	—	—	
18.	Holandja	3 403	33 100	5 825 000	3 256	9,8	5,6	7,4	
19.	Portugalia	3 293	92 600	5 429 000	2 983	3,2	5,5	4,2	
20.	Norwegja	3 286	322 300	2 350 000	3 092	1,0	13,2	3,6	
21.	Litwa	3 120	—	—	—	—	—	—	
22.	Grecja	2 992	64 700	2 632 000	1 609	2,5	6,1	3,9	
23.	Łotwa	2 849	—	—	—	—	—	—	
24.	Bułgaria	2 614	96 300	4 253 000	1 931	2,0	4,5	3,0	
25.	Turcja	1 000	169 300	6 130 000	1 994	1,2	3,9	2,2	
26.	Estlandja	991	—	—	—	—	—	—	
27.	Luksemburg	525	2 600	246 000	525	20,2	21,3	20,8	
Ogółem Europa		379 629	9 760 200	440 079 000	346 235	3,55	7,87	5,28	

¹⁾ Cyfra ta odnosi się do roku 1921 przed objęciem przez rząd polski terytorjum Górnego Śląska przyznanego Polsce (por. tab. 6 na str. 50), i nie obejmuje dróg żelaznych wąskotorowych użyteczności publicznej, które w pewnych państwach (jak np. Francja, Szwecja i in.) zostały tu włączone. Długość dróg żelaznych rosyjskich w r. 1921 nie jest pewna.

²⁾ Cyfry tej kolumny różnią się od podanych dla tegoż roku w tab. 3 i 4 ze względów wskazanych w uwadze ¹⁾ i, wyrażając długość budowlaną dróg żelaznych, są w ogóle większe.

W tab. 3 podano ilość parowozów i wagonów na drogach żelaznych państw europejskich i Stanów Zjednoczonych A. P. w r. 1913 oraz na drogach żelaznych polskich w r. 1922, ogólną i przypadającą na km długości eksploatacyjnej tychże, w tab. 4 zaś (patrz str. 44) gęstość ruchu, wyrażoną w ilości pociągów, podróźnych i ładunków przewiezionych w tych latach.

Uwagi, jakie się nasuwają co do tych tablic w stosunku do dróg żelaznych polskich, podane będą niżej (patrz str. 50 i 51).

Tab. 3. Ilostan taboru na drogach żelaznych europejskich i Stanów Zjednoczonych A. P.

PAŃSTWO	Rok	Długość eksploatacyjna km	Ilość parowozów		Ilość wagonów			
			ogólna	na km	osobowych		towarowych	
					ogólna	na km	ogólna	na km
W. Brytania	1911	37 654	22 874	0,61	52 948	1,40	787 665	20,90
St. Zjedn. A. P.	1913	401 933	63 378	0,16	517 000	1,31	2 273 564	5,78
Francja	1913	40 933	14 344	0,35	31 824	0,78	370 866	9,6
Niemcy	1913	63 336	29 520	0,48	64 551	1,01	671 096	10,54
Rosja Europejska	1911	54 575	16 990	0,31	23 198	0,43	407 429	7,46
Austria	1913	23 320	7 714	0,33	15 375	0,67	151 363	6,52
Prusy	1913	38 280	21 609	0,55	43 971	1,16	500 739	12,71
„	1920	35 630	28 936	0,81	53 961	1,51	615 077	17,26
Polska	1922	15 955	4 374	0,24	9 454	0,57	97 145	5,47

2. Geografja dróg żelaznych. Sieć kolejowa; jej zależność od warunków geograficznych. Wielkie szlaki komunikacyjne morskie, rzeczne i kolejowe. Zgęszczenie sieci; warunki, w których ono powstaje. Przemysł a paliwo kopalne. Wytwórczość rolna. Węzły kolejowe. Przewaga ekonomiczna ruchu towarowego.

Rozpatrując mapę dróg żelaznych europejskich widzimy, że tworzą one sieć nierównomiernie gęstą, o pewnych wybitniejszych *szlakach i węzłach*, w których się one skupiają. Przerwy i większe oka sieci wynikają przede wszystkim w związku z położeniem gór, zwłaszcza gór alpejskich. Natomiast rzeki przyciągają komunikację kolejową, która często kieruje się wzdłuż ich biegu. Wynika to poczęści z położenia miejsc osiadłych, które powstały pierwotnie przy komunikacjach wodnych i wymagały następnie połączeń kolejowych, poczęści zaś z dogodności, jaką przedstawia równy teren dolin (do przeprowadzenia drogi żelaznej).

Handel wszechświatowy, opierający się przede wszystkim na komunikacjach, ustalił oddawna pewne zasadnicze *szlaki komunikacyjne* w kierunkach najważniejszych, z uwagi na stale odbywającą się wymianę pomiędzy krajami surowców a krajami ich przeróbki i spożycia, i najdogodniejszych pod względem gładkości drogi, jej długości i równości, zdolności przewozu i in.

W *komunikacji morskiej* takim zasadniczym szlakiem jest Morze Śródziemne, połączone z Morzem Czarnym, i idące od niego drogi morskie: na wschód ku Indjom Wschodnim przez kanał Sueski i na zachód ku wybrzeżom Ame-

ryki. Do odwiecznego szlaku śródziemnomorskiego dołączył się w nowszych czasach szlak północny od Bałtyku przez Morze Północne i kanał La Manche, na którym ześrodkowuje się wszechświatowy ruch morski.

Szlaki wodne wewnętrzne określa kierunek biegu wielkich rzek, które w Europie Środkowej, w zależności od położenia gór alpejskich, płyną przeważnie ku północy, tworząc arterje wodne drugorzędne względem szlaków morskich. Potrzeba komunikacji wschodnio-zachodnich i tu się ujawnia w budowie kanałów, łączących rzeki w tym kierunku, którą prowadzą tak konsekwentnie Prusy i która i u nas oddawna była rozpoczęta (kanały Królewski i Bydgoski).

W komunikacji lądowej specjalnie nadaje się do budowy dróg żelaznych wielka nizina północno-europejska, widzimy też jak się one na niej rozwinęły w Niemczech współczesnych. Przez nią też przechodzi wielki *szlak kolejowy transkontynentalny* od Oceanu Spokojnego do Atlantyckiego (Lizbona-Pekin 14 425 km), któremu odpowiada na drugiej półkuli siedem linii kolejowych transkontynentalnych, przerywających w tymże kierunku Amerykę Północną (5250 do 6000 km).

Drogi żelazne, będąc przeznaczone do przewozów masowych, zgęszczają się przede wszystkim w tych punktach, w których wytwórczość masowa i związane z nią zgęszczenie zaludnienia najbardziej ich potrzebują. Pierwsze drogi żelazne powstawały, jak wiemy, w okolicach kopalń węgla, rudy, soli i t. p. Energia mechaniczna, która wprawia w ruch przemysł współczesny, otrzymuje się w drodze przemiany z energii cieplnej, utajonej w paliwie. Wynika stąd, że dowóz paliwa mineralnego do zakładów przemysłowych stanowi jedną z najpoważniejszych kategorii przewozów po drogach żelaznych i jeden z głównych warunków uprzemysłowienia okolic, które się w większej odległości od kopalń znajdują. W Niemczech w r. 1913 przewozy węgla wynosiły 40% ogółu przewozów towarowych po drogach żelaznych. Dla uniknięcia przewozu paliwa, fabryki powstają w bliskości kopalń węgla, a wtedy drogi żelazne dowożą surowce, potrzebne do fabrykacji.

Przyrodzone bogactwa kopalniane, zwykle skupione w dość ograniczonych okręgach, powodują zgęszczenie w nich sieci dróg żelaznych, czego nie wymaga wytwórczość rolnicza, rozciągająca się na większe obszary. W środowiskach przemysłu, gdzie się dokonywa przeróbka surowców, w portach, gdzie się odbywa ich dowóz i przeladunek, w stolicach i większych miastach zbiegające się linie dróg żelaznych wytwarzają *węzły kolejowe*.

Zastanawiając się nad czynnikami, od których zależy układ i rozwój sieci kolejowej, zwracamy uwagę przede wszystkim na *ruch towarowy* ze względu na to, że posiada on na drogach żelaznych przeważające znaczenie. *Ruch osobowy* tylko w wyjątkowych wypadkach rozwija się samodzielnie, przeważnie zaś w związku z ruchem towarowym, i posiada dla dróg żelaznych pośrednie znaczenie gospodarcze, ze względu na wpływ, jaki na ten ruch wywiera. Stwierdzają to cyfry poniższej tablicy 5, w której podano dla niektórych sieci dróg żelaznych tonaż brutto przewozów towarowych w *tkm* ładunków i tary i dochód z tychże w procentach od ogółu przewozów.

Tablica 5.

NAZWA PAŃSTWA	Tonaż brutto przewozów towarowych w % od ogółu przewozów ¹⁾	Dochód z przewozów		Dochód z przewozów towarowych w % od ogólnego dochodu z przewozu
		osobowych	towarowych	
		w % od ogólnego dochodu eksploatacji		
Wielka Brytania . . . 1912	—	42	54	56
St. Zjednoczone A. P. 1912	88	23	69	75
Francja 1911	57	44	54	55
Rosja 1911	73	19	71	79
Austrja 1913	67	25	70	73
Niemcy 1913	59	29	65	69
Polska 1922	—	33	60	65

Jak widać z tablicy 5, przewozy towarowe i dochód z tychże wynosi około $\frac{2}{3}$ do $\frac{3}{4}$ ogółu przewozów i dochodów z nich brutto, a czasem nawet więcej. Dodać należy, że opłata za przewozy osobowe zwykle pokrywa za ledwie koszt własne przewozu, a czasem nawet jest niższa niż ostatnie, że więc na ogół dochodowość dróg żelaznych zależy przeważnie od ruchu towarowego.

Z uwag powyższych widocznem jest, że warunki orograficzne i geologiczne kraju, jego położenie względem morza i system rzeczny, jego bogactwa przyrodzone, uprzemysłowienie i zaludnienie, wywierają potężny wpływ na układ w nim komunikacyj. Rozpatrywane z tego punktu widzenia, stanowią one przedmiot tak zwanej geografji komunikacyjnej, w ciałniejszym zaś i bliżej interesującym nas zakresie, przedmiot *geografji dróg żelaznych*.

3. Potrzeby komunikacyjne Polski. Położenie geograficzne Polski. Jej wytwórczość i przemysł. Komunikacje wodne. Gęstość sieci kolejowej w poszczególnych dzielnicach. Potrzeba rozwoju sieci. Plan budowy dróg żelaznych. Drogi żelazne wąskotorowe.

Odrodzone Państwo Polskie powstało z połączenia dzielnic, które przeszło od wieku wchodziły w skład trzech państw różnych. Wynikło stąd, że sieć kolejowa polska jest zlepkiem części trzech sieci, które powstały w odmiennych, sztucznie wytworzonych warunkach państwowych i nie odpowiadają rzeczywistym potrzebom kraju. Aby więc sądzić o potrzebach komunikacyjnych Polski pod względem zaopatrzenia w drogi żelazne, niezbędnem jest rozpocząć od rozpatrzenia ogólnych warunków, w jakich się kraj nasz znajduje obecnie jako całość, pod względem położenia geograficznego, bogactw przyrodzonych, uprzemysłowienia, zaludnienia i in.

Geograficzne położenie Polski jest pod względem komunikacyjnym nader korzystne. Składa się na to dostęp do morza, panowanie nad dorzeczem Wisły, połączonej z sąsiednimi rzekami: Niemnem, Dnieprem i Elbą, i teren równy, ułatwiający komunikację lądową zarówno ku morzu jak i w kierunku zachodnio-wschodnim.

Jednakże wewnętrzne komunikacje wodne nie dają w Polsce tych korzy-

¹⁾ Określono przybliżenie, przyjmując, że średni ciężar pociągów na tonnę ładunków i na podróżnego jest mniej więcej jednakowy.

ści, jakich by od nich oczekiwać można. Wisła jest uregulowana zaledwie na nieznacznej długości dolnego biegu i w tej tylko części połączenie jej z Notecią ma znaczenie dla żeglugi. Urzeczywistnienie zaś projektów regulacji Wisły i budowy kanałów wymaga wielu lat dziesiątków i ze względów przytoczonych powyżej (patrz str. 24—26) nader ogólnego traktowania co do spodziewanych korzyści ekonomicznych.

Wobec tego drogi żelazne nabierają w Polsce tem większego znaczenia, gdyż prawie wszystkie przewozy masowe, zarówno w komunikacji miejscowej jak i zagranicznej, do granic lądowych i do morza, po nich się odbywają.

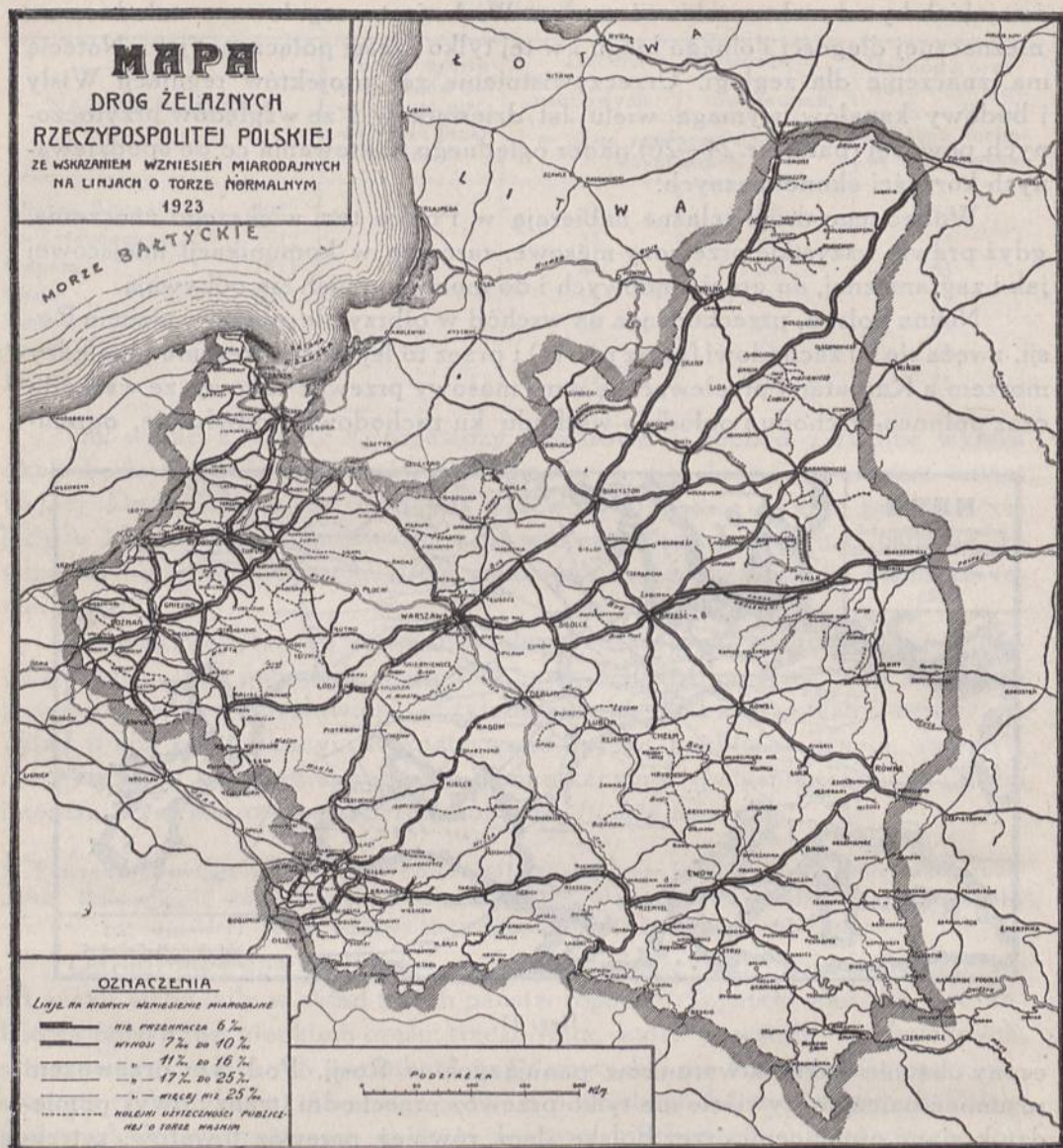
Nizina polska, przechodząca na wschód w olbrzymie obszary nizinne Rosji, zwęża się ku zachodowi (patrz rys. 11) i przez to lejowate zwężenie pomiędzy morzem a Karpatami przelewać się musi masowy przewóz lądowy ze wschodu oraz północo-wschodu i południo-wschodu ku zachodowi i odwrotnie, ograni-



Rys. 11.

czony obecnie wskutek warunków panujących w Rosji. Pod tym przewozem rozumieć należy oczywiście nie tylko przewóz przechodni (transytowy) pomiędzy krajami ościennymi przez Polskę, lecz również przewóz towarów, zatrzymujących się w Polsce dla przeróbki lub składu, który wpływa potężnie na rozwój polskiego przemysłu i handlu. Najkrótsze połączenia kolejowe całej Europy zachodniej przez Berlin lub Lipsk z Moskwą, południową Rosją i Dalekim Wschodem, a przez Wrocław lub Bogumin również z Rosją północną, prowadzą przez Polskę.

Warunki techniczne przewozu po drogach żelaznych polskich dobrze charakteryzują największe wzniesienia linii kolejowych, według których obliczany jest skład pociągów (tak zwane *wzniesienia miarodajne*). Jak widać z mapy (rys. 12), na najważniejszych liniach transytowych wzniesienia te są nader łagodne, gdyż nie przewyższają 7‰. Do dróg żelaznych górskich o wzniesieniach dochodzących do 30‰ należą nieliczne drugorzędne linie podkarpackie.



Rys. 12.

Wytwórczość Polski w zakresie bogactw kopalnych ześrodkowuje się w południowo-zachodniej części kraju, a mianowicie: węgla w zagłębiach Dąbrowskiem, Śląskiem i Krakowskiem, gdzie znajdują się również kopalnie rud żelaza, cynku, ołowiu i innych metali; soli w zagłębiu Krakowskiem; nafty na Podkarpaciu wschodniem. W r. 1913 ogólna produkcja węgla w zagłębiu Śląsko-Polskiem wynosiła 42 miliony тонн, z których 33 miliony тонн w części Górnego Śląska przyznanej Polsce, ropy zaś naftowej 1,1 miliona тонн. W r. 1921 ogólna produkcja węgla w Polsce wynosiła 30 milionów тонн, ropy zaś 0,7 miliona тонн.



Rys. 13.

Wytwórczość przemysłowa w zakresie metalurgicznym i mechanicznym skupia się w okręgach kopalnianych oraz w okolicach Kielc i Radomia. Pozostała wytwórczość przemysłowa rozwija się w znacznie szerszych okręgach, położonych również przeważnie w południowo-zachodniej części państwa. Przemysł tkacki rozwija się zwłaszcza w okręgu łódzkim, częstochowskim, cieszyńsko-bielskim i białostockim.

Drogi żelazne.

Duże przestrzenie leśne są eksploatowane w województwach wschodnich, zwłaszcza w poleskim i nowogródzkim. Wywóz drzewa z Polski wynosi w r. 1922 około 1,5 miliona tonn czyli około 2,5 miliona metrów sześciennych.

Na pozostałej przestrzeni kraju przeważa mniej lub więcej intensywnie prowadzone rolnictwo. Ogólny zbiór zboża na ziemiach Rzeczypospolitej wynosił w r. 1913 11,7 miliona tonn i w r. 1922 10,0 milionów tonn, nadto kartofli w r. 1913 24,6 miliona tonn i w r. 1922 33,2 miliona tonn.

Pod względem *długości dróg żelaznych* Polska zajmuje według tab. 2 (str. 42) szóste miejsce w szeregu państw europejskich, bezpośrednio po Włoszech. Pośledniejsze miejsce przypadnie sieci kolejowej polskiej, rozpatrywanej jako całość w stosunku do powierzchni i zaludnienia. W byłej dzielnicy rosyjskiej stosunek ten okazuje się gorszy niż w roku 1913 we wszystkich państwach europejskich z wyjątkiem Turcji, Serbji i Bułgarji. Jeżeli do porównania gęstości sieci zastosujemy miernik \sqrt{ab} (porównaj kolumnę ostatnią tab. 2), uwzględniający zarówno powierzchnię jak i zaludnienie, to i wówczas Polska zajmie w szeregu państw europejskich jedno z miejsc ostatnich.

Z rozpatrzenia wskaźników gęstości sieci w poszczególnych dzielnicach Polski (tab. 6) widocznem jest, że przyczynia się do tego głównie brak dróg żelaznych w byłej dzielnicy rosyjskiej, w której gęstość sieci jest prawie dwa razy mniejsza niż w byłej dzielnicy austriackiej i prawie cztery razy mniejsza niż w byłej dzielnicy pruskiej. Szeroka przestrzeń b. Królestwa Kongresowego na lewym brzegu Wisły odcina się wprost brakiem dróg żelaznych od sąsiednich województw: poznańskiego i pomorskiego (por. rys. 13), od których nie różni się zasadniczo pod względem warunków naturalnych.

Tab. 6. Długość dróg żelaznych w poszczególnych dzielnicach Polski w stosunku do ich powierzchni i zaludnienia 1. I. 1924 r.

D Z I E L N I C E	Powierzchnia km ²	Ludność tysięcy	Długość dróg żelaznych			
			km	na 100 km ² a	na 10 tys. mieszkań. b	na \sqrt{ab}
1. Była dzielnica rosyjska (województwa: warszawskie, łódzkie, kieleckie, lubelskie, białostockie, nowogródzkie, poleskie, wołyńskie i ziemia wileńska)	260 331	15 337	7 423	2,85	4,84	3,72
2. Była dzielnica austriacka (województwa: krakowskie, lwowskie, stanisławowskie i tarnopolskie)	80 089	7 628	4 417	5,51	5,79	5,65
3. Była dzielnica pruska (województwa: poznańskie, pomorskie i śląskie)	46 214	3 894	4 805	10,40	12,35	11,34
Ogółem	386 634	26 859	16 645	4,30	6,19	5,16
Prócz tego w zarządzie Państwa Polskiego na terytorjum wolnego miasta Gdańska	—	—	140	—	—	—

Należy jednak zauważyć, że przy tej samej gęstości sieci w stosunku do powierzchni i zaludnienia potrzeba komunikacji kolejowej może być różna w zależności od rolniczego lub przemysłowego charakteru miejscowości, od rodzaju przemysłu i in. Potrzeba ta może więc być słuszniej oceniona na podstawie danych o rzeczywistej ilości przewozów, jakie otrzymuje droga żelazna z każdego km^2 oraz o gęstości ruchu na drogach żelaznych, które w rozpatrywanej miejscowości już istnieją.

Tego rodzaju obliczenia, które przeprowadził inż. S. Sztolcman według statystyki z ostatnich lat przed wojną, wskazują, że w b. Królestwie Kongresowem przypadało średnio 2,9 miliona $t\text{km}$ przewozu ładunków po drogach żelaznych na $100 km^2$ powierzchni, że jednak około 19% ogólnej powierzchni b. Królestwa Kongresowego położone było w odległości większej niż 30 km od dróg żelaznych, pozostałe zaś miejscowości dawały drogom żelaznym ze $100 km^2$ powierzchni bardzo niejednakowe ilości przewozów, a mianowicie: b. gubernje Piotrkowska, Kielecka, Lubelska i Warszawska od 9,8 do 4,5, Radomska i Siedlecka od 2,9 do 2,5, Łomżyńska zaś, Kaliska, Płocka i Suwalska zaledwie 1,2 do 0,3 miliona $t\text{km}$ przewozu ładunków na rok.

Co do gęstości ruchu zauważyć należy, że rząd rosyjski pobudował we wschodniej połowie Królestwa około 740 km linii strategicznych (Lublin-Łuków, Brześć-Chełm, Siedlce-Ostrołęka-Łapy, Ostrołęka-Pilawa, Siedlce-Wołkowysk, Orany-Grodno), nie mających znaczenia ekonomicznego. Linje te, poczęści o kolei podwójnej, przewoziły rocznie na km swojej długości mniej niż 0,1 miliona $t\text{km}$. Natomiast gęstość ruchu towarowego na pozostałych drogach żelaznych b. Królestwa Kongresowego wynosiła 1,6 miliona $t\text{km}/km$, w szczególności zaś 1,0 milion $t\text{km}/km$ na jednotorowych i 2,2 miliona $t\text{km}/km$ na dwutorowych. Na dwutorowej drodze żel. Warszawsko-Wiedeńskiej gęstość ruchu na odcinku Żąbkowice-Częstochowa wynosiła 4,1 miliona $t\text{km}/km$, podczas gdy średnia gęstość ruchu na wszystkich drogach żelaznych b. Królestwa Kongresowego wynosiła zaledwie 1,25 miliona $t\text{km}/km$.

Z porównania cyfr powyższych z danymi dla innych państw, pomieszczonymi w kolumnach 15 i 16 tablicy 4, widocznem jest, że b. Królestwo Kongresowe, zwłaszcza zaś uprzemysłowiona południowo-zachodnia część jego, posiadały sieć dróg żelaznych, która już przed wojną nie odpowiadała potrzebom. Wskutek tego drogi żelazne w b. Królestwie Kongresowem pracowały w warunkach nie normalnego przeciążenia, zwłaszcza jeżeli dodać, że pociągi towarowe stanowiły na nich 40% do 68% ilości wszystkich pociągów, które były w ruchu. W szczególności droga żelazna Warszawsko-Wiedeńska nie miała sobie równej w świecie pod względem gęstości ruchu. Uwzględniając normalny wzrost ruchu według danych za lata ubiegłe i przyjmując średnią zdolność przepustową dróg jednotorowych na 1,2 miliona $t\text{km}/km$, dwutorowych zaś na 3,0 miliony $t\text{km}/km$, inż. Sztolcman dochodzi do wniosku, że dla zadośćuczynienia współczesnym potrzebom kraju niezbędna jest budowa w b. Królestwie Kongresowem około 2 tysięcy km dróg żelaznych, z których najpotrzebniejsze są dwie nowe linje z zagłębia Dąbrowskiego w kierunku północnym i wschodnim.

Wprawdzie w obecnym okresie przejściowym ruch towarowy jest dotąd słabszy niż przed wojną, ale przyczyny wywołujące jego nierównomierność, które sprawiają, że ilość przewozu ładunków drogami żelaznymi, odniesiona do powierzchni terytorjum, jest w b. dzielnicy rosyjskiej 1,7 raza mniejsza niż w b. dzielnicy austriackiej i 4,2 raza mniejsza niż w b. dzielnicy pruskiej (por. kolumnę przedostatnią tablicy 4), pozostają te same. Przytem ilość ruchu osobowego przechodzi już normy przedwojenne.

W roku 1920 ministerjum kolei żelaznych opracowało szeroko pomyślany plan *rozwoju sieci dróg żelaznych w Polsce* (rys. 13), obejmujący budowę przeszło 4 tysięcy km nowych linii w b. Królestwie Kongresowem i poczęści w b. dzielnicy austriackiej. Plan ten oparto na potrzebie równomiernego zasilania kraju w paliwo mineralne i inne bogactwa mineralne polskich zagłębi węglowych, wywozu fabrykatów z okręgów przemysłowych: warszawskiego, łódzkiego i sosnowieckiego i dowozu do nich surowców i aprowizacji, ułatwienia tranzytu i komunikacji z Bałtykiem przez Gdańsk i in. Biorąc pod uwagę roczne spożycie węgla w innych państwach, jako to w Niemczech 3,2 t, we Francji 1,5 t i w Austrii 1,0 t na mieszkańca, oceniono roczne spożycie węgla w b. Królestwie Kongresowem na 1,0 t i na kresach wschodnich na 0,5 t na mieszkańca, co daje ogółem około 17 milionów t rocznie. Produkcja zagłębia Dąbrowskiego wynosi około 7 milionów t rocznie, pozostałe 10 milionów t spożycia pokryje Górny Śląsk polski. Linje kolejowe Warszawsko-Wiedeńska i Dęblińsko-Dąbrowska wywoziły przed wojną do 6 milionów t węgla i były przeciążone, a więc dla wywozu całego wewnętrznego zapotrzebowania węgla i wzmożonego przewozu innych ładunków potrzeba wybudować z Zagłębia jeszcze cztery nowe linje kolejowe, które ministerjum projektuje w kierunkach: *na Zduńską Wolę - Łęczycę - Płock - Brodnicę (-Gdańsk)*, *na Sandomierz - Hrubieszów*, *na Wieluń-Konin-Gopło* i *na Opoczno - Nowe Miasto-Warszawę*.

Produkcja ropy naftowej w zagłębiu Borysławskim dochodziła przed wojną do 2-ch milionów tonn. Wywóz jej w kierunku północnym na Gdańsk będzie ułatwiony linją projektowaną z *Ostrowca przez Radom-Skierniewice-Płock* i dalej nowem połączeniem, które wchodzi w skład drogi żelaznej z *Łodzi (Widzewa) przez Zgierz-Płock-Sierpc do Brodnicy*, która na długości od Łodzi do rz. Wisły wprost Płocka już się buduje.

Dla prostszego połączenia Warszawy z Poznaniem wybudowano linję *Kutno-Strzałków*.

Z innych projektowanych dróg żelaznych, które weszły do planu ministerjum (rys. 13), główniejsze są:

Lublin-Belżec, ulepszająca połączenie Warszawy ze Lwowem, na drodze tranzytowej pomiędzy Gdańskiem a Rumunją, i

Rudki-Janów-Warszawa, odciążająca to połączenie;

Koluszki-Radom-Lublin, ulepszająca połączenia Łodzi w kierunku południowo-wschodnim;

Kraków-Miechów, skracająca połączenie Krakowa z Warszawą,

oraz drugorzędne:

Płock-Łomża-Augustów, *Piotrków-Wieluń-Wieruszów*, *Włocławek-Płock-Modlin*,

Kielce-Sandomierz, Rzeszów-Tarnobrzeg i kilka linii górskich w województwie krakowskim i lwowskim.

Powyższe obliczenia i plan rozwoju sieci dróg żelaznych według zamierzeń rządu dają ogólne pojęcie o potrzebach kraju w zakresie budowy nowych linii kolejowych, jednak potrzeb tych nie można uważać za dostatecznie wyjaśnione. Naszkicowany plan rozwoju sieci dróg żelaznych będzie niewątpliwie ulegał zmianom w zależności od bardziej szczegółowych poszukiwań ekonomicznych, które poprzedzać winny urzeczywistnienie każdej nowej komunikacji, wykonanie zaś jego będzie zależęć od środków skarbu państwa i konieczności zadosyćczynienia innym potrzebom istniejącej sieci kolejowej.

Ziemie polskie były w ciągu lat kilku terenem zaciętych walk w wojnie światowej i w czasie najścia bolszewickiego, przyczem *wiele najcenniejszych budowli kolejowych* uległo zupełnemu zniszczeniu i *winno być z gruntu odbudowanych*. Według danych z r. 1923, odbudować należy przeszło 20 km. bież. mostów, przeważnie większych otworów, 60 dworców, 200 budynków administracyjnych, 800 domów mieszkalnych, 250 magazynów, 150 stacyj wodnych, 25 parowozowni, 3 warsztaty główne i in.

Istniejące drogi żelazne, w miarę wzrastania ruchu i dojścia do nich nowych linii, wymagają rozwoju i przebudowy urządzeń, zwłaszcza tych, od których zależy zdolność przepustowa dróg żelaznych. Niezbędny jest przede wszystkim *rozwój stacyj*, zwłaszcza węzłowych. Najpilniejsza jest przebudowa węzła kolejowego w Warszawie, z budową nowego mostu przez Wisłę, gdyż w tym węźle ogniskuje się cała sieć kolejowa polska. Pozatem pilna jest przebudowa i rozwój wielu innych stacyj węzłowych, jako to: w Kutnie, Dęblinie, Lublinie, Częstochowie, Żąbkowicach, Krakowie, Szczakowej i in.

Nowopowstała sieć dróg żelaznych polskich posiada w zakresie stacyj specjalne braki na pograniczu krajów ościennych, wynikłe z odcięcia pewnych stacyj węzłowych przy ustaleniu granic państwa, wzamian których muszą być wybudowane *nowe stacje węzłowe*, oraz z powstania nowych punktów granicznych, w których muszą być wybudowane *stacje celne i przeładunkowe*. Pilna więc jest budowa nowych stacyj węzłowych naprzeciw Piły, Iłowa i Gliwic, rozwój innych stacyj pogranicznych z Niemcami, Czecho-Słowacją i Rumunją i budowa stacyj przeładunkowych na granicy z Rosją i Łotwą, których koleje mają tor szerszy.

Wreszcie *tabor dróg żelaznych polskich* nie odpowiada potrzebom ruchu i wymaga znacznego uzupełnienia. Jak widać z danych tab. 3, Polska posiada bardzo niewiele taboru w porównaniu z innymi państwami europejskimi, gdy przeciwnie Prusy, w porównaniu z ilościanem r. 1913, posiadają taboru wielki nadmiar. Przewiduje się, jako niezbędne, nabycie w ciągu najbliższych lat pięciu 2750 parowozów, 4650 wagonów osobowych i 62380 wagonów towarowych, nie licząc tych, które będą potrzebne dla linii nowych.

Z wymienionych względów należy przypuszczać, że urzeczywistnienie sieci, obejmującej według planu ministerjum kolei żelaznych około 4 000 km nowych dróg żelaznych, będzie musiało ograniczyć się w najbliższych kilku latach do najpilniejszych linii w rozmiarze około połowy t. j. około 2 000 km.

Oprócz dróg żelaznych o torze normalnym, Polska posiada *sieć dróg żelaznych o torze wąskim* (60 do 100 cm), obejmującą na 1 stycznia 1923 r. 2 918 km linii

użyteczności publicznej (patrz rys. 12), w tem 1 768 *km* dróg żelaznych państwowych i 1150 *km* dróg żelaznych komunalnych i prywatnych. Przeważną część wąskotorowych dróg żelaznych państwowych, znajdujących się w b. dzielnicy rosyjskiej (2284 *km*), powstała z *kolejek polowych*, ułożonych w czasie wojny do zaopatrywania armji. Wynikło stąd, że kierunek tych kolejek nie zawsze odpowiada potrzebom miejscowym i że tabor oraz wszystkie ich urządzenia wymagają dostosowania do potrzeb ruchu handlowego, co się stopniowo odbywa obecnie. Około 620 *km* kolejek na froncie wschodnim, na przestrzeni od Kowla przez Baranowicze ku Oszmianie, posiada dla eksploatacji kolejowej znaczenie przeważnie gospodarcze, służąc do wywozu drzewa i innych materiałów na potrzeby dróg żelaznych.

Inne wąskotorowe drogi żelazne państwowe, jako to górnośląskie (wybudowane w okresie r. 1853 — 1856), święciańskie i małopolskie oraz wąskotorowe prywatne (w okolicach Warszawy i Łodzi) i komunalne w b. dzielnicy pruskiej, powstały w celach handlowych i ruch na nich jest większy niż na poprzednio wymienionych.

Jak to już zaznaczono, drogi żelazne znaczenia miejscowego, do których należą drogi wąskotorowe, posiadają duże znaczenie gospodarcze dla państwa i przypuszczać należy, że inicjatywa prywatna i poparcie jej ze strony państwa przyczynią się do rozwoju w Polsce szczupłej, jak dotąd, sieci tych dróg żelaznych.

Poniżej zestawiono niektóre dane dotyczące ilości taboru i gęstości ruchu na polskich drogach żelaznych państwowych o torze wąskim za rok 1922 r.

Długość eksploatacyjna (w tem 617 <i>km</i> znaczenia gospodar.) <i>km</i>	2 368
Ilość parowozów ogólna	325
„ „ na <i>km</i>	0,14
Ilość wagonów osobowych ogólna	269
„ „ „ na <i>km</i>	1,1
„ „ towarowych ogólna	4 462
„ „ „ na <i>km</i>	1,8
Przebieg pociągów ogólny, tys. <i>km</i>	3 169
Średnia ilość pociągów na dzień.	3,7
Ilość podróźnych ogólna, tys.	2 041
„ „ na <i>km</i> tys.	0,9
Przebieg podróźnych ogólny, osobo- <i>km</i> milionów	59,2
„ „ „ na <i>km</i> osobo- <i>km</i> tys.	26
Ilość ładunków ogólna, tys. <i>t</i>	1 080
„ „ „ na <i>km</i> tys. <i>t</i>	0,5
Przebieg ładunków ogólny, <i>tkm</i> milionów	32,6
„ „ „ na <i>km</i> , <i>tkm</i> tys.	14

ROZDZIAŁ V.

Administracja dróg żelaznych.

1. Organizacja zarządu dróg żelaznych. Organy kierownicze i wykonawcze. Zarząd dróg żelaznych prywatnych. Jedność zarządu komunikacji.

Drogi żelazne stanowią organizację gospodarczą, nie mającą sobie równej w państwie współczesnym pod względem szerokości zamierzeń i środków, i wymagają współdziałania olbrzymiej rzeszy pracowników różnych specjal-

ności i kwalifikacji. Tak np. w Niemczech ilość pracowników kolejowych wynosiła przed 1914 r. 700 000 t. j. trzecią część ogółu pracowników państwowych, wynagrodzenie zaś ich przekraczało miliard marek rocznie. Na dr. żel. polskich ilość pracowników (t. j. urzędników i robotników wszelkich kategorii) wynosiła na początku r. 1924 około 224 000, co stanowiło 51% ogółu pracowników państwowych, wynagrodzenie zaś ich wynosiło 397 milionów złp. rocznie. Należyta organizacja zarządu dróg żelaznych, mająca na celu taki podział i organizację pracy na drogach żelaznych, któreby dawały najlepsze wyniki, jest więc rzeczą pierwszorzędnej wagi dla państwa.

Bez względu na różnice w organizacji zarządu dróg żelaznych, *władza zwierzchnia* nad drogami żelaznymi należy zwykle do *ministra*, który ją sprawuje przy pomocy departamentów właściwego ministerjum.

To, co powiedziano wyżej o wzajemnym stosunku różnych rodzajów komunikacji i o znaczeniu ich zgodnego współdziałania, doprowadza do wniosku, że *jedność zwierzchniego zarządu komunikacyj* jest wysoce pożądana. Dlatego też w wielu państwach, jak np. w Anglii, Francji, Belgji, Niemczech, Austrii, Stanach Zjednoczonych A. P., wyodrębniono i ześrodkowano zwierzchni zarząd komunikacyj w specjalnem ministerjum komunikacji lub w ministerjum robót publicznych. Natomiast w innych państwach potrzeba zjednoczenia zarządu różnych rodzajów komunikacji nie była odczuta i z uwagi na zależność pewnych rodzajów komunikacji od organizacyj samorządowych lub innych oraz ze względów ubocznych poddano różne rodzaje komunikacji odrębnym dykasterjom.

Stosunek ministerjum do dróg żelaznych prywatnych i państwowych nie jest jednakowy: względem pierwszych ogranicza się on przeważnie do nadzoru i kontroli, względem drugich zaś obejmuje nadto zarząd zwierzchni budowy i eksploatacji dróg żelaznych. Ta podwójna rola ministerjum wywołuje niekiedy trudności w bezstronnem traktowaniu przez jedne i te same urzędy spraw dróg żelaznych państwowych i prywatnych, w których państwo nie jest jednakoowo zainteresowane pod względem gospodarczym. Aby uniknąć tych trudności, nadzór i kontrola dróg żelaznych prywatnych podlega w niektórych państwach osobnej *inspekcji dróg żelaznych prywatnych*. Inspekcja ta kieruje się w stosunku do towarzystw dróg żelaznych prywatnych warunkami koncesji czyli umowy nadawczej przedsiębiorstwa.

W liczbie spraw kolejowych zależnych od władzy zwierzchniej ministerjum, sprawy, dotyczące rozwoju sieci dróg żelaznych, wydawania koncesyj, ustalania taryf na przewozy i in., stanowią przedmiot polityki parlamentarnej. Natomiast zarząd ogólny budowy i eksploatacji dróg żelaznych państwowych obejmuje najważniejsze sprawy techniczno-gospodarcze, które z istoty rzeczy winny być od polityki uniezależnione i z tego względu oddane są w niektórych państwach *dyrekcji głównej dróg żelaznych państwowych*, podległej bezpośrednio ministrowi.

Zarząd bezpośredni drogami żelaznymi w obrębie pewnych okręgów sprawują *dyrekcje dróg żelaznych*.

Pierwsze drogi żelazne budowały i eksploatowały towarzystwa prywatne, które organizowały ich zarząd na wzór innych przedsiębiorstw handlowych. Akcjonariusze towarzystwa wybierali ze swego grona radę zarządzającą inte-

resami towarzystwa i decydującą o wszystkich ważniejszych jego sprawach. Rada mianowała do zarządzania drogą żelazną dyrektora, któremu podlegali naczelnicy wydziałów specjalnych, jako to utrzymania drogi, ruchu i przewozów oraz trakcji. Organizacja każdego z tych wydziałów pod względem zakresu działalności naczelników oddziałów miejscowych drogi żelaznej i innych pracowników, ich kompetencji, zwierzchnictwa i t. p. przeprowadzona była w każdym wydziale niezależnie, a więc tworzyły one jak gdyby oddzielne kolumny pionowe tej budowli administracyjnej.

Taka organizacja zarządu dróg żelaznych pozostała w głównych rysach dotąd w krajach, w których drogi żelazne znajdują się w rękach prywatnych, jako to w Anglii, Francji, Stanach Zjednoczonych A. P. i in., i istniała przed wojną również w Rosji. Natomiast w krajach jak Niemcy i Austrija, w których zarząd przeważnej części dróg żelaznych objęło państwo, wytworzyła się inna organizacja tego zarządu, wzorowana na kolegjalnych urzędach państwowych. Mianowicie sprawy dotyczące poszczególnych gałęzi eksploatacji załatwiane były nie przez poszczególne osoby i na ich odpowiedzialność, lecz przez urzędy różnych instancyj, jako to: zarząd główny dróg żelaznych, dyrekcje oddzielnych sieci i podległe im oddziały, które za wspólnem porozumieniem osób wchodzących w skład urzędu załatwiały w jego imieniu sprawy odnoszące się do wszystkich gałęzi eksploatacji.

W przeciwieństwie do służb specjalnych w zarządach prywatnych, jest to układ jak gdyby poziomy z podziałem na kolegjalne instancje, obejmujące w danym okręgu całokształt spraw kolejowych.

Jak widzimy, zastosowanie tego lub owego układu organów kierowniczych zarządu dróg żelaznych wytworzyło się historycznie w zależności od tradycji i zwyczajów miejscowych. Organizacja handlowa zarządu posiada niewątpliwie zalety większej sprężystości, jednakże na pewnych szczeblach tej organizacji wspólne załatwianie wszystkich spraw eksploatacji kolejowej może na ich bieg okazać wpływ korzystny. Dlatego też napotyka się układy zarządu pośrednie pomiędzy obu wymienionemi, np. w układzie rządowym niemieckim specjalizację oddziałów, przyjętą na dr. żel. pruskich, lub odwrotnie, w układzie handlowym, przy zachowaniu specjalnych wydziałów w dyrekcjach, oddziały miejscowe ogólne (na niektórych dr. żel. rosyjskich i in.).

Ilość instancyj zarządu bezpośredniego, jako to wymienione trzy, lub dwie, zależy od rozległości zarządzanej sieci, np. na małych sieciach zarząd główny może zlać się w jedno z dyrekcją drogi żelaznej. Aby wielostopniowość zarządu nie przedłużała biegu spraw i nie opóźniała decyzji, konieczne jest odpowiednie upoważnienie czyli nadanie kompetencji niższym instancjom, [zmierzające do *decentralizacji zarządu*. Przytem niezbędne jest ścisłe *rozgraniczenie kompetencji* każdej instancji i oparcie jej na odpowiedzialności osobistej, aby sprawy były załatwiane z zasady w jednej instancji, nie zaś dwukrotnie i nieodpowiedzialnie.

Wreszcie zarząd dróg żelaznych, jako przedsięwzięcia gospodarczego, winien być oparty na zasadach handlowych, nie zaś biurokratycznych.

Oprócz wymienionych organów zwierzchnich i kierowniczych, zarząd dróg żelaznych obejmuje *organy wykonawcze*. Są to pracownicy każdego rodzaju służby, rozmieszczeni na linii w miejscach lub okręgach zajęcia, jako to: służba drogowa, stacyjna, trakcyjna, warsztatowa i in.

Do należytego spełniania obowiązków przez personel kolejowy niezbędne jest zaopatrzenie wszystkich pracowników kolejowych w wyraźne *instrukcje*, oraz *nauczanie* (na kursach według specjalności, grupami miejscowymi i t. p.) i *egzaminowanie* personelu. Do osiągnięcia zaś możliwie największej wydajności pracy w poszczególnych działach specjalnych niezbędna jest dobra *organizacja pracy*, oparta na obserwacji i doświadczeniu.

2. Organizacja zarządu dróg żelaznych w Polsce. Ministerjum kolei żelaznych. Departamenty. Państwowa rada kolejowa. Dyrekcje kolejowe. Rady dyrekcyjne. Oddziały i podległe im organy wykonawcze. Zarządy budowy.

W Państwie Polskiem [utworzone było pierwotnie w r. 1919 ministerjum komunikacji, któremu podlegały drogi żelazne i drogi wodne, podczas gdy drogi zwyczajne podlegały ministerjum spraw wewnętrznych. W r. 1920 utworzone zostało osobne ministerjum kolei żelaznych, drogi zaś wodne i zwyczajne zostały przeniesione pod zarząd ministerjum robót publicznych.

Według statutu organizacyjnego z dnia 18 października 1923 r., *ministerjum kolei żelaznych* dzieli się na 6 departamentów: administracyjny, finansowy, handlowo-taryfowy, eksploatacyjny, utrzymania i budowy, mechaniczny i zasobów.

Departamenty załatwiają następujące sprawy:

Departament administracyjny: sprawy rejestracji, wynagrodzenia i nauczania personelu oraz dyscyplinarne, emerytalne, sanitarne i prawne;

Departament finansowy: sprawy budżetu i sprawozdań rocznych, kontroli dochodów i rozchodów, reklamacyj oraz buchalteryjne i kasowe;

Departament handlowo-taryfowy: sprawy tariff i przepisów dotyczących przewozu osób, bagażu i towarów, sprawy umów handlowych i konwencji między państwowych o komunikacji bezpośredniej;

Departament eksploatacyjny: sprawy ruchu, rozkładów jazdy i planów przewozów, dyspozycji taborem, wypadków;

Departament budowy i utrzymania kolei: sprawy budowy nowych linii i utrzymania istniejących w zakresie budowy spodniej i wierzchniej, mostów, architektury, telegrafu i telefonów oraz urządzeń zabezpieczających ruch pociągów;

Departament mechaniczny i zasobów: sprawy trakcji, nabycia i utrzymania taboru i urządzeń trakcyjnych, warsztatów, oraz sprawy normalizacji, zakupu i użytkowania inwentarza i materiałów.

Departamenty ministerjum mają kierownictwo budowy i eksploatacji dróg żelaznych państwowych i nadzór nad nimi oraz nadzór nad budową i eksploatacją dróg żelaznych prywatnych.

Departamenty dzielą się na wydziały. Prócz tego istnieje wydział prezydjalny, nie włączony do departamentów, który załatwia sprawy wynikające ze stosunków ministerjum do sejmu, senatu, rady ministrów i państwowej rady kolejowej, sprawy związków zawodowych i in.

Przy ministrze kolei żelaznych utworzona jest w charakterze organu doradczego i opiniodawczego *Państwowa Rada Kolejowa* z przedstawicieli ministerjów, wybitnych fachowców, oraz wybieralnych przedstawicieli większych miast

i ciał samorządowych, organizacyj gospodarczo-społecznych i dyrekcyjnych rad kolejowych, mająca za zadanie rozważanie i opinjowanie w sprawach: rocznych sprawozdań i planów gospodarki kolejowej, głównych zasad eksploatacji, ogólnych planów budowy nowych dróg żelaznych i rozwoju istniejących pod względem gospodarczo-państwowym, zasad koncesjonowania dróg żelaznych, taryf, planu przewozów, wyzyskania taboru i in. W tymże charakterze doradczym i opiniodawczym utworzona jest przy ministrze na czas przebudowy węzła kolejowego warszawskiego komisja do spraw tegoż węzła.

Dyrekcje kolejowe w liczbie 9 (warszawska, radomska, wileńska, krakowska, lwowska, stanisławowska, poznańska, gdańska i katowicka) zarządzają eksploatacją dróg żelaznych państwowych i mają nadzór nad eksploatacją dróg żelaznych użytku prywatnego. Dyrekcje posiadają wydziały techniczne: utrzymania i budowy, eksploatacyjny oraz mechaniczny i zasobów, nadto zaś wydziały: administracyjno-prawny, rachunkowy i kontroli zasobów, handlowo-taryfowy oraz wydział kontroli dochodów.

Na czele dyrekcji kolejowej stoi *prezes dyrekcji*. Na czele wydziałów dyrekcji stoją *naczelnicy wydziałów*.

W charakterze organu doradczego i opiniodawczego utworzone są przy dyrekcjach *dyrekcyjne rady kolejowe*, których skład i zakres działania, ograniczony obrębem dyrekcji, jest podobny do składu i zakresu działania państwowej rady kolejowej.

Dyrekcja kolejowa i jej wydziały stanowią jednolity zarząd drogi żelaznej, któremu podlegają *oddziały kolejowe* na linii. Oddziały kolejowe są następujące: utrzymania i budowy, eksploatacyjne i mechaniczne. Oddziałom, na których czele stoją naczelnicy oddziałów, podlegają miejscowe *jednostki administracyjne wykonawcze*, jako to oddziałom utrzymania i budowy: *odstępny dozorców drogowych*, podzielone na *działki torowych*; oddziałom eksploatacji: *stacje, ekspedycje, służba pociągowa*; oddziałom mechanicznym: *parowozownie, drużyny parowozowe, obsługa maszyn stałych* i in.

Do prowadzenia budowy nowych dróg żelaznych mają być ustanawiane, w miarę potrzeby, *zarządy budowy kolei państwowych*, podległe bezpośrednio ministerjum lub dyrekcjom. Na czele zarządu budowy stoi *naczelnik budowy*. Jednostką administracyjną budującej się drogi żelaznej jest *oddział budowy*, podzielony zwykle na *sekcje*.

Jak widać z powyższego, w organizacji obecnej zarządu dróg żelaznych w Polsce przyjęto ustrój urzędów, zbliżony do pruskiego i austriackiego.

Bez względu na odmienną organizację zarządu dróg żelaznych w różnych krajach i przeobrażenia, jakim w wielu krajach organizacja ta ulega do ostatnich czasów, ogólnie stwierdzić się daje uznanie charakteru gospodarczego dróg żelaznych i dążenie do zapewnienia równowagi ich budżetu.

Wynika stąd potrzeba oparcia organizacji zarządu dróg żelaznych na zasadach handlowych. Konieczność przeprowadzenia tych zasad na drogach żelaznych została uznana również w zamierzeniach rządu Rzeczypospolitej w zakresie reform skarbowych. Przypuszczać więc można, że i u nas organizacja zarządu dróg żelaznych podlegać będzie dalszej ewolucji w tym kierunku.

ROZDZIAŁ VI.

Ustawodawstwo kolejowe.

1. Ustawy ogólne. Ustawy o wywłaszczeniu nieruchomości. Przepisy budowy i eksploatacji dróg żelaznych. Przepisy policyjne bezpieczeństwa. Przepisy przewozowe. Przepisy o nadzorze i kontroli państwowej. Ustawy dotyczące niższych typów dróg żelaznych. Umowy sąsiedzkie i międzynarodowe.

W początku budowy dróg żelaznych starano się stosować względem nich istniejące prawa ogólne. Stopniowo jednak ujawniały się właściwości dróg żelaznych, które wymagały odrębnego ich traktowania. Uwzględniano to przy układaniu warunków oddzielnych koncesyj na budowę i eksploatację dróg żelaznych, wydawanych towarzystwom prywatnym. Rozwój sieci dróg żelaznych i wzrastające ich znaczenie społeczne i państwowe sprawiły, że zamiast ustaw specjalnych, wydawanych dla każdej drogi oddzielnie, okazała się wkrótce konieczność wydania w pewnych dziedzinach *ustaw ogólnie obowiązujących* wszystkie drogi żelazne w danym państwie.

Pierwsze drogi żelazne były budowane przeważnie jako przedsiębiorstwa prywatne, którym należało ułatwić budowę przez przyznanie prawa wywłaszczenia nieruchomości, a często prócz tego gwarancyj i subsydjów pieniężnych. Z drugiej strony, nadając ważne przywileje towarzystwom prywatnym, należało zabezpieczyć interesy państwowe i społeczne, zwłaszcza co do prawidłowości i bezpieczeństwa przewozów oraz wysokości opłat przewozowych.

W tych warunkach powstały: *ustawy dotyczące udzielania koncesyj* na budowę i eksploatację dróg żelaznych i *wywłaszczenia nieruchomości* na ich użytek; *przepisy budowy i eksploatacji dróg żelaznych*, mające na celu zapewnienie prawidłowości i bezpieczeństwa przewozów; *przepisy policyjne o odpowiedzialności dróg żelaznych* za śmierć, kalectwo, wyrządzone szkody i straty oraz *o odpowiedzialności osób obcych* za niezachowanie przepisów bezpieczeństwa lub czyny przestępne względem drogi żelaznej; *przepisy przewozowe i taryfowe*; *przepisy o kontroli i nadzorze nad drogami żelaznymi* ze strony państwa co do wykonania nałożonych na nie zobowiązań i in.

W ustawach tych nie wszystkie drogi żelazne mogły być traktowane jednakowo. Jeżeli zauważyć, że motywem poddania dróg żelaznych osobnym ustawom jest wielkie ich znaczenie społeczne i państwowe, wpływające z monopolu przewozów masowych, oraz narażanie przez nie bezpieczeństwa publicznego, przeważnie w związku z szybkością pociągów, to przyznać należy, iż drogi żelazne trzeciorzędne i tak zwane kolejki dojazdowe różnych typów, często wąskotorowe, posiadające znaczenie miejscowe w niewielkim okręgu, o słabym ruchu i małej szybkości pociągów, nie mogą być porównywane pod tym względem z drogami żelaznymi pierwszorzędnymi. Z drugiej zaś strony zasługują one na specjalną pomoc i ułatwienia ze strony państwa jako ożywiające przemysł i handel w miejscowościach, gdzie te są słabo rozwinięte, i dostarczające przewozy głównym arterjom kolejowym.

Z powyższych względów w większości państw europejskich, jako to: w Anglii, Francji, Belgii, Niemczech, Austrii, Rosji i in., wydano osobne *ustawy, dotyczące dróg żelaznych znaczenia miejscowego i dojazdowych*, o cechach specjalnie określonych.

Rozwój komunikacji bezpośredniej na głównych drogach żelaznych wywołał potrzebę zawarcia *umów sąsiedzkich* handlowych i technicznych *między sąsiednimi sieciami* dla ułatwienia przewozów i wogóle eksploatacji. Komunikacja bezpośrednia z krajami zagranicznymi wymagała *umów międzynarodowych*, które, o ile były zawarte przez państwa, zyskiwały w nich moc obowiązującego prawa.

Wprowadzenie w wykonanie pomienionych ustaw i *umów* wymagało następnie *szczegółowych przepisów, rozporządzeń i instrukcyj*.

W ten sposób powstało w poszczególnych krajach specjalne ustawodawstwo kolejowe.

2. Ustawodawstwo kolejowe na drogach żelaznych polskich. Ustawa o koncesjach. Przepisy o wywłaszczeniu. Przepisy przewozowe. Przepisy ruchu. Przepisy techniczne o budowie i eksploatacji dróg żelaznych trzeciorzędnych i wąskotorowych. Ważniejsze ustawy i przepisy w byłych dzielnicach rosyjskiej, austriackiej i pruskiej. Związek Zarządów dr. żel. niemieckich. Konwencje i umowy międzynarodowe. Międzynarodowy Związek kolejowy. Konwencje i umowy sąsiedzkie.

Na ziemiach polskich przed wojną 1914—1918 r. ustawodawstwo kolejowe było w każdym z trzech zaborów różne. Po zjednoczeniu dróg żelaznych w jedną sieć kolejową polską wynikła konieczność ujednostajnienia ustaw, przepisów i rozporządzeń, co jednak przedstawia nie mało trudności i wymaga dłuższego czasu. W obecnym okresie przejściowym niektóre ustawy i przepisy, obowiązujące na całej sieci dróg żelaznych polskich, są już wydane, inne pozostały dawne, a więc często różne w każdej z dzielnic. Ważniejsze *ustawy, przepisy i rozporządzenia* dotąd wydane *dla dróg żelaznych polskich*, są następujące.

1. *Ustawa o udzielaniu koncesyj na koleje żelazne prywatne z d. 14 października 1921 r.* obejmuje przepisy odnoszące się do udzielania zezwoleń na przeprowadzenie studjów przedwstępnych oraz prawa do budowy i eksploatacji dróg żelaznych użytku publicznego z inicjatywy prywatnej i na koszt prywatny. Ustawa ta określa warunki udzielenia pomienionych zezwoleń i koncesyj, pomocy ekonomicznej koncesjonariuszowi ze skarbu, terminu koncesji, przejścia drogi żelaznej na własność Rzeczypospolitej po jego upływie, wykupu drogi żelaznej przez rząd przed terminem koncesji, uprawnień koncesjonariusza co do przymusowego wywłaszczenia nieruchomości, budowy drogi żelaznej i przewozu; udziału państwa w zyskach i zmiany wysokości taryf; obowiązku koncesjonariusza w zakresie wypełnienia warunków technicznych budowy i eksploatacji i nadzoru ministerjum nad ich wykonaniem; przewozu wojsk i poczty oraz korzystania przez rząd z urządzeń telegraficznych i telefonicznych; połączenia nowej linii z sąsiednimi drogami żelaznymi, wreszcie przejęcie drogi żelaznej w zarząd przymusowy, cofnięcia i wygaśnięcia koncesji.

Drogi żelazne znaczenia miejscowego oraz wąskotorowe nie są odróżnione w ustawie od innych dróg żelaznych użyteczności publicznej.

2. *Przepisy tymczasowe o wywłaszczeniu przymusowym na użytek dróg żelaznych*

i innych dróg komunikacyjnych lądowych i wodnych oraz wszelkich urządzeń użyteczności publicznej (dekret naczelnika państwa z dnia 7 lutego 1919 r.), określają tryb zajęcia, opisu i oszacowania majątności wywłaszczonych przymusowo na pomienione cele, jaki winien być stosowany zwykle, oraz przyspieszony, jeżeli majątki wywłaszczane na rzecz drogi żelaznej należy zająć niezwłocznie. Przepisy te przewidują również zajęcie czasowe nieruchomości oraz zajęcie materiałów na gruncie lub w gruncie się znajdujących.

3. *Przepisy przewozowe* z d. 1 marca 1919 r., z późniejszymi zmianami i uzupełnieniami, ustalają obowiązki i odpowiedzialność dróg żelaznych co do przewozów oraz określają szczegółowo warunki umowy o przewóz, obowiązujące drogi żelazne i osoby, które z nich korzystają, przy przewozie osób, bagażu, przesyłek, zwierząt i towarów.

4. *Przepisy techniczne projektowania i budowy kolei żelaznych użyteczności publicznej znaczenia ogólnego* z dn. 10 marca 1923 r. dotyczą dróg żelaznych pierwszorzędnych i drugorzędnych i zawierają wskazania ogólne co do kształtu linii kolejowej w planie i przekroju podłużnym i co do warunków, którym winny odpowiadać wszystkie budowle i urządzenia kolejowe. Na podstawie tych przepisów winny być opracowane dla każdej budującej się drogi żelaznej przepisy szczegółowe, podlegające zatwierdzeniu ministra kolei żelaznych.

W kształcie instrukcyj uzupełniających powyższe przepisy techniczne wydano *zasady określenia przelotności projektowanych linii kolejowych znaczenia ogólnego* z dnia 5 kwietnia 1923 r. i z tąż datą *podstawy do wyznaczania wielkości otworów mostów i przepustów na małych rzeczkach i suchodołach, przepisy o projektowaniu stacyj* i inne.

5. *Przepisy o skrajni budowli i taboru* z d. 10.III. 1923 r. określające granice przybliżenia budowli do toru i krańcowy obrys taboru.

6. *Przepisy o sygnalizacji* nie są dotychczas we wszystkich dzielnicach jednakowe i noszą charakter po części tymczasowy. Ogólne przepisy sygnalizacji są w opracowaniu.

7. *Przepisy ruchu* obejmują przepisy: zestawiania pociągów, przygotowania ich do ruchu pod względem zaopatrzenia w sygnały, ilości i rozmieszczenia osi hamowanych i in. oraz wykonywania manewrów, wyprawiania i przyjmowania pociągów, jazdy na szlaku, szybkości jazdy i jazdy po niewłaściwym torze; ruchu pociągów roboczych, wózków i drezyn; postępowania w razie wypadków i t. p.

8. *Przepisy techniczne o budowie i eksploatacji silnikowych dróg żelaznych normalnotorowych III rzędu i wąskotorowych użytku publicznego* obejmują zarówno warunki techniczne, którym odpowiadać winien kształt tych dróg w planie i przekroju, ich ustrój i zaopatrzenie, jako też przepisy ruchu w zakresie wskazanym w punkcie 7.

Przepisy gospodarki parowozowej ustalają zasady najlepszego wyzyskania parowozów do ruchu pociągów, przetaczania wagonów i manewrów stacyjnych i określają obowiązki pod tym względem wydziału ruchu przy użytkowaniu parowozów i wydziału mechanicznego przy ich utrzymaniu i naprawie oraz sposób zapisu i kontroli pracy parowozów.

Przepisy gospodarki wagonowej mają na celu możliwie najzupełniejsze wyzyskanie siły nośnej wagonów i osiągnięcie szybkiego ich obrotu i w tym celu

określają porządek podstawiania, załadowywania i rozładowywania wagonów, zapisu ilo stanu i zapotrzebowania wagonów, ich rozdziału oraz kontroli postoju i sprawności obrotu.

Przepisy służbowe czyli instrukcje dla nadzorców drogowych, torowych, za-wiadowców stacji, ustawiaczy pociągów, zwrotniczych, konduktorów, maszynistów i in., wydawane przez poszczególne dyrekcje, określają szczegółowo obo-wiązki tych pracowników.

Ponieważ dawne *ustawy, przepisy i rozporządzenia, odnoszące się do dróg żela-znych w byłych dzielnicach rosyjskiej, austriackiej i pruskiej* nie zostały w znacznej części skasowane i przestały obowiązywać tylko w tych częściach, które zastąpiono nowymi, ważniejsze z nich przytoczono w wykazie poniższym.

1. Ustawy o koncesjach na budowę i eksploatację dróg że-laznych:

Rosyjska. *Prawila dla razreszenja postrojki żelaznych dorog* 1873 r.

Austrjacka. *Eisenbahnkonzessionsgesetz* 1854 r.

Pruska. *Gesetz über die Eisenbahnunternehmungen* 1838 r.

2. Ustawy o budowie i eksploatacji dróg żelaznych oraz o nadzorze nad bezpieczeństwem publicznym na drogach żela-znych.

Rosyjskie. *Obszczij ustaw rosijskich żelaznych dorog* 1885 r. część III.

Techniczeskija usłowja projektirowanja i sooruzenja żelaznych dorog perwostepen-naho znaczenja (magistralej) 1914 r.

Prawila techniczeskój eksploatacji żelaznych dorog odkrytych dla obszczaho polzo-wanja 1898 r.

Austrjacka: *Eisenbahnbetriebsordnung* 1851 r.

Pruska. *Eisenbahnbau- und Betriebsordnung* 1905 r.

3. Ustawy o sygnałach.

Rosyjska. *Obszczija prawila signalizacji na żelaznych dorogach* 1908 r.

Austrjacka. *Signalordnung für die Haupt- und Lokalbahnen* 1906 r.

Pruska. *Eisenbahnsignalordnung* 1907 r.

4. Ustawy o przewozach i taryfach.

Rosyjska. *Obszczij ustaw rosijskich żelaznych dorog* 1885 r. część I.

Austrjacka. *Betriebsreglement* 1909 r.

Pruska. *Eisenbahnverkehrsordnung* 1909 r.

5. Ustawy o drogach żelaznych znaczenia miejscowego (trze-ciorzędnych).

Rosyjskie. *Połozenje o podjezdnych putiach* 1887 r.

Prawila sooruzenja i eksploatacji parowoznych podjezdnych k żelaznym dorogam pu-tej obszczaho polzowanja 1892 r.

Austrjacka. *Gesetz über Bahnen niederer Ordnung* 1910 r.

Pruska. *Gesetz über Kleinbahnen und Privatanschlussbahnen* 1892 r.

Umowy Związku Zarządów dróg żelaznych niemieckich.

W celu porozumienia co do ulepszeń w kolejnictwie, zwłaszcza zaś ujedno-stajnienia urządzeń kolejowych, zarządy dróg żelaznych w Niemczech zawarły je-szcze w połowie zeszłego wieku *Związek Zarządów dróg żelaznych niemieckich (Verein)*.

Wynikiem działalności Związku były następujące *umowy techniczne o budo-wie i eksploatacji dróg żelaznych* opracowane przez Związek i przyjęte przez za-rządy dróg żelaznych, które do niego należały:

1. *Technische Vereinbarungen über den Bau und die Betriebseinrichtungen der Haupt-und Nebeneisenbahnen, 1909—12 r.*

2. *Grundzüge für den Bau und die Betriebseinrichtungen der Lokaleisenbahnen* 1908 r.

Niektóre z artykułów warunków technicznych dla dróg pierwszorzędnych i drugorzędnych były obowiązujące dla wszystkich dróg żelaznych należących do Związku, natomiast pozostałe miały charakter polecający.

Do Związku Zarządów dróg żelaznych niemieckich przystąpiły w siódmym dziesiątku ubiegłego stulecia drogi żelazne austriackie, w następstwie zaś i inne sąsiednie, w tej liczbie dr. żel. Warszawsko-Wiedeńska i Łódzka. W r. 1916 długość dróg żelaznych, należących do Związku, wynosiła 111 500 *km*. Wynikło stąd, że urządzenia na drogach żelaznych we wszystkich trzech zaborach, z wyjątkiem dróg żelaznych o torze rosyjskim, dostosowane były pod względem technicznym do przepisów Verein'u, na których, licząc się ze stanem faktycznym, winny były się oprzeć również przepisy polskie.

Prócz przepisów technicznych, Verein opracował i wprowadził w życie na drogach do związku należących przepisy o wzajemnym użytkowaniu wagonów i in.

Umowa międzynarodowa o jedności technicznej (konwencja Berneńska).

Potrzeba ustalenia przepisów co do szerokości toru i warunków technicznych, którym winny odpowiadać wagony towarowe w celu ułatwienia przewozów towarowych w komunikacji międzynarodowej w szerszym zakresie, niż to miało miejsce według umowy Verein'u, dawno odczuwać się dawała. Umowa, zapoczątkowana w tym celu przez Szwajcarię w r. 1882 ze względu na otwarcie dr. żel. Gotardzkiej, była przyjęta pierwotnie przez Francję, Włochy, Austrię i Niemcy, następnie zaś przez większość państw na kontynencie Europy. Oświadczeniem rządu z dn. 4.IV. 1922 r. Rzeczpospolita Polska przystąpiła do konwencji Berneńskiej.

Umowy o wzajemnym użytkowaniu wagonów w komunikacji międzynarodowej.

Z końcem wojny w r. 1918 wiele dróg żelaznych odpadło od niemieckiego Verein'u i okazała się potrzeba zawarcia na innych, szerszych podstawach umów o wzajemnym użytkowaniu wagonów w komunikacji międzynarodowej. Z inicjatywy Szwajcarii, umowy takie zawarto w r. 1921 w Stresa i Rzeczpospolita Polska do nich przystąpiła.

Międzynarodowy Związek kolejowy. (Union internationale des chemins de fer, U. I. C.)

Z inicjatywy Francji, powziętej na konferencji Genuńskiej, zawiązany został w r. 1922 Międzynarodowy Związek kolejowy, mający za zadanie ujednostajnienie i ulepszenie warunków budowy i eksploatacji dróg żelaznych z uwzględnieniem potrzeb ruchu międzynarodowego europejskiego. Przy Związku utworzono stałe komisje: ruchu osobowego, ruchu towarowego, rozrachunków, wymiany taboru i spraw technicznych. Związek, którego siedzibą jest Paryż, obejmuje ogółem blisko 250 tys. *km* dróg żelaznych. Rzeczpospolita Polska przystąpiła również do tego związku i posiada swoich przedstawicieli w jego zarządzie i w dwóch komisjach.

Konwencje i umowy sąsiedzkie. Prócz konwencji i umów, wymienionych powyżej, Rzeczpospolita Polska zawarła konwencje z w. m. Gdańskiem i Niemcami co do wolnego tranzytu oraz umowy sąsiedzkie ze wszystkimi ościennymi państwami w sprawach bezpośredniej komunikacji kolejowej.

DZIAŁ II.

Tabor i technika ruchu kolejowego.

ROZDZIAŁ I.

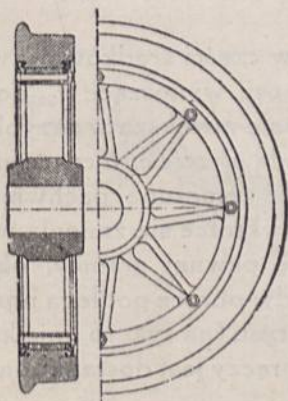
Spód pojazdu kolejowego.

1. Ogólny ustrój spodu. Zestawy kół. Maźnice i zawieszenie pudła. Równoleżność osi.

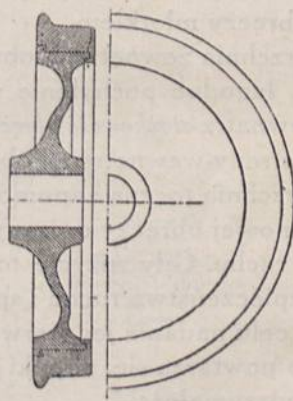
Koła pojazdu kolejowego osadzone są nieruchomo na osi, tworząc z nią jedną całość czyli zestaw kół.

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

Na wozaku spoczywa pudło, przysposobione do przewozu ludzi lub towarów, w parowozach zaś kocioł i maszyna.



Rys. 14.



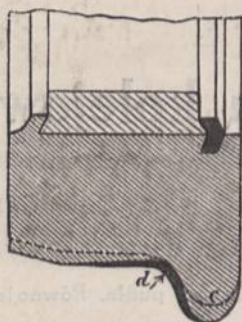
Rys. 15.

Koła wykuwa się z żelaza lub też odlewa z żelaza lanego lub stali, a nasadza się na oś zapomocą tłoczni hydraulicznej.

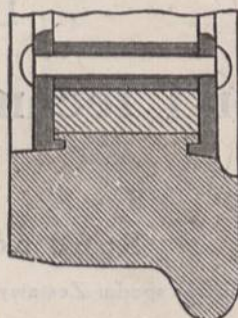
Koła bywają szprychowe (rys. 14) lub tarczowe (rys. 15). Koła tarczowe stosowane są tylko w wagonach.

Na koło nasadza się stalowa obręcz.

Obręcze walcuje się z jednej sztuki bez spawania. Stykające się ze sobą powierzchnie koła i obręczy obtacza 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 wstrząśnień przy ruchu przyleganie obręczy do koła może osłabnąć, łączy się obręcz z kołem zapomocą pierścieni (rys. 16), śrub (rys. 17) i innych sposobów.



Rys. 16.



Rys. 17.

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 zapomocą ostukania obręczy młotkiem.

Powierzchnia zewnętrzna obręczy ma w części środkowej, zwanej *powierzchnią toczną*, łagodne pochylenie względem osi, wynoszące $\frac{1}{20}$ do $\frac{1}{16}$. W kierunku na zewnątrz *stożkowość obręczy* zwykle się zwiększa w przybliżeniu do $\frac{1}{10}$ lub $\frac{1}{7}$. Od strony wewnętrznej obręcz posiada *obrzeże c*, łączące się ze stożkową powierzchnią toczną zapomocą łagodnie zatoczonej pachwiny *d*.

Obrys nowej obręczy opisany powyżej wkrótce się zmienia wskutek zużycia podczas ruchu. Gdy zużycie to osiągnie pewnej granicy, określonej warunkami bezpieczeństwa ruchu i spokoju jazdy, obręcz podlega ponownemu obtoczeniu w celu nadania jej pierwotnego obrysu (na rys. 16 linja kreskowana *c*) i operacja ta powtarza się, dopóki grubość obręczy jest dostateczna do zabezpieczenia jej wytrzymałości.

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

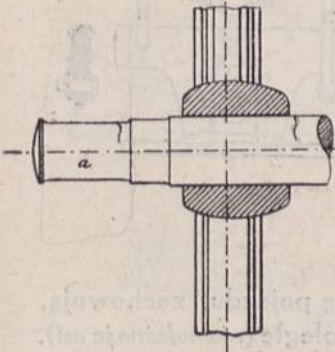
Osie wyrażają się obecnie wyłącznie ze stali zlewnej, przekutej pod młotem.

Część osi *a*, zwana *czopem* (rys. 18), przeznaczona jest do przyjęcia ciężaru pojazdu za pośrednictwem panewki *b*, osadzonej w maźnicy (rys. 19).

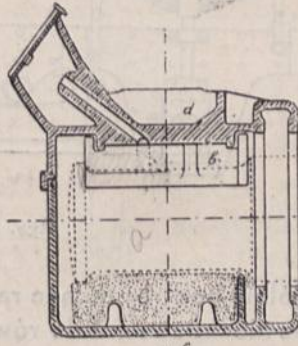
Osie wagonowe są obciążone zawsze z zewnętrznej strony koła, z tej więc strony położona jest również rama wagonu.

W parowozach rama bywa umieszczona czasem z zewnętrznej, czasem zaś z wewnętrznej strony koła¹⁾.

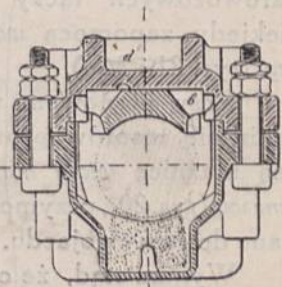
Maźnica (rys. 19) odlewana bywa z żelaza lanego lub stali i składa się zwykle z dwóch części: wierzchu maźnicy *d*, w którym jest osadzona panewka *b*, i spodu maźnicy *c*, w której zbiera się smar, ściekający przez otwory w części górnej.



Rys. 18



Rys. 19 a.

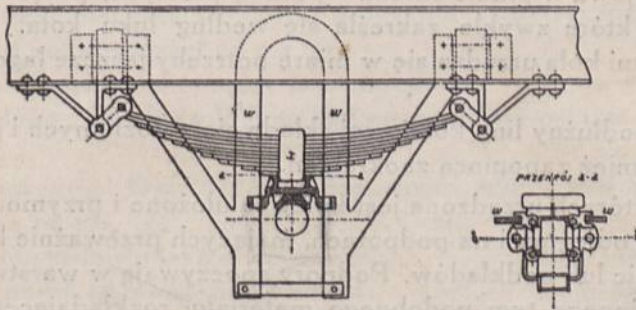


Rys. 19 b.

Panewka (rys. 20) wyrabia się z brązu i wylewa się stopem białym.

Smar (zwykle olej mineralny) wlewa się do smarownicy, umieszczonej u wierzchu maźnicy, skąd po knocie przez otwory panewki przenika do czopa osi. W spodzie maźnicy umieszczona jest poduszka włóknista, która zwilża dolną powierzchnię czopa ściekającym na nią smarem.

Obciążenie ramy przenosi się na czop za pośrednictwem *resoru* (rys. 20),



Rys. 20.

¹⁾ 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.

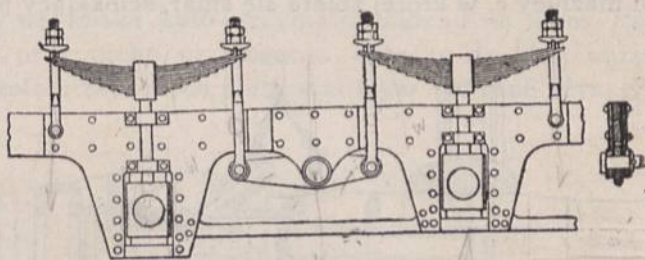
Oprócz tego osie podlegają skręcaniu wskutek tarcia w panewkach, które przewycięża przyczepność kół do szyn. Wskutek znacznych naprężeń materiału osie podlegają niekiedy złamaniu, które jest bardzo niebezpieczne dla ruchu. Dla uniknięcia tego osie poddawane bywają oględzinom perjodycznym, przy których 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.

składającego się z wiązki piór stalowych, stopniowo zmniejszającej się długości, przewiązanych opaską x . Opaska opiera się na maźnicy lub jest do niej przywieszona od spodu, końce zaś resoru są połączone z ramą za pośrednictwem wieszadeł.

Dla osiągnięcia równomiernego obciążenia osi, sąsiednie końce resorów parowozowych łączy się niekiedy zapomocą wahaczy (rys. 21 i 34a).

Przy pionowym wahanu się resorów prowadzi maźnicę widły maźniczne *w* (rys. 20), przymocowane do ramy pojazdu.



Rys. 21.

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

2. Właściwości ruchu po kolei szynowej. Luz między obrzeżem obręczy a szyną. Stożkowatość obręczy. Ruch w łukach a podstawa sztywna jednostek taboru.

Osadzenie nieruchome kół na osiach, równoleżność osi oraz stożkowatość obręczy, zaopatrzonych w obrzeża, są to cechy wyróżniające tabor kolejowy, od podjazdów na drogach zwyczajnych, będące przyczyną pewnych charakterystycznych właściwości ruchu po kolei szynowej, które niezbędnem jest rozpatrzyć.

Linja kolejowa w planie składa się z linii prostych, połączonych zapomocą zaokrągleń, które zwykle zakreśla się według łuku koła. Między liniami prostymi a łukami koła urządza się w miarę potrzeby jeszcze łagodniejsze przejścia.

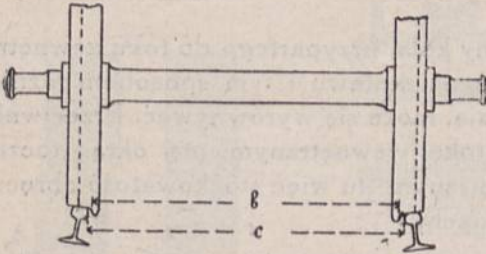
Przekrój podłużny linii kolejowej składa się z poziomych i pochyłych, które łączy się również zapomocą zaokrągleń.

Szyny, z których urządzona jest kolej, są ułożone i przymocowane w określonej od siebie odległości na podporach, mających przeważnie kształt drewnianych poprzecznic lub podkładów. Podpory spoczywają w warstwie szabru, żwiru, piasku lub innego tym podobnego materiału, rozkładającego ich ciśnienie na torowisko drogi żelaznej. Odległość b między zewnętrznymi powierzchniami obręczy tejże osi jest zwykle nieco mniejsza od szerokości toru c , t. j. odległości między wewnętrznymi powierzchniami szyn w linii prostej (rys. 22). W ten sposób pomiędzy obrzeżem a szyną pozostaje luz, niezbędny do swobodnego ruchu taboru.

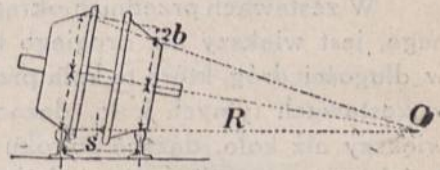
Jeżeli wystawimy sobie ruch zestawu kół po kolei, ułożonej w planie według łuku koła, to łatwo zauważymy, że wskutek niejednakowej długości obu toków kolei każde z kół może toczyć się po szynie tylko w tym wypadku, jeżeli drugie koło, nasadzone na tą samą oś, będzie się częściowo ślizgało. Ślizgać

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. 22.



Rys. 23.

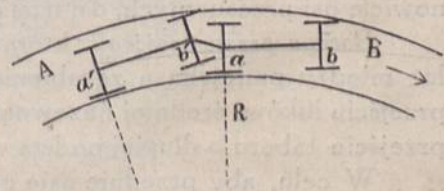
Tabor, biegnąc w łuku, podlega działaniu siły odśrodkowej, a więc, jeżeli powierzchnia toczna obręczy otrzyma takie pochylenie, jakie jest wskazane na rys. 23, to okrąg toczny koła, którego obrzeże, wskutek siły odśrodkowej, przyparte jest do szyny zewnętrznej, będzie większy niż okrąg toczny drugiego koła, osadzonego na tejże osi i toczącego się po szynie wewnętrznej.

Obręcze stożkowate stosowane są oddawna na wszystkich drogach żelaznych europejskich, przyczem urządzenie 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. rzucające na boki, utrzymując zestaw kół w położeniu symetrycznym 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 oś przednia i tylna uwidocznione są na rys. 24.

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. Tylna oś parowozu, o ile tor jest dostatecznie szeroki, przyjmuje zwykle kierunek promienia R łuku i dąży przy toku wewnętrznym dopóty, dopóki siła



Rys. 24.

odśrodkowa, wzrastając wraz z szybkością ruchu, nie przewycięży tarcia obręczy o szyny i naprężenia sprzęgieł, łączących parowóz z tylną częścią pociągu.

Wynika stąd, że wskutek połączenia osi sztywną ramą, powodującego ich wzajemną równoleżność, zewnętrzny tok łuku podlega silnemu naciskowi boczne-

mu przedniego koła parowozu, nabiegającego na tenże tok pod kątem mniej lub więcej ostrym w zależności od szerokości toru i rozstawu osi skrajnych.

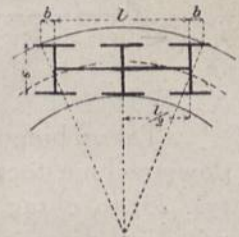
Podczas ruchu wagonów powtarza się zjawisko, podobne do opisanego powyżej, z tą tylko różnicą, że wobec pewnej sztywności połączenia między niemi, wagon poprzedzający odciąga ku środkowi łuku przednią oś b' wagonu następnego, wskutek czego nacisk boczny przedniego koła na tok zewnętrzny cokolwiek się 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 osi, jeszcze bardziej się zwiększa, jeżeli między obrzeżami obręczy a szynami nie będzie *dostatecznego luzu*. Należy zaznaczyć, że przejście taboru po kolei, ułożonej w łuku o danym promieniu i posiadającej daną szerokość toru, jest wogóle możliwe tylko w razie, jeżeli odległość między skrajnymi osiami nieruchomymi parowozu lub wagonu, stanowiąca ich sztywną podstawę, nie przekroczy pewnej granicy.

Szczególne trudności pod tym względem przedstawiają wagony trzyosiowe (rys. 25) i parowozy o kilku osiach napędnych.



Rys. 25.

3. Urządzenia ułatwiające przejście taboru po łukach. Przesuwność boczna osi. Osie zwrotne. Półwozaki.

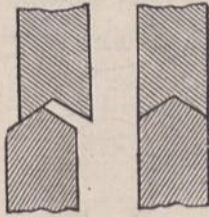
Wskazane niedogodności równoleżności osi i długich podstaw sztywnych mogą być znacznie zmniejszone przez zastosowanie pewnych urządzeń, a mianowicie osi przesuwnych, osi nastawnych i półwozaków.

Boczna przesuwność osi, którą można osiągnąć, pozostawiając nieznaczny luz między panewką a zgrubieniem czopa, pozwala przesunąć się osiom przy przejściu łuków: średniej nazewnątrz, skrajnym zaś dowewnątrz, wskutek czego przejście taboru o długiej podstawie sztywnej po łukach znacznie się ułatwia.

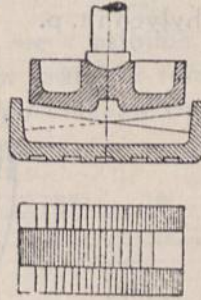
W celu, aby przednie osie parowozowe, mające boczną przesuwność, powracały do normalnego położenia po wyjściu z łuku, urządzi się między panwią a maźnicą, albo między maźnicą a resorem, pochyłe płaszczyzny (rys. 26 a, b). Resor, który się przy tem cokolwiek podnosi, stara się następnie doprowadzić oś do położenia normalnego. Przesuw boczny osi dochodzi w parowozach do 30 mm, w wagonach zaś do 70 mm.

Osie zwrotne posiadają urządzenie, pozwalające im nastawiać się samoczynnie w kierunku promienia krzywizny toru. Urządzenie to może być najprościej osiągnięte przez pozostawienie luzu pomiędzy maźnicą a widłami maźnicznymi. Po wyjściu z łuku oś powraca do normalnego położenia pod działaniem wieszadeł resorowych (rys. 27).

Położenie w łuku Położenie normalne



Rys. 26 a.

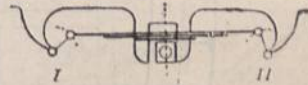


Rys. 26 b.

Położenie normalne.

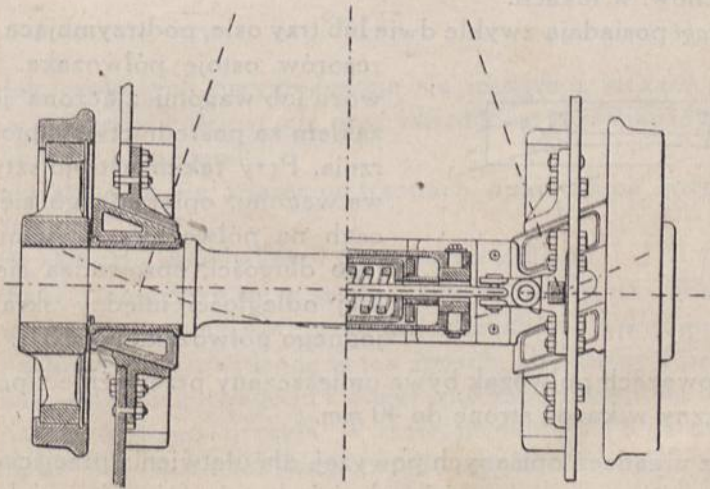


Położenie w łuku



Rys. 27.

Przesuwność boczną i samoczynne nastawianie się osi parowozowych w kierunku promienia krzywizny toru otrzymuje się również zapomocą ograniczenia w planie maźnicy i prowadzących ją widel maźniczych płaszczyznami pochyłymi. Obie maźnice tejże osi łączy się arkuszem poziomym, na którym jest umieszczony resor spiralny, utrzymujący maźnice w położeniu normalnem względem ramy pojazdu (rys. 28).

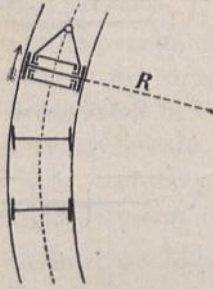


Rys. 28.

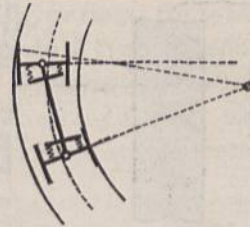
Przesuwność i samoczynne nastawianie się osi w kierunku promienia łuku mogą być również osiągnięte przez umieszczenie nad osią oddzielnej ostoi, obracającej się na sworzniu względnie do ostoi pojazdu. Takie osie zwrotne, wyna-

lezione przez *Bissel'a*, stosowane są wyłącznie w parowozach, przyczem odchylenie osi w każdą stronę od położenia środkowego dochodzi do 80 mm. Sworzeń może być umieszczony przed osią, za nią lub też nad nią.

Jeżeli sworzeń umieszczony jest przed osią (rys. 29), to ma ona już sama przez się dążenie do zachowania normalnego położenia względem ostoi pojazdu. Wogóle zaś, takie osie zwrotne utrzymuje się w położeniu normalnym zapomoącą sprężyn (rys. 30), płaszczyzn pochyłych i t. p.



Rys. 29.



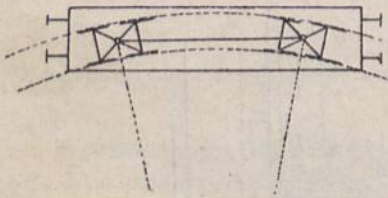
Rys. 30.

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 sprężonemi, inne zaś wolnemi osiami ruchomemi.

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

Półwozaki posiadają zwykle dwie lub trzy osie, podtrzymujące przy pomocy



Rys. 31.

resorów ostoję półwozaka. Ostoja parowozu lub wagonu złączona jest z półwozakiem za pośrednictwem pionowego sworzni. Przy takim ustroju sztywna podstawa wagonu, opierającego się w obu końcach na półwozakach, pomimo znacznej jego długości, sprowadza się do niewielkiej odległości między skrajnemi osiami jednego półwozaka (rys. 31).

W parowozach półwozak bywa umieszczany przeważnie z przodu i miewa przesuw boczny w każdą stronę do 40 mm.

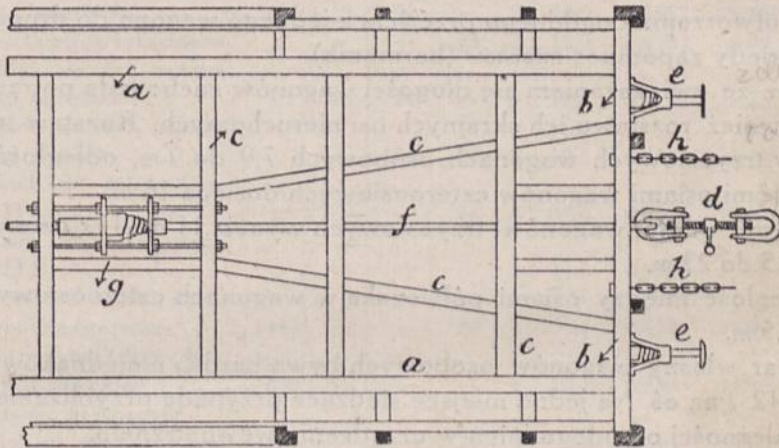
Oprócz urządzeń opisanych powyżej, dla ułatwienia przejścia taboru w łukach stosowane jest zmniejszenie grubości obrzeży (nie więcej jak o 15 mm) lub nawet zupełne skasowanie obrzeży w obręczach kół pośrednich, z warunkiem, aby przy przejściu po łukach najmniejszego promienia koło opierało się na szynie w każdym razie nie mniej jak na szerokości 45 mm obrzeży.

ROZDZIAŁ II.

Wagony.

Ogólny ustrój wagonów. Ostoja wagonów. Sprzęgła i zderzaki. Pudło wagonu. Typy wagonów osobowych. Rozstaw osi skrajnych i długość pudła. Ciężar własny na oś i na podróżnego. Ilość miejsc. Typy wagonów towarowych. Nośność i ciężar własny. Koszt wagonów.

Ostoja wagonu składa się z ostojnic czyli podłużnych dźwigarów *aa*, połączonych w obu końcach w kształcie ramy poprzecznymi belkami czołowymi *b* i oprócz tego pośrednimi belkami i ukośnicami *cc* (rys. 32). Ostoja wagonu bywa drewniana lub żelazna.



Rys. 32.

Do belek czołowych przymocowuje się sprzęgła *d*, służące do sprzęgania między sobą pojazdów kolejowych, oraz zderzaki *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 pałaków był założony na hak sąsiedniego wagonu i służył jako zapasowe połączenie na wypadek zerwania się drugiego sprzęgła. W razie, jeżeli niema tego zabezpieczenia, umieszcza się po obu stronach haka pociągowego łańcuchy zapasowe *hh*.

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

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

Więźba pudła robi się z drewnianych bali lub żelaznych kształtowników i opiera się deskami. Wagony osobowe oprócz opierzenia wewnętrznego z de-

sek otrzymują opierzenie zewnętrzne z blachy żelaznej. *Podłoga* wagonu, zazwyczaj podwójna, wykonywa się z desek.

Wagony osobowe bywają o dwóch, trzech, czterech lub sześciu 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, są używane w komunikacji podmiejskiej i wogóle na krótkie odległości.

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

Dla utworzenia dogodnego przejścia z jednego wagonu do drugiego łączy się je niekiedy zapomocą *miechów* (harmonik).

Wraz ze zwiększaniem się długości wagonów zachodziła potrzeba zwiększenia również rozstawu ich skrajnych osi nieruchomych. Rozstaw ten osiąga obecnie w trzyosiowych wagonach osobowych 7,9 do 9 m, odległość zaś między skrajnymi osiami wagonów czteroosiowych osiąga 16 m.

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

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

Ciężar własny wagonów osobowych bywa bardzo niejednakowy i wynosi od 6 do 12 t na oś. Na jedno miejsce siedzące przypada przybliżenie od 0,4 do 1,2 t, w zależności od udogodnień w urządzeniu wewnętrznym.

Na drogach żelaznych wąskotorowych ciężar wagonów osobowych waha się w granicach od 1,5 t do 4,5 t na oś, na jedno zaś miejsce bywa od dwóch do trzech razy mniejszy niż na drogach o torze normalnym i przytem tem mniejszy, im tor jest węższy. Pochodzi to wskutek tego, że przy małych szybkościach i mniejszych wymaganiach co do udogodnień budowa wagonu może być znacznie lżejsza.

Ciężar jednego podróżnego wraz z pakunkiem wynosi około 75 kg. Widzimy stąd, że obciążenie wagonów osobowych jest bardzo nieznaczne w porównaniu z ich ciężarem własnym.

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 do 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 wynosił w r. 1914 w przybliżeniu
trzyosiowych:

kl. I-ej i II-ej 35000 zł., kl. III-ej 18500 zł.

czteroosiowych:

kl. I-ej i II-ej 55000 zł., kl. III-ej 35000 zł.

Ceny obecne wagonów czteroosiowych typów Polskich dróg żelaznych wynoszą: II-ej kl. 93000 zł. i III-ej kl. 65000 zł.

Tab. 7. Dane dotyczące wagonów osobowych, bagażowych i pocztowych niektórych dróg żelaznych.

Nr	Nazwa drogi żelaznej i rodzaj wagonu	Szerokość toru mm	Ilość miejsc klasy			Ilość osi	Ciężar własny		Rozstaw osi skrajnych albo odległ. między sworzniami wózków m	Całkowita długość między zderzakami m
			I	II	III		Całko- wity t	Na I miejsce t		
I. Wagony klasowe.										
1	Polskich dr. żel. państw. (typ austriacki)	1435	9	32	—	2	24,0	0,585	9,40	15,52
2	Szwedzkich dr. żel. państw. "	"	—	—	35	2	15,0	0,428	8,00	13,52
3	Polskich dr. żel. państw. (typ austriacki)	"	10	24	—	3	19,5	0,573	9,25	14,03
4	Polskich dr. żel. państw. (typ pruski)	"	—	16	26	3	19,5	0,464	7,50	12,80
5	Polskich dr. żel. państw. 1923 r.	"	—	—	72	4	37,0	0,514	13,50	19,71
6	Polskich dr. żel. państw. 1923 r.	"	—	42	—	4	41,0	0,976	13,50	19,82
7	Francuskich dr. żel. Paris- Lyon-Méditerranée	1440	—	—	80	4	35,1	0,439	14,98	22,45
8	Szwajcarskich dróg żela- znych retyckich	1000	35	—	—	4	18,56	0,530	11,90	15,70
9	Bośniacko-hercegowiń- skich dr. żel.	760	—	—	22	3	6,90	0,314	5,00	8,00
10	Kolejki Décauville'a	600	—	—	46	4	5,70	0,124	10,15	11,75
II. Wagony bagażowe.										
11	Polskich dr. żel. państw. (typ austriacki)	1435	—	—	—	3	—	—	8,00	11,94
12	Polskich dr. żel. państw. 1923 r.	"	—	—	12	4	33,0	2,75	12,00	18,58
III. Wagony pocztowe.										
13	Polskich dr. żel. państw. (typ austriacki)	"	—	—	—	3	—	—	8,00	12,48
14	Polskich dr. żel. państw. 1923 r.	"	—	—	10	4	36,7	3,67	13,50	19,71

Wagony towarowe bywają przeważnie typów następujących:

- 1) Platformy do przewozu towarów, nie wymagających ochrony od wpływów atmosferycznych, i do przedmiotów ciężkich, ładowanych przy pomocy żórawiów, jak: kamień, drzewo, maszyny i t. p.
- 2) Półwagony, t. j. wagony niekryte z wysokimi ścianami, do towarów sypkich, nie wymagających przykrycia, jak: węgiel kamienny, buraki i t. p.
- 3) Wagony kryte.
- 4) Wagony zbiorniki (cysterny) do cieczy.

Wagony towarowe typu normalnego polskiego są dwuosiove o ładowności 15 t. Ciężar własny 9,6 t. Rozstaw osi 4,5 m. Długość pudła 8 m. Całkowita długość między zderzakami 9,30 m, (9,6 m w wagonie z hamulcami). Koszt wagonów towarowych wynosił w r. 1914 3000 do 3500 zł. Cena obecna wagonów towarowych typów polskich wynosi: niekrytych 5500 zł., krytych 6600 zł., z hamulcami zaś o 20% drożej.

Tab. 8. Dane dotyczące wagonów towarowych niektórych dróg żelaznych.

Nr	Nazwa drogi żelaznej i rodzaj wagonu	Szerokość toru mm	Z hamulcem czy bez	Ilość osi	Ładow- ność t	Ciężar własny		Rozstaw osi skrajnych albo odległ. między sworzniemi wózków m	Całkowita długość między zderzakami m
						Całko- wity t	Na 1 t łado- wności t		
I. Wagony kryte.									
1	Polskich dr. żel. państw. (typ pruski)	1 435	z ham. bez h.	2	15	10,4 9,3	0,693 0,620	4,50	9,60 9,30
2	Polskich dr. żel. państw. (typ austriacki)	"	z ham.	4	20	19,2	0,960	10,25	16,90
3	Szwajcarskiej dr. żel. przez Brünig	1 000	—	4	15	11,42	0,760	10,10	12,82
4	Saskich dr. żel. państw.	750	—	4	10	6,50	0,650	8,00	10 23
II. Wagony niekryte.									
5	Polskich dróg żel. (typ pruski)	1 435	z ham. bez h.	2	20	9,6	0,480	4,5	9,80 9,10
6	Polskich dróg żel. (typ amerykański)	"	z ham.	4	30	15,0	0,500	8,00	12,14
7	Bośniackich dr. żel.	760	—	4	15	7,4	0,496	9,70	11,66
8	Polskich dr. żel. państw. (typ pruski)	600	—	4	5	2,394	0,479	4,59	6,71
III. Platformy.									
9	Polskich dr. żel. państw. (do drzewa)	1 435	z ham. bez h.	2	18	9,36 7,85	0,520 0,436	4,50	10,03 9,30
10	Polskich dr. żel. państw. (z kłonicami)	"	z ham. bez h.	2	15	9,76 8,36	0,650 0,557	6,50 6,00	12,20 11,50
11	Polskich dr. żel. państw. (typ amerykański)	"	z ham.	4	30	13,0	0,433	8,00	12,14
IV. Cysterny.									
12	Polskich dr. żel. państw. (typ austriacki)	"	z ham.	2	15	10,1	0,674	3,70	8,21
13	Polskich dr. żel. państw. (typ Arbel'a)	"	z ham.	4	40	20,0	0,500	5,88	12,05

Na drogach zagranicznych stosowane są w Europie przeważnie wagony dwuosiove o siłę nośnej 15 do 20 t, w Ameryce zaś prawie wyłącznie wagony czterosiove o siłę nośnej 30 do 45 t.

Nośność wagonów towarowych nie zawsze może być w zupełności wyzyskana, gdyż 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 ładun-

ku do miejsca ponownego naładowania. Odnośne dane przytoczono poniżej w p. 5 rozdziału VI.

W tablicach 7 i 8 (str. 75 i 76) przytoczone są dane, dotyczące wagonów osobowych i towarowych niektórych dróg żelaznych.

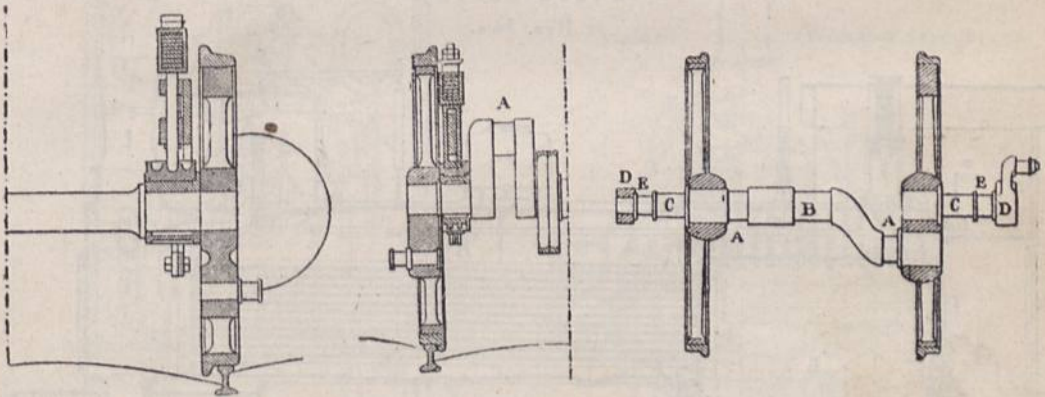
ROZDZIAŁ III.

Parowozy.

1. Ogólny ustrój parowozu. Spód parowozu. Kocioł i palenisko. Powierzchnia ogrzewalna. Przybory kotła. Cylindry i rozrząd pary. Napęd osi. Pojedyncze i podwójne rozprężanie pary. Przegrzewacze pary.

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 zapomocą mechanizmu parowego. Wskutek przyczepności kół do szyn, t. j. wskutek oporu tarcia w spoczynku między stykającymi się powierzchniami obręczy i szyny, pomienione osie



a) Rama z wewnątrz. Cylindry z zewnątrz. b) Rama i cylindry z wewnątrz. c) Rama z zewnątrz. Cylindry z wewnątrz.

Rys. 33.

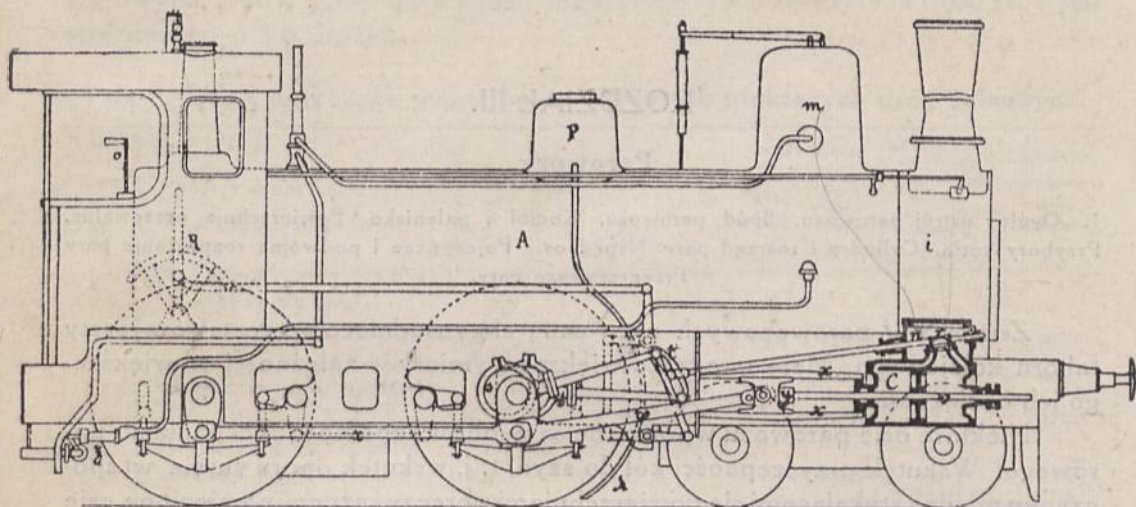
wywołują ruch postępowy parowozu i sprzężonego z nim pociągu. Osie te zwa się *napędnymi*. Pozostałe osie, których koła mają zwykle mniejszą średnicę, przeznaczone są wyłącznie do podtrzymywania ostoi parowozu i zowią się osiami *potocznymi*.

Ruch obrotowy udziela się osiom napędnym za pośrednictwem korb zewnętrznych lub wewnętrznych (rys. 33 a, b, c).

W razie ostatnim osie są kolankowato wygięte (rys. 33 b, c). Ostojnice, na których spoczywa kocioł parowozu, mogą być pomieszczone pomiędzy kołami (rys. 33 a, b) lub z zewnątrz tychże (rys. 33 c).

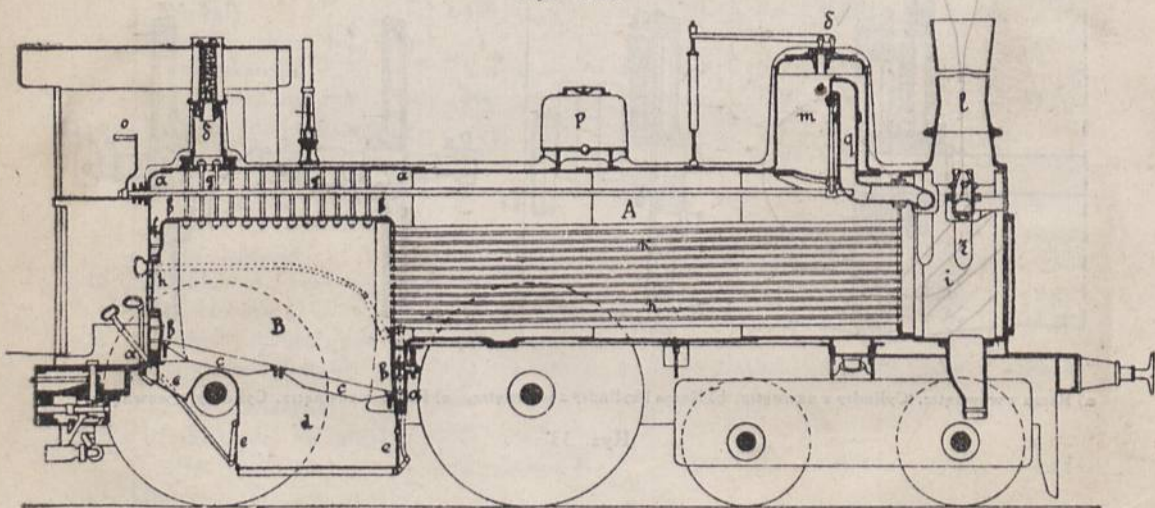
Kocioł parowozowy (rys. 34 a), w celu osiągnięcia możliwie większej wydajności pary, urządony jest z paleniskiem wewnętrznym (rys. 34 b) i *plamienówkami*.

Tylna część kotła, gdzie mieści się palenisko, składa się z dwóch skrzyń, wewnętrznej *b* i zewnętrznej *a*. Ostatnia zowie się *plaszczem* paleniska.



Widok boczny.

Rys. 34 a.



Przekrój podłużny.

Rys. 34 b.

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.

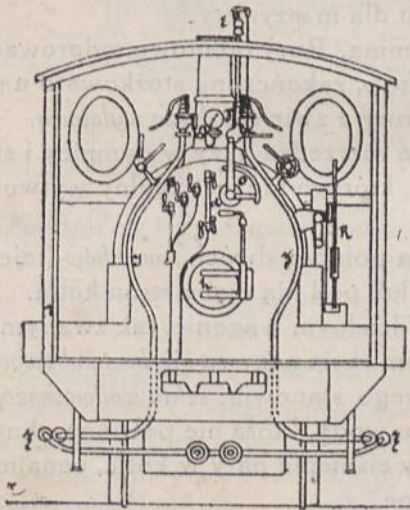
Położenie kotła parowozu względem osi wybiera się tak, aby ciężar kotła był odpowiednio rozłożony na osie i aby skrzynia paleniskowa, opuszczająca się ku dołowi, znalazła pomieszczenie. Wynikająca stąd zależność kotła od spodu

parowozu jest tem większa, im palenisko jest głębsze i im większa jest średnica tylnich osi parowozu.

W płytkich paleniskach paliwo źle się spala; są one odpowiednie tylko przy paliwie drobnem i wymagają większej powierzchni rusztów. Węgiel gruby śląski i dąbrowski wymaga głębokiego paleniska. Zwiesza się ono czasem poza osią tylną (rys. 43), ale ten układ, wadliwy pod względem stateczności, rzadko się stosuje obecnie. Bardzo stateczne położenie paleniska otrzymuje się, umieszczając je pomiędzy dwiema tylnymi osiami napędnymi, co jednak ogranicza jego długość. W celu zwiększenia tejże, palenisko umieszcza się częściowo (rys. 34 i 44) lub całkowicie (rys. 46) nad osiami, co w olbrzymich parowozach współczesnych, przy szerokich paleniskach i dużej średnicy kół napędnych, prowadzi do coraz wyższego umieszczenia kotła.

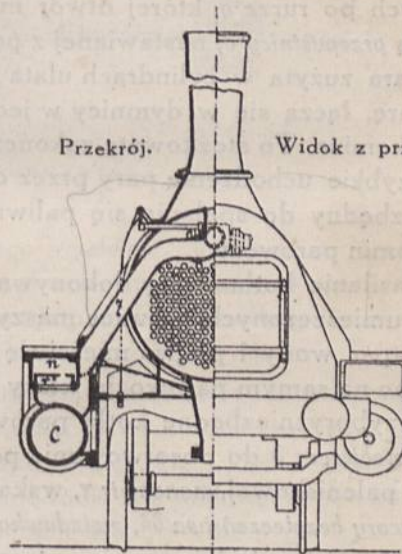
Boczne ścianki płaszczu paleniskowego zmcowane są ze ściankami skrzyni wewnętrznej zapomocą zespórek *f*.

Podniebienie wewnętrznej skrzyni paleniskowej również łączy się z wierzchem płaszczu paleniskowego zapomocą zespórek podniebiennych *g* lub usztywnia się zapomocą belek podniebiennych.



Widok z tyłu.

Rys. 34 c.



Rys. 34 d.

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 ze-
[wewnętrzna. | <i>m</i> — zbieralnik. | <i>u</i> — szkło wodowskazowe. |
| <i>b</i> — " " wewnętrzna. | <i>n</i> — skrzynka suwakowa, | <i>β</i> — kurki probiercze. |
| <i>c</i> — ruszty. | <i>o</i> — przepustnica. | <i>γ</i> — manometr. |
| <i>d</i> — popielnik. | <i>p</i> — dysza. | <i>δ</i> — zawór bezpieczeństwa. |
| <i>e</i> — klapy. | <i>r</i> — suwak. | <i>ε</i> — gwizdawka. |
| <i>f</i> — zespórki. | <i>s</i> — mimośród. | <i>ζ</i> — rury odlotowe. |
| <i>g</i> — zespórki podniebienne. | <i>t</i> — jarzmo (kulisa). | <i>ξ</i> — smoczki. |
| <i>h</i> — drzwiczki paleniskowe. | <i>v</i> — trzon tłoka. | <i>P</i> — piasecznica. |
| | <i>w</i> — drąg korbowy. | <i>R</i> — nastawnica. |

W tylnych ścianach 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 rurami do dymnicy i następnie przez umieszczony nad nią *komini* l wydostają się na zewnątrz.

Przestrzeń pomiędzy ścianami bocznymi wewnętrznej skrzyni paleniskowej i zewnętrznym jej płaszczem oraz między plamieniówkami 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 plamieniówek, 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 q , 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, odprowadzające parę, łączą się w dymnicy w jedną rurę p , zakończoną stożkowato u podstawy komina. To stożkowane zakończenie rury p zwie się *dyszą wylotową*.

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.

Zasilanie kotła wodą dokonywa się za pomocą dwóch *smoczków* (injektarów) ξ , 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* α i *kurki probiercze* β do obserwowania poziomu wody, która nie powinna obnażać skrzyni paleniskowej, *manometr* γ , wskazujący ciśnienie pary w kotle, conajmniej dwa *zawory bezpieczeństwa* $\delta\delta$, *gwizdawka* ε i inne.

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 mialkim suchym piaskiem, zwana *piasecznicą*, z której piasek może być podsypywany przez rurki λ pod koła napędne.

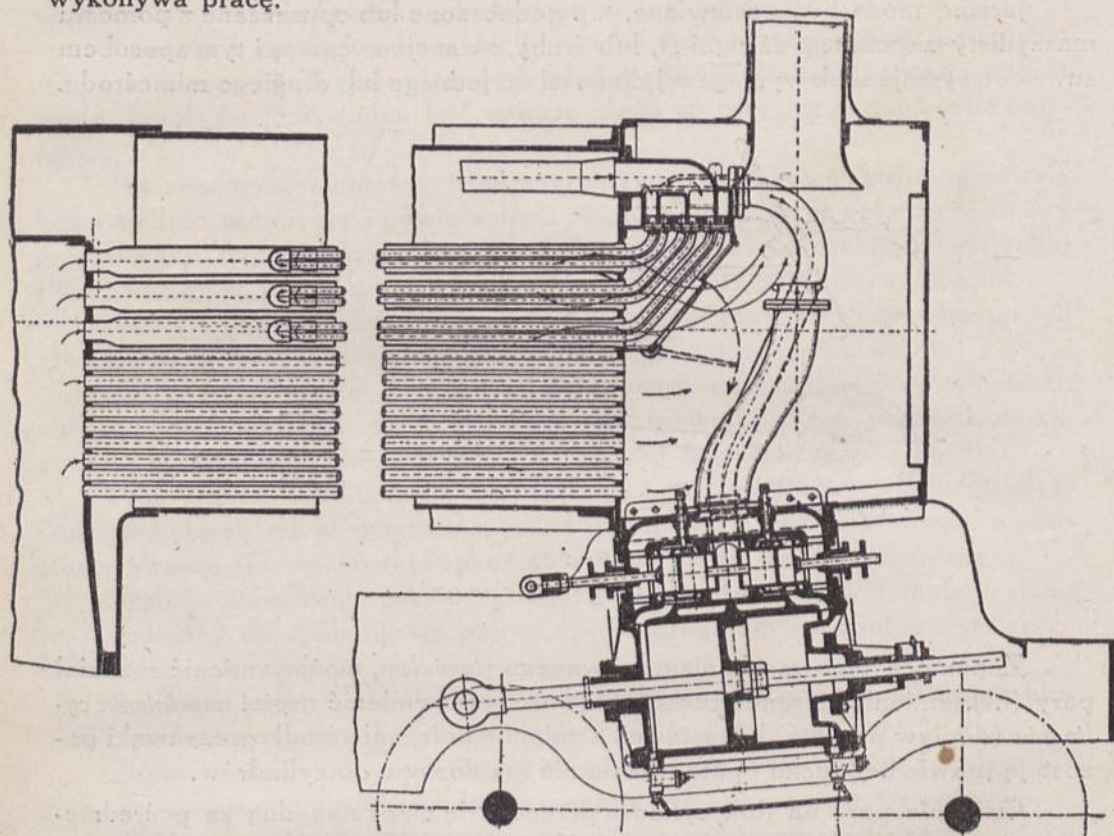
Do oczyszczania kotła służą *wyczystki* i *włazy*, urządzone w jego ścianach i zamykane przykrywkami.

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

Rozrząd pary w cylindrach otrzymuje się zapomocą stawideł i *suwaków* r , które poruszają się w *skrzynekach suwakowych* n , stanowiących jedną całość z cylindrami (rys. 34 a).

wnątrz ostoi, lub z wewnątrz tejże. Czasem stosuje się cztery cylindry, z których dwa położone są z zewnątrz, dwa drugie zaś z wewnątrz ostoi.

W parowozach *dwuprzężnych* (compound) 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.



Rys 36.

Przegrzewacz płomienicowy systemu Schmid't'a.

Parowozy dwuprzężne bywają o dwóch, trzech lub czterech cylindrach. Jeżeli są trzy cylindry, to jeden z nich umieszcza się w kierunku podłużnej osi parowozu. Jeżeli są cztery cylindry, to mogą one być umieszczone parami z wewnątrz (jeden za drugim lub jeden obok drugiego), albo dwa z zewnątrz, dwa drugie zaś z wewnątrz ostoi.

W systemie *Mallet'a* (rys. 31) spód parowozu składa się z dwóch oddzielnych wozaków. Kocioł parowozowy i jedna para cylindrów przymocowane są do ostoi tylnego wozaka, druga zaś para cylindrów (niskoprężnych) umieszcza się na przednim wozaku, na którym kocioł tylko się opiera. Każda para cylindrów działa na osie swego wozaka. Rura, łącząca cylindry wysokoprężne i niskoprężne, tak jest przeprowadzona przez przegub łączący wozaki, że nie przeszkadza ich wzajemnemu obrotowi.

Ponieważ przy dwukrotnem rozprężaniu świeża para ma dostęp tylko do cylindrów wysokiego ciśnienia, więc potrzebne są urządzenia, pozwalające przy ruszaniu z miejsca i w innych wypadkach wpuszczać w miarę potrzeby świeżą parę również do cylindrów niskiego ciśnienia. Urządzenia te nazywają się *przyrządami do ruszania z miejsca*.

W celu wyzyskania ciepła pary zużytej i gazów uchodzących do dymnicy, stosowane jest podgrzewanie zapomocą tychże wody zasilającej kocioł. *Podgrzewacze* w kształcie zwoju rur ogrzewanych z zewnątrz, przez które woda przepompowuje się z tendra do kotła, umieszczane są w dymnicy lub na zewnątrz kotła.

Wymiary parowozów i tendrów w przekroju poprzecznym, podobnie jak wagonów, winny odpowiadać przepisom o skrajni taboru.

2. Siła pociągowa parowozu. Przyczepność kół do szyn. Prężność pary wskazana. Wydajność kotła i moc parowozu. Średni rozchód paliwa i pary.

Ciśnienie pary na tłoki cylindrów, mierzone na obwodzie kół napędnych i wywołujące skutek przyczepności kół do szyn ruch postępowy parowozu i sprzężonego z nim pociągu, nazywa się *siłą pociągową parowozu*.

Jeżeli wystawimy sobie, że parowóz jest wzniesiony w górę i umocowany nieruchomo w ten sposób, że koła jego pozostają w powietrzu, nie dotykając się do szyn, to jego siłą pociągową będzie siła, z jaką mógłby ciągnąć łańcuch przyczepiony do obwodu koła napędnego, gdy się ono obraca pod działaniem silnika ¹⁾.

Wynika stąd, że siła pociągowa Z zależy od ciśnienia pary na tłoki cylindrów i od stosunku pomiędzy skokiem tłoków i średnicą kół napędnych.

Przyczepność obręczy do szyn ogranicza wielkość użyteczną siły pociągowej, jednakże ta może być większą lub mniejszą od przyczepności.

Współczynnik przyczepności f (t. j. tarcia posuwistego po szynach obręczy, które się toczą bez ślizgania) zależy od stopnia ich zawilgocenia i od szybkości toczenia się koła. W warunkach sprzyjających, jako to przy małych szybkościach i jeżeli szyny są suche lub posypywane piaskiem, współczynnik ten dochodzi do $\frac{1}{4}$, w miarę zaś zwiększania się szybkości ruchu oraz w wypadku szyn mokrych lub pokrytych lodem, spada on do $\frac{1}{7}$, a nawet do $\frac{1}{10}$. Zwykle liczy się na $\frac{1}{5,5}$ do $\frac{1}{5}$, przyczem na większą wielkość przeważnie w parowozach dwuprzężnych, których siła pociągowa mniejszym podlega wahaniom ²⁾. Za-

¹⁾ W tem określeniu przypuszczono, że praca pary dochodzi bez straty do obwodu kół napędnych. W rzeczywistości część pracy pary wydatkuje się po drodze na przewyciężenie oporu mechanizmu (tłoków, krzyżulców, drągów korbowych, mimośrodków i t. p.), o czem będzie mowa poniżej.

²⁾ Wprowadzając przyjęte wartości współczynnika f w równanie (1) otrzymamy w istocie pewien zapas przyczepności, gdyż, wskutek oporów wewnętrznych mechanizmu parowozu, siła pociągowa, dochodząca do obwodu kół napędnych, jest nieco mniejsza od mierzonej na tłoku cylindra.

tem *użyteczne działanie siły pociągowej* Z ograniczone jest także częścią obciążenia L_n kół napędnych parowozu:

$$Z \leq f L_n \dots \dots \dots (1)$$

Ażeby przyczepność obręczy do szyn odpowiadała sile pociągowej parowozu, często niezbędne jest wiązać ze sobą dwie lub więcej osi. Osie dowiązane do silnikowej, t. j. otrzymującej ruch bezpośrednio od silnika, stają się napędzonymi również jak ona.

Siła pociągowa Z określa się, równając jej pracę z pracą tłoków. Dla parowozów jednoprzężnych o dwóch cylindrach:

$$Z D \pi = 2 P \times 2 l \dots \dots \dots (2)$$

W równaniu tem oznacza:

D średnicę koła napędnego w cm ,

P średnią siłę cisnącą na tłok w kg w ciągu skoku tłoka naprzód i w tył,

l skok tłoka w cm .

Ponieważ para pracuje z rozprężaniem, przeto w czasie trwania jednego skoku tłoka prężność jej zmienia się i p_i , średnia prężność pary w cylindrze za cały czas trwania skoku tłoka w kg/cm^2 , będzie mniejsza niż p , manometryczna prężność pary w kotle w kg/cm^2 (lub w atmosferach, co prawie na jedno wypada).

Jeżeli oznaczymy przez d średnicę tłoka w cm , to:

$$P = p_i \frac{\pi d^2}{4},$$

a więc:

$$Z = p_i \frac{d^2 l}{D} \dots \dots \dots (3)$$

W parowozach dwuprzężnych objętość cylindrów niskiego ciśnienia jest tak określana, ażeby ciśnienie na tłoki tych cylindrów było takie samo, jak na tłoki cylindrów wysokiego ciśnienia. Przy jednakowym skoku tłoków, przekrój cylindrów niskoprzężnych jest mniej więcej dwa razy większy niż cylindrów wysokoprzężnych. Siła pociągowa określa się z wzoru.

$$Z = p_i \frac{d^2 l}{2 D} n \dots \dots \dots (4)$$

w którym d oznacza średnicę cylindrów niskoprzężnych i n ich liczbę, zaś p_i średnią prężność pary wskazaną według zjednoczonego wykresu indykatora.

Wzór (4) może być stosowany jako wzór ogólny zarówno dla parowozów dwuprzężnych jak i jednoprzężnych, jeżeli pod n będzie rozumiana ilość cylindrów, z których para wychodzi bezpośrednio w atmosferę.

Wzory (3) i (4) wskazują, 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 kor-

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

Napełnienie cylindra wyraża się stosunkiem $l_1:l$ części skoku tłoka, na której ma miejsce dopływ pary, do całej długości skoku. W miarę zmniejszenia napełnienia, zmniejsza się również prężność pary p_i w cylindrze, a zatem i siła pociągowa. Chcąc zachować tę samą siłę pociagową, potrzeba zwiększyć średnicę cylindrów. Ponieważ wymiary cylindrów ograniczone są swobodną przestrzenią, która jest dla nich przeznaczona, więc w razach, gdy potrzebna 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 pożądanę jest zwiększenie szybkości i gdy można się zadowolić mniejszą siłą pociagową, jak to ma miejsce w wypadku pociągów osobowych, zwłaszcza zaś pośpiesznych i kurjerskich.

Przy małych szybkościach stosunek $p_i:p$ wynosi przybliżenie, w zależności od napełnienia:

przy $l_1:l = 0,2$	$p_i:p = 0,40$	
" " 0,3	" 0,54	
" " 0,4	" 0,65	
" " 0,5	" 0,73	(4 a)
" " 0,6	" 0,79	
" " 0,7 (najw.)	" 0,8	

Średnia prężność pary p_i w cylindrze może być określona zapomocą indykatora, dzieląc płaszczyznę wykresu indykatora, wyrażającą pracę pary, przez długość skoku tłoka. Wykresy indykatora dają również możność określenia rozchodu suchej pary w cylindrach, jeżeli wiadoma jest gęstość jej przy różnych ciśnieniach, jako też określenia stosunku $\frac{S}{N}$ tego rozchodu do pracy pary.

Spostrzeżenia dokonane przy pomocy indykatora wykazały: 1) że prężność pary p_i w cylindrze, czyli prężność wskazana, zależy od prężności p w kotle, od napełnienia cylindra i od szybkości jazdy, i 2) że zmniejszenie napełnienia cylindrów i zwiększenie ciśnienia w kotle zmniejsza *rozchód pary na konia parowego*, a więc zwiększa moc parowozu na jednostkę powierzchni ogrzewalnej. Wynika stąd, że korzystne jest stosowanie pary wysokoprężnej oraz małych napełnień.

Jednakże zmniejszanie się rozchodu pary w miarę zwiększania się jej prężności tem mniej daje się zauważyć, im prężność ta jest większa. 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. Z tych względów prężność pary w kotłach parowozów nie stosuje się większa niż 16 atm.

Rozchód pary na godzinę i konia parowego jest przy napełnieniu 0,25 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. Jednakże przy bardzo małych napełnieniach rozchód pary na konia parowego znów się zwiększa.

Rozchód pary w cylindrach może być pokrywany w stopniu zależnym od wydajności kotła. Jeżeli ilość pary, dostarczanej cylindrom z kotła parowozu, nie jest dostateczna do 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, przeciwnie, pozostaje jeszcze zapas siły pociągowej, a więc możliwość przyspieszenia ruchu, pożądane zaś jest, ażeby nabyta szybkość ruchu nie zwiększała się, to należy tylko zwęzić otwór przepustnicy albo, co lepiej, zwiększyć rozprężenie pary za pomocą nastawnicy i tym sposobem zmniejszyć średnią prężność w cylindrach o tyle, aby siła pociągowa stała się równą oporowi. Jednocześnie należy zmniejszyć wydajność kotła, osłabiając ogień w palenisku.

Moc parowozu. Wymiary cylindrów parowych dobierane są w ten sposób, aby przy średnich szybkościach ruchu, do których przeznaczony jest parowóz, cylindry te mogły spożytkować całą ilość pary, dostarczanej przez kocioł. Wskutek tego moc parowozu, t. j. pracę jego w koniach parowych na sekundę, określa przy średnich szybkościach wydajność jego kotła. Wydajność ta zależy od ilości zużywanego paliwa i jego wartości cieplikowej.

Ilość węgla, jaką można spalić na godzinę na kwadratowym metrze pola rusztów, zmienia się w zależności od gatunku i grubości węgla oraz od siły i jednostajności ciągu, który wytwarza zużyta para. Częsty i niezbyt silny wydech pary, odpowiadający małym dopływom i średniej szybkości jazdy, dopomaga do jednostajnego spalania paliwa i zwiększa parowanie. Paliwo o małej wydajności ciepła lub w drobnych kawałkach, spalane cienką warstwą, wymaga dużej powierzchni rusztów.

Jeżeli oznaczymy przez $\frac{B}{R}$ ilość paliwa spalanego na godzinę na metr kw. rusztu,

- c_b wartość cieplikową paliwa,
- c_s ilość ciepła w kg pary,
- η współczynnik sprawności kotła,

to ilość pary odparowanej na godzinę na metr kw. rusztu wyrazi się:

$$\frac{S}{R} = \frac{B}{R} \cdot \eta \cdot \frac{c_b}{c_s} \dots \dots \dots (5)$$

Znając rozchód $\frac{S}{N}$ pary na konia parowego, można określić moc parowozu w koniach parowych na metr kw. rusztu:

$$\frac{N}{R} = \frac{S}{R} : \frac{S}{N}$$

Wreszcie pomiędzy mocą parowozu N , a jego siłą pociągową Z i szybkością v w m/sek istnieje wiadoma zależność

$$75N = Zv \dots \dots \dots (6)$$

która przy średnich szybkościach określa równomierny ruch parowozu.

Para przegrzana ma własności zbliżone do gazu doskonałego. Posiada ona większą objętość gatunkową, niż para nasycona, i nie skrapla się przy ochładzaniu w cylindrach, wskutek czego na jednostkę ciężaru zużytej pary i paliwa wykonywa większą pracę, niż para nasycona. Oszczędność pary i paliwa wzrasta z podwyższeniem temperatury przegrzania, która stosuje się zwykle od 250° do 350° C.

Podwójne rozprężanie daje oszczędność pary i paliwa w porównaniu z pojedynczym, gdyż pozwala zupełnie wyzyskać prężność pary, obniżając granicę jej skraplania. Przytem straty na zapelnienie przestrzeni szkodliwych parą mniejszej prężności są również mniejsze.

Podwójne rozprężanie stosuje się nie tylko do pary nasyconej, lecz i do przegrzanej. Jednakże korzyści zastosowania podwójnego rozprężania pary przegrzanej są znacznie mniejsze, niż nasyconej.

3. Dane doświadczalne do określenia pracy parowozu. Spostrzeżenia Dedouits'a i Nadala
Spostrzeżenia Goss'a. Spostrzeżenia na dr. żel. prusko-heskich. Przybliżone dane do określenia
pracy parowozów opalanych węglem dąbrowskim.

Z nowszych badań nad pracą parowozów zasługują szczególnie na uwagę spostrzeżenia *Dedouits'a* i *Nadal'a* na dr. żel. francuskich, spostrzeżenia *Goss'a* na stacji doświadczalnej w Stanach Zjednoczonych A. P., spostrzeżenia *Borries'a* i *Leitzmann'a* na dr. żel. pruskich oraz *Sanzin'a* na dr. żel. austriackich i oparte na nich prace *Strahl'a*.

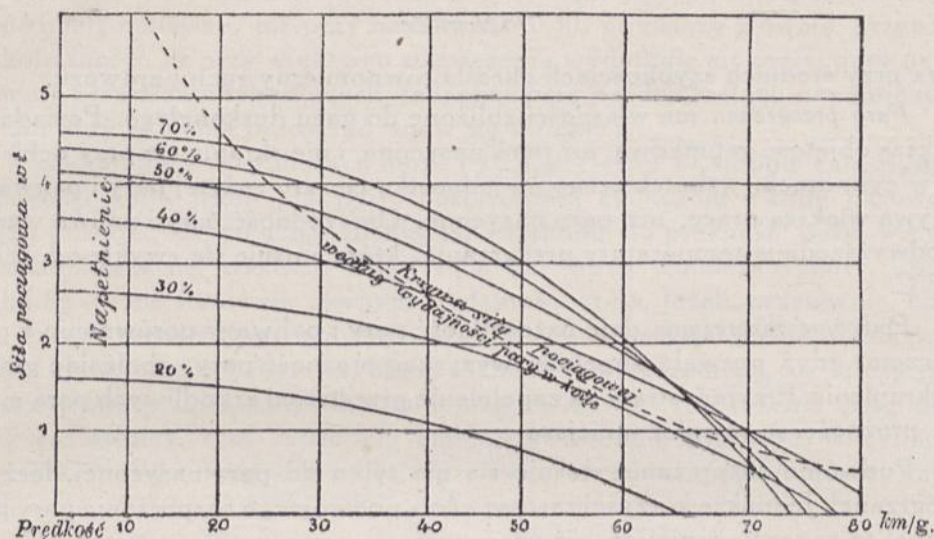
Dedouits określał przyśpieszenie, odnotowując zapomocą chronografu czas w pewnych odstępach przebieganej drogi, lub mierzył przyśpieszenie bezpośrednio zapomocą wynalezionej przez siebie przyrządu, nazwanego wahadłem dynamometrycznym, którego opis jest umieszczony poniżej w rozdziale o oporze pociągu. Wykresy siły pociągowej, otrzymane ze *spostrzeżeń Dedouits'a* i *Nadal'a* dla rozmaitych typów parowozów, mają kształt uwidoczniiony na rys. 37.

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

Na wykresie (rys. 37) uwidoczniiony jest również kształt krzywej, określającej siłę pociągową według wydajności kotła, t. j. według wzoru

$$Z = \frac{75N}{v} \dots \dots \dots (6)$$

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



Rys. 37.

Wykres siły pociągowej parowozu według spostrzeżeń Dedouits'a.

Jak widać z wykresu, zarówno przy małych, jak i przy bardzo dużych szybkościach, cylindry nie mogą spotrzebować, nawet przy największym napełnieniu, całej ilości pary, którą zdolny jest dostarczyć kocioł, i z tego powodu przy pomniejszych szybkościach siła cylindrów ogranicza moc parowozu. Wogóle zaś, za wyjątkiem szybkości bardzo małych i bardzo dużych, cylindry mogą spożytkowywać całą ilość pary dostarczanej przez kocioł, pracując z małą szybkością, gdy napełnienie, a więc i siła pociągowa, są duże, albo naodwrot z dużą szybkością, gdy napełnienie i siła pociągowa są małe.

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

Ilość wody, wyparowanej na godzinę w kotle parowozu, wynosi przy dobrym węglu około 4000 litrów na metr kw. rusztów, rozchód zaś wody wynosi średnio około 12 litrów na konia parowego i godzinę i jest najmniejszy przy szybkości, odpowiadającej mniej więcej trzem obrotom kół napędnych na sekundę.

Wnioski Dedouits'a, dotyczące pracy parowozów, stwierdzone zostały pod wielu względami przez badania Goss'a, dokonane na stacji doświadczalnej uniwersytetu w *Purdue*. Goss obserwował średnią pręężność pary w cylindrach przy różnych napełnieniach i szybkościach, które się zmieniały od 24 do 88 km na godz. Tablica, którą Goss ułożył, wskazuje, że oba czynniki, t. j. napełnienie i szybkość, silnie wpływają na średnią pręężność pary. Tak, na przykład, przy ciśnieniu w kotle $9,1 \text{ kg/cm}^2$ i napełnieniu 25%, w miarę zmiany szybkości od 24 do 88 km/godz, średnia pręężność zmieniała się od 3,1 do 1,27 kg/cm². Przeciwnie, rozchód pary na konia parowego podlegał przy zmianie szybkości i napełnienia bardzo nieznacznym zmianom i wynosił średnio około 12,5 kg/godz.

Strahl, na podstawie *spostrzeżeń na dr. żel. pruskich* dochodzi do wniosku, że ilość pary S , którą może dać kocioł parowozu, oraz moc parowozu najwłaściwiej jest określać na $1 m^2$ pola rusztu R , gdyż różnice w stosunku powierzchni ogrzewalnej kotła do pola rusztu wpływają bardzo nieznacznie na ilość odparowanej wody.

Przy najkorzystniejszej szybkości *ilość węgla spalanego* stale na godzinę na $1 m^2$ rusztu może być doprowadzona do 600 kg węgla górnośląskiego, którego wartość cieplikowa c_b wynosi średnio 6700 ciepłostek, chwilowo zaś do 790 $kg/godz.$ Przy dobrej średniej pracy parowozu spala się tego węgla na $1 m^2$ rusztu przeciętnie 450 $kg/godz.$

Ilość węgla innych gatunków, która może być spalana, zmienia się w stosunku odwrotnym do jego wartości cieplikowej. *Natężenie paleniska* $A = \frac{Bc_b}{10^6 R}$ wynosi więc: największe stałe 4, krańcowe chwilowe 5,3 i przeciętne około 3 milionów ciepłostek wartości cieplikowej paliwa, spalanego na godzinę na $1 m^2$ rusztu.

Współczynnik sprawności kotła $\eta = \frac{S c_s}{B c_b}$ t. j. stosunek wartości cieplikowej $S c_s$ wytworzonej pary¹⁾ do wartości cieplikowej $B c_b$ spalonego węgla, zmniejsza się ze zwiększeniem natężenia paleniska, gdyż zwiększenie to powoduje jednocześnie zwiększenie ilości paliwa niezupełnie spalonego, które unosi się z paleniska do dymnicy. Zależność współczynnika sprawności kotła od natężenia paleniska A Strahl wyraża przybliżonym wzorem doświadczalnym

$$\eta = 0,843 - 0,061 A \dots \dots \dots (7)$$

i przyjmuje jego wielkość, zgadzającą się ze spostrzeżeniami pirometrycznymi, przy największym stałym natężeniu paleniska średnio 0,60, przy krańcowym chwilowym 0,52 i przy przeciętnej dobrej pracy parowozu 0,65.

Najmniejszy rozchód pary $\frac{S}{N}$ na konia parowego na godzinę wynosi w parowozach jednoprzężnych o ciśnieniu manom. w kotle 12 atm : nasyconej 12 do 11 kg i przegrzanej 7 do 6,5 kg . W parowozach dwuprzężnych rozchód ten wynosi odpowiednio 10 do 9,5 kg i 6,4 do 6,2 kg na godzinę. Jeżeli ciśnienie w kotle jest większe niż 12 atm , to rozchód pary może być przyjęty o 1% mniejszy na każdą atm .

Zastosowanie *podgrzewaczy* wody zasilającej kocioł zwiększa moc parowozu o 13% do 27%.

Powyższe dane pozwalają określić *odparowalność węgla* w kotle parowozu:

$$\frac{S}{B} = \eta \frac{c_b}{c_s} \dots \dots \dots (8)$$

oraz *moc parowozu* w $MK/godz.$ na m^2 rusztu:

¹⁾ Przy ciśnieniu $p = 12 atm.$, wartość cieplikowa pary nasyconej $c_s = 635$ ciepłostek, pary zaś przegrzanej do $300^{\circ} C$ $c_s = 725$ ciepłostek.

$$\frac{N}{R} = \frac{B}{R} \cdot \frac{S}{B} : \frac{S}{N} = \frac{B}{R} \eta \frac{c_b}{c_s} : \frac{S}{N} \dots \dots \dots 9)$$

Dane o pracy parowozów dr. żel. pruskich według Strahl'a zebrano w poniższej tabelicy 9.

Tablica 9.

	Praca parowozów	
	największa stała	krańcowa chwilowa
1. Natężenie paleniska w milj. ciepłotek $\frac{B}{10^6 R} \cdot c_b \dots$	4	5,3
2. Ilość węgla śląskiego w kg spalane go na godzinę na 1 m ² rusztu $\frac{B}{R} \dots$	600	790
3. Współczynnik sprawności kotła $\eta \dots$	0,60	0,52
I. Parowozy o parze nasyconej $p = 12$ atm.		
4. Ilość pary w kg odparowanej na godz. na 1 m ² rusztu $\frac{S}{R} \dots$	3 780	4 350
5. Odparowalność węgla śląskiego $\frac{S}{B} \dots$	6,33	5,59
6. Rozchód pary najmniejszy w kg/MK na godz.		
a) w parowozach jednoprzężnych $\frac{S}{N} \dots$	11,5	11,5
b) " " dwuprzężnych " " " " " "	9,75	9,75
7. Moc na 1 m ² rusztu, MK na godz.		
a) parowozów jednoprzężnych $\frac{N}{R} \dots$	330	377
b) " " dwuprzężnych " " " " " "	387	445
II. Parowozy o parze przegrzanej do 300°C, $p = 12$ atm.		
8. Ilość pary w kg odparowanej na godz. na 1 m ² rusztu $\frac{S}{R} \dots$	3 300	3 800
9. Odparowalność węgla śląskiego $\frac{S}{B} \dots$	5,55	4,90
10. Rozchód pary najmniejszy w kg/MK na godz.		
a) w parowozach jednoprzężnych $\frac{S}{N} \dots$	7,0	7,0
b) " " dwuprzężnych " " " " " "	6,5	6,5
11. Moc na 1 m ² rusztu, w MK na godz.		
a) parowozów jednoprzężnych $\frac{N}{R} \dots$	470	543
b) " " dwuprzężnych " " " " " "	507	585

Z rozpatrzenia tablicy 9 okazuje się, że podczas gdy na przegrzanie pary rozchodzi się około 12,5% więcej ciepła, to zastosowanie jej zwiększa moc parowozu o 45%. Podwójne rozprężanie pary zwiększa moc parowozów bez przegrzewacza o 18%, z przegrzewaczem zaś tylko o 8%.

Największa moc parowozu, podana w powyższej tabelicy, odpowiada szybkości, przy której średnie ciśnienie wskazane p_i w cylindrach wynosi przybliżenie

Tab. 10. Przybliżone dane do określenia pracy parowozów opalanych węglem dąbrowskim.

	Praca parowozów	
	największa stała	krańcowa chwilowa
1. Natężenie paleniska w milj. ciepł. $\frac{B}{10^6 R} \cdot c_b$	3	4
2. Ilość węgla w kg spal. na godz. na $1 m^2$ rusztu $\frac{B}{R}$	500	650
3. Współczynnik sprawności kotła η	0,65	0,60
4. Ilość pary w kg odparowanej na godz. na $1 m^2$ rusztu		
a) pary nasyconej $\frac{S}{R}$	3 230	3 870
b) pary przegrzanej „	2 830	3 390
5. Odparowalność węgla dąbrowskiego		
a) pary nasyconej $\frac{S}{B}$	6,45	5,95
b) pary przegrzanej „	5,65	5,21
6. Rozchód pary najmniejszy w kg/MK na godz.		
A. Para nasycona, $p = 12$ atm.		
a) w parowozach jednoprzężnych $\frac{S}{N}$	12	12
b) „ „ dwuprzężnych „	10	10
B. Para przegrzana do $300^{\circ}C$, $p = 12$ atm.		
a) w parowozach jednoprzężnych $\frac{S}{N}$	7	7
b) „ „ dwuprzężnych „	6,4	6,4
7. Moc na $1 m^2$ rusztu, MK na godz.		
A. Para nasycona, $p = 12$ atm.		
a) parowozów jednoprzężnych $\frac{N}{R}$	270	325
b) „ „ dwuprzężnych „	325	390
B. Para przegrzana do $300^{\circ}C$, $p = 12$ atm.		
a) parowozów jednoprzężnych $\frac{N}{R}$	405	485
b) „ „ dwuprzężnych „	440	530

4. Najmniejsza szybkość parowozu. Sprawność parowozu.

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

Jednak normalna szybkość ruchu, za wyjątkiem rozpędzania i zwalniania, nie powinna być zmniejszana poniżej pewnej granicy v_{min} , ze względów handlowych, w zależności od rodzaju przewozu, a także ze względów technicznych, w zależności od przyczepności kół napędnych parowozu. Największa siła pociągowa, odpowiadająca tej szybkości:

$$Z_{max.} = \frac{75 N}{v_{min.}} \dots \dots \dots (13)$$

winna czynić zadość warunkowi

$$Z_{max.} \leq f L_n \dots \dots \dots (14)$$

Obniżenie więc równomiernej szybkości jazdy poniżej tak określonego $v_{min.}$ byłoby niecelowe, gdyż nie dawałoby możliwości zwiększyć siłę pociągową.

Według tab. 10 na str. 92 moc parowozu wynosi dla parowozów o parze nasyconej średnio około 300 MK i dla parowozów o parze przegrzanej około 420 MK na m^2 pola rusztu. Na jeden zaś m^2 pola rusztu przypada mniej więcej 45 t ciężaru parowozu z tendrem w stanie roboczym.

Na podstawie tych danych *moc parowozu* w kilogramometrach na sekundę wyrazi się, w zależności od ciężaru parowozu z tendrem w kg, przybliżenie, dla parowozów o parze nasyconej,

$$75 N = 75 \cdot 300 R = \frac{75 \cdot 300}{45000} L = 0,5 L$$

Oznaczając przez z stosunek $Z_{max.} : L$, nazywany *współczynnikiem sprawności parowozu*, otrzymamy

$$z = \frac{0,5}{v_{min.}} \dots \dots \dots (15^a)$$

i odpowiednio dla parowozów o parze przegrzanej

$$z = \frac{0,7}{v_{min.}} \dots \dots \dots (15^b)$$

Jak widać, współczynnik sprawności parowozu, który winien czynić zadość warunkowi

$$z \leq f \frac{L_n}{L} \dots \dots \dots (16)$$

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

5. Ruchy szkodliwe parowozu. Wężykowanie, szarpanie i zwroty. Wachania pionowe, cwałowanie i kołysanie. Właściwości ustroju parowozu, powodujące ruchy szkodliwe, i środki ich ograniczenia. Największa szybkość konstrukcyjna parowozu.

Parowóz, przeznaczony do ruchu postępowego, podlega nadto wielu innym ruchom, które zakłócają ruch jego postępowy i zowią się dla tego szkodliwymi. Przeciwdziałanie tym ruchom i możliwe ich ograniczenie mają bardzo ważne znaczenie ze względu na bezpieczeństwo jazdy oraz stateczność i wytrzymałość kolei.

Ruchy szkodliwe parowozu wynikają części z ustroju kolei i jej odkształceń, części zaś z ustroju i działania samego parowozu. O ruchach szkodliwych, ujawniających się w związku ze zmianami w normalnym ustroju kolei, z jej sprężystością oraz z odkształceniami, wynikającymi wskutek zużycia, będzie traktowane niżej w dziale budowy wierzchniej. Tu zaś będzie przedewszystkiem zwró-

cona uwaga na te ruchy szkodliwe parowozu, których przyczyna w nim samym się znajduje, i które ujawniają się w linii prostej i poziomej, w torze nieodkształconym.

Niektórym ruchom szkodliwym podlega cały parowóz, innym tylko część jego, oparta na resorach. Do pierwszej grupy ruchów szkodliwych należą: wężykowanie, szarpanie i zwroty, do drugiej: wahania pionowe, kołysanie i cwałowanie.

Wężykowanie jest jednym z najniebezpieczniejszych ruchów szkodliwych, zwłaszcza przy dużych szybkościach, któremu podlegają prócz parowozu, również inne jednostki taboru kolejowego. Umożliwia je luz pomiędzy obrzeżem obręczy a szyną, który pozwala parowozowi przyjąć położenie skośne względem osi toru, wywołane przypadkowym zbiegiem przyczyn: niejednakowej średnicy obręczy, różnic w obciążeniu kół, wielkości tarcia obręczy o szyny i in. Po uderzeniu bocznem koła o jedną z szyn następuje zwrot parowozu ku drugiej szynie i t. d.

Wężykowanie parowozu daje się zauważyć zwłaszcza na długich prostych, w nierównych odstępach czasu, wzmagając się, to znów słabnąc. Im krótszy jest rozstaw pomiędzy skrajnymi osiami, osadzonemi sztywno w tejsze ramie, tem większy jest kąt, pod którym przednie koła mogą nabiegać na szynę i tem większe i niebezpieczniejsze jest wężykowanie. Jedną z cech ustroju parowozu, sprzyjających wężykowaniu, jest umieszczenie paleniska poza osią tylną, przyczem działa szkodliwie bezwładność tylnej zwieszającej się części parowozu. Przeciwnie długi rozstaw parowozu, zwrotna oś potoczna, dobrze wysunięta ku przodowi, zwłaszcza zaś *wózek*, zmniejszają wężykowanie, dając przy nacisku bocznym parowozu na jedną z szyn dwa lub trzy punkty oparcia zamiast jednego.

Siła pociągowa każdego cylindra jest zmienna i staje się równa zeru w obu punktach zwrotnych. Zmienna wielkość siły pociągowej powoduje *szarpanie* parowozu, ujawniające się zwłaszcza przy mniejszych szybkościach. Niejednostajność napędu wyrównywa, choć niezupełnie, osadzenie korb cylindrów, położonych z obu stron kotła, pod kątem prostym jedna względem drugiej, oraz bezwładność masy parowozu.

Zmiany w wielkości siły pociągowej następują niejednocześnie w prawym i lewym cylindrze, wskutek czego powstaje moment obrotu parowozu około osi pionowej, przechodzącej przez jego środek ciężkości. Takież moment, powodujący *zwroty* parowozu w planie, daje składowa pozioma siła bezwładności mas mechanizmu parowozu, których ruchy odbywają się niesymetrycznie względem jego osi podłużnej.

Niektóre masy mechanizmu parowozu mają ruch obrotowy, inne postępowy powrotny. Bezwładność mas, mających ruch obrotowy, może być zrównoważona przez umieszczenie w punktach średnicowo im przeciwległych mas odpowiedniej wielkości, t. zw. *odciążków*; jednakże zrównoważenie to nie zawsze daje się osiągnąć w zupełności, wskutek braku miejsca do umieszczenia odciążków. Bezwładność mas, mających ruch postępowy powrotny, może być też zrównoważona przy pomocy odciążków, umieszczonych na kołach tak, aby składowe poziome obu mas były sobie przeciwległe. Jednakże składowa pionowa

siły bezwładność tych odciążków powoduje zmiany nacisku koła na szynę, które mogłyby przekroczyć granice dopuszczalne ze względu na wytrzymałość budowy wierzchniej i na stateczność taboru (podskok koła). Z tego powodu bezwładność mas, będących w ruchu postępowym powrotnym, często nie równoważy się wcale, lub tylko częściowo. Jest to więc druga przyczyna, powodująca zwroty parowozu, które się przy każdym obrocie kół powtarzają. Prócz tej okresowości, ruchy szkodliwe parowozu, które stąd powstają, nie różnią się zasadniczo od wężykowania. Parowozy o cylindrach wewnętrznych mniej podlegają zwrotom ze względu na mniejsze ramię momentu obrotu. W parowozach 4-o cylindrowych masy, mające ruch postępowy powrotny, dają się wzajemnie zrównoważyć.

Ruchy szkodliwe części parowozu spoczywającej na resorach, w postaci różnego rodzaju wahań, pochodzą po części wskutek niejednakowego osiadania kolei i nierówności powierzchni tocznej, po części zaś wskutek skończonej długości drąga korbowego, pochylania się jego względem równoleżników i wynikającego stąd nacisku krzyżulców na równoleżniki w kierunku pionowym. Nacisk ten jest największy w środkowym położeniu krzyżulca i skierowany w czasie ruchu naprzód przeważnie ku górze, w czasie zaś ruchu w tył, ku dołowi.

Ze względu na niejednakowe właściwości gruntu naturalnego i nasypów różnej wysokości, sprężystość kolei żelaznej nie może być wogóle jednakowa. Przytem szyny kolejowe mają określoną długość, w miejscach zaś gdzie się łączą, zachodzą pewne nierówności powierzchni tocznej i sprężystość szyn jest nieco inna niż na pozostałej długości, powodując osiadania stałe. Wskutek tych przyczyn wynikają *wahania pionowe* na resorach całego kotła jednocześnie lub niejednakowe osiadanie resorów pod przednią i tylną jego częścią, czyli tak zwane *cwałowanie*.

Nacisk krzyżulców na równoleżniki powoduje wahania resorów najbliżej położonych i wzmaga cwałowanie, zwłaszcza jeżeli rozstaw osi jest krótki i cylindry są wysunięte ku przodowi oraz jeżeli palenisko jest zwieszane poza ós ostatnią. Przy pewnych szybkościach, nierówności, powtarzające się w złączach, mogą się zbiegać z okresem wahań resorów i potęgować cwałowanie.

Nacisk krzyżulca na równoleżniki nie następuje jednocześnie z obu stron parowozu, również w poziomie obu szyn i nierównościach na nich mogą zachodzić różnice, powodujące niejednakowe osiadanie resorów z obu stron parowozu i poprzeczne *kołysanie* części nadresorowej parowozu. Mniejszy rozstaw resorów, na których opiera się kocioł, (naprz. przy dźwigarach podłużnych wewnętrznych), oraz większe wzniesienie środka ciężkości kotła nad punktami jego oparcia, zwiększają kołysanie. Jednakże podniesienie kotła, uniezależniające jego wymiary od rozstawu kół i ich średnicy, daje możność tak znacznego zwiększenia jego masy i bezwładności, że w rezultacie podniesienie to wpływa dodatnio na stateczność parowozu przeciw kołysaniu. Umieszczenie cylindrów wewnętrzne, zmniejszając ramię nacisku krzyżulców, oddziałują również korzystnie na zmniejszenie kołysania.

Wszelkie *wahania* parowozu na resorach zwiększają się, o ile tarcie resorów mniej im przeciwdziałają. Pod tym względem resory spiralne mniej są odpowiednie, niż płaskie z piór złożone.

Jak widać z powyższego, większość ruchów szkodliwych parowozu powtarza się przy każdym obrocie kół napędnych i wzmaga się z szybkością ich obrotu, która mogłaby dojść do granic zagrażających bezpieczeństwu jazdy. Mając to na względzie ustanawia się dla każdego parowozu i oznacza na nim największą *szybkość konstrukcyjną*, której on w żadnym wypadku przekraczać nie powinien.

Według umowy technicznej Związku Zarządów dr. żel. niemieckich *ilość obrotów kół napędnych na minutę* nie powinna przekraczać, w zależności od ustroju parowozu, następujących granic:

Tablica 11.

Rodzaj osi przednich	Palenisko podparte						Palenisko zwieszane
	cylindry wewnętrzne ¹⁾			cylindry zewnętrzne ²⁾			Cylindry wewnętrzne lub zewnętrzne
	Ilość osi napędnych			Ilość osi napędnych			
	1—3	4	5	1—3	4	5	
półwozak	360	280	280	320	260	230	240
oś potoczna	310	250	250	280	260	230	220
oś napędna	280	250	250	260	200	200	180

Parowozy o osiach napędnych w wozakach zwrotnych (Mallet), bez względu na umieszczenie paleniska i cylindrów, 200 obrotów.

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

Stosownie do rodzaju pociągów, które parowóz ma obsługiwać, odróżniane są parowozy pośpieszne, osobowe i towarowe. Parowozy, przeznaczone specjalnie do przetaczania taboru na stacjach, zowią się manewrowemi.

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 przytem o mniejszej średnicy niż parowozy osobowe, od których wymagana jest większa szybkość, względnie zaś mniejsza siła pociągowa. Z drugiej strony, 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 budowy kolei, więc od mocy parowozu zależy również ogólna ilość jego osi napędnych i potocznych

¹⁾ albo dwa z wewnątrz i dwa z zewnątrz ramy.

²⁾ albo dwa z zewnątrz i jeden z wewnątrz ramy.

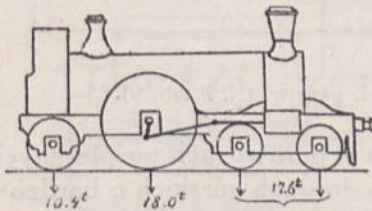
Wynika stąd, że stosunek ilości osi napędnych do ogólnej ilości osi parowozu (wyrażany zwykle w postaci ułamka, na przykład $\frac{2}{4}$, co oznacza, że na ogólną ilość czterech osi dwie są napędne), oraz średnica kół napędnych, ograniczająca największą szybkość parowozu, znamionują dość dobrze jego przeznaczenie.

Dla dokładniejszego oznaczenia układu osi potocznych względem osi napędnych, układ ten wskazują często trzema liczbami, z których środkowa odnosi się do osi napędnych, lewa zaś do przednich potocznych. W Niemczech ilość osi napędnych 1, 2, 3... oznaczają literami A, B, C... W Ameryce parowozy o pewnym układzie osi napędnych i potocznych otrzymały osobne nazwy, np. *American* (2-2-0), *Prairie* (1-3-1), *Pacific* (2-3-1), *Consolidation* (1-4-0), *Decapod* (1-5-0) i t. p.

Na drogach żelaznych polskich przyjęto oznaczać parowozy podług rodzaju pociągów, do których są przeznaczone, literami P, O, T (pośpieszne, osobowe, towarowe) nadto zaś parowozy beztendrowe (kuse) literą K. Układ osi parowozu oznacza się umówioną małą literą alfabetu. Prócz tych charakterystyk, przyjęto oznaczać każdy parowóz numerem serji, mającej jednakowe części wymienne, oraz numerem inwentarza.

Parowozy pośpieszne i osobowe. Duża szybkość wymaga zastosowania w parowozach pośpiesznych dużej średnicy kół napędnych i ustroju, zapewniającego możliwie jaknajwiększą stateczność i spokój jazdy. Średnica kół w parowozach pośpiesznych wynosi przeważnie 1,80 do 2,1 m. Wymagania co do siły pociągowej są dla tych parowozów stosunkowo mniejsze, jakkolwiek winna być ona obliczona z dość znacznym zapasem dla możności szybkiego ruszania. Wobec tego ilość osi sprzężonych bywa w parowozach pośpiesznych niewielka. Natomiast stosowane są osie potoczne, umieszczane przeważnie z przodu w postaci półwozaków. Ze względu na spokój jazdy, stosowany jest często ustrój silnika czterocyldrowy. Dużą moc parowozu zapewnia odpowiednio duży kocioł.

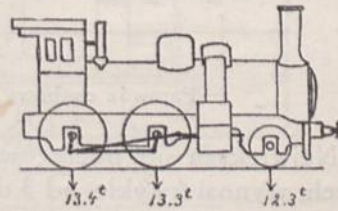
Parowozy osobowe posiadają mniej więcej te same cechy, co parowozy pośpieszne, z tą różnicą, że w nich średnica kół napędnych bywa mniejsza, gdyż wynosi od 1,5 do 1,8 m.



Odl. między zderz. $0,787+2,642+2,362+1,981+1,296=9,068$ m.

Rys. 38.

Parowóz kurjerski angielskiej dr. żel.
Great Northern 1892 r.



Odl. m. zderz. $1,235+2,300+2,700+2,315=8,550$ m.

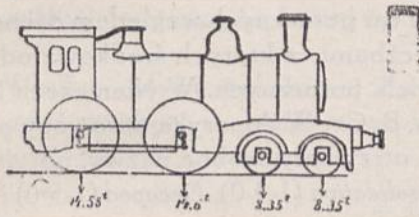
Rys. 39.

Parowóz osobowy Pruskich dr. żel.
państw. 1895 r.

Parowozy osobowe o jednej osi napędnej (rys. 38) i dwóch albo trzech potocznych (1-1-1 i 2-1-1) do niedawna używane były w Anglii do lekkich pociągów kurjerskich, lecz obecnie wyszły już z użycia ze względu na małą siłę pociągową.

Na kontynencie parowozy osobowe były przeważnie typu 1-2-0 (rys. 39). W miarę tego jak wzrastały wymagania co do szybkości, a więc i mocy tych

parowozów, zaczęto stosować typy 2-2-0 (rys. 40) i 2-2-1 z dwuosiowym półwózkiem z przodu. Taki układ osi zabezpiecza spokojniejszy ruch parowozu i lepiej zachowuje tor, niż układ typu 1-2-1, w którym jedna z osi potocznych jest

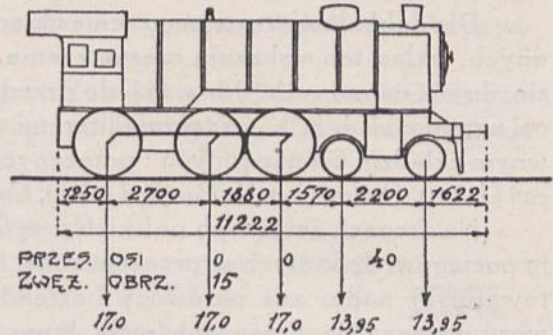


Odl. między zderz.

$$1,346 + 2,743 + 2,248 + 1,956 + 1,451 = 9,744 \text{ m.}$$

Rys. 40.

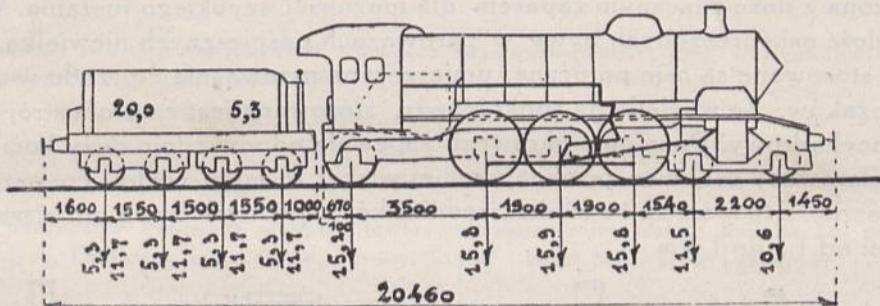
Parowóz kurjerski Holenderskich dr. żel.
1891 r.



Rys. 41.

Parowóz osobowy Polskich dr. żel. państw.
[N. 3 tab. 9].

umieszczona z przodu, druga zaś z tyłu. W trudniejszych warunkach przekroju podłużnego linii i ciężaru pociągów stosowane są obecnie, w zależności od wymaganej szybkości pociągów, parowozy typów: 1-3-0, 1-3-1 i 2-3-0 (rys. 41), w ostatnich zaś czasach typu 2-3-1 (rys. 42).



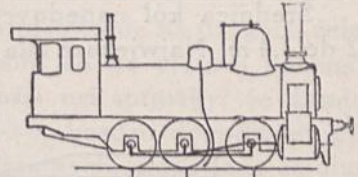
Rys. 42.

Parowóz osobowy Polskich dr. żel. państw. (N. 7 tab. 9).

Największa siła pociągowa, wymagana w parowozach pośpiesznych i osobowych, wynosi zwykle od 3 do 7 tonn. Na drogach górskich o bardzo dużych wzniesieniach wymagania co do siły pociągowej w parowozach pośpiesznych i osobowych muszą być większe, natomiast szybkość jazdy zmniejsza się. W zależności od tego ustrój parowozów osobowych, stosowanych na drogach górskich, zbliża się do ustroju parowozów towarowych, stosowanych na równinach, lub nawet używane są te same typy w obu wypadkach.

Parowozy towarowe. Do prowadzenia pociągów towarowych potrzebna jest duża siła pociągowa przy małej stosunkowo szybkości. Odpowiednio do tego parowozy towarowe odznaczają się dużą powierzchnią ogrzewalną, dużymi cylindrami i małą średnicą kół napędnych, przyczem zwykle wszystkie osie są ze sobą sprzężone.

Osie sprzężone, nie mogące się nastawiać w łukach, winny być do siebie zbliżone tak, aby rozstaw skrajnych osi sztywnych był niezbyt wielki (4 do 4,5 m). Wynika stąd zwieszanie się końcowych części kotła, powodujące szkodliwe ruchy parowozu (por. str. 94 i 95). Dla uniknięcia tychże i podparcia paleniska kocioł parowozu wznosi się ku górze, z przodu zaś parowozu często umieszcza się jedną oś pomoczną (rys. 45 i 46).

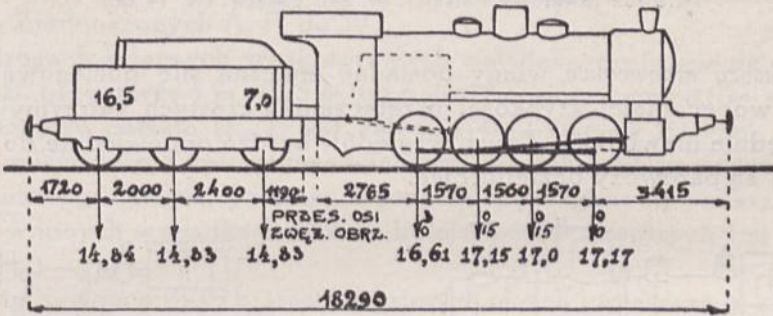


$$\text{Odl. m. zderz. } 2,929 + 1,400 + 1,760 + 2,960 = 8,779 \text{ m.}$$

Rys. 43.

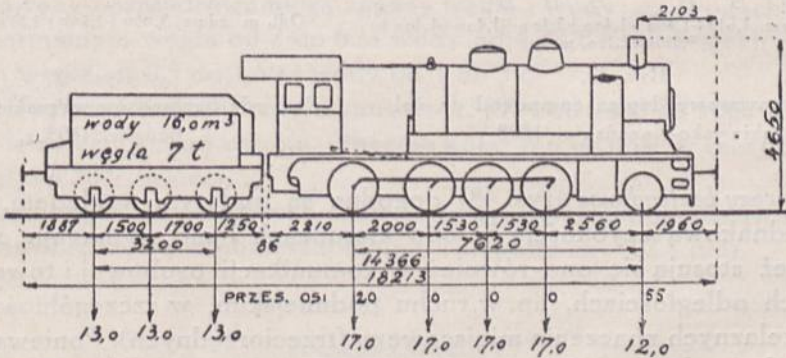
Parowóz towarowy Austriackich dr. żel. państw. 1895 r.

Ilość osi sprzężonych bywa od 3 do 6. Parowozy towarowe najczęściej używane w Europie są typów 0-3-0, 0-4-0 (rys. 43 i 44) i 0-5-0. Ulepszenia co do przesuwności równoległych osi sprzężonych pozwoliły na stopniowe zwiększenie ich



Rys. 44.

Parowóz towarowy Polskich dr. żel. państw. (N. 9 tab. 9).

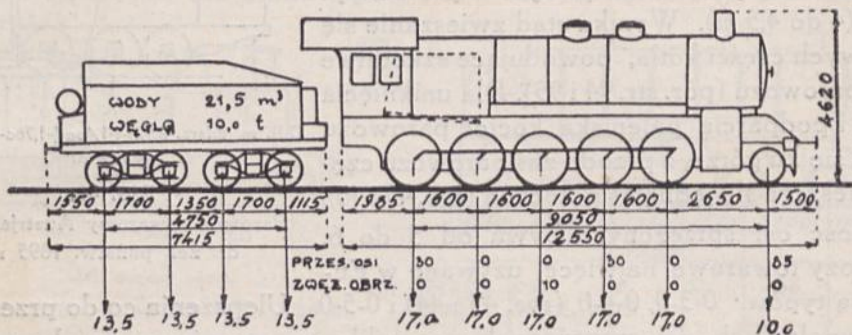


Rys. 45.

Parowóz towarowy Polskich dr. żel. państw. (N. 11 tab. 9).

liczby pod parowozem, która w najnowszych typach, stosowanych w Europie, dochodzi do sześciu. Natomiast w Ameryce stosowane są w trudnych warunkach parowozy systemu Mallet'a, posiadające dwa wozaki, z których każdy ma 3 osie napędne (rys. 47).

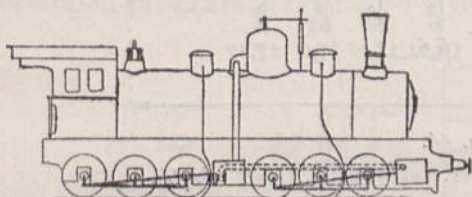
Średnica kół napędnych w parowozach towarowych wynosi zwykle od 1,2 do 1,4 m. Największa siła pociągowa wynosi od 6 do 15 t.



Rys. 46.

Parowóz towarowy Polskich dr. żel. państw. (N. 14 tab. 9).

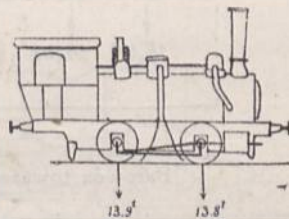
Parowozy manewrowe winny posiadać znaczną siłę pociągową, jednakże moc ich, wobec małej szybkości przetaczania i częstych zatrzymywań, może być względnie niewielka. Z tych względów bardzo odpowiednie do pracy manewrowej są parowozy beztendrowe.



13^t 13^t 13^t 13^t 13^t 13^t
 Odl. m. zderz. $1,015+1,400+1,400+3,100+1,400+1,400+3,615=12,130$ m.

Rys. 47.

Parowóz towarowy duplex compound dr. żel. Moskiewsko-Kazańskiej 1898 r.



Odl. m. zderz. $3,050+2,500+2,539=8,089$ m.

Rys. 48.

Parowóz beztendrowy Pruskich dr. żel. państw. 1895 r.

Parowozy beztendrowe (rys. 48) dogodne są pod tym względem, że mogą biec z jednakową szybkością w obu kierunkach i nie wymagają obracania. Dlatego też stosują się one również w komunikacji osobowej i towarowej na niewielkich odległościach, np. w ruchu podmiejskim, w szczególności zaś na drogach żelaznych znaczenia miejscowego (trzeciorzędnych). Ponieważ jednak zapas wody i paliwa, jaki się na nich mieścić może, jest niewielki (4 do 8 m³ wody i 2 do 6 t węgla), więc stosowane być mogą tylko w wypadkach, gdy częste odnawianie tego zapasu nie przedstawia trudności.

Parowozy beztendrowe bywają bardzo rozmaitych typów. Ze względu na niewielką szybkość, osie potoczne stosowane są w parowozach beztendrowych przeważnie w postaci pojedynczych osi zwrotnych z przodu i z tyłu, rzadziej półwozaków, pozostałe zaś osie bywają sprzężone, aby otrzymać jaknajwiększą siłę pociągową.

Parowozy beztendrowe znajdują szerokie zastosowanie na drogach żelaznych wąskotorowych. Zwiększające się wymagania co do ciężaru pociągów i ulepszenie ustroju parowozów co do przesuwności osi sprawiły, że zamiast parowozów dwu i trzy osiowych typu 0-2-0 i 0-3-0, bardzo dogodnych przy ostrych łukach ze względu na krótki rozstaw osi skrajnych, stosowane są obecnie na tych drogach coraz częściej parowozy beztendrowe o czterech i pięciu osiach sprzężonych w jednej ramie lub typu Malleta 0-3-0+0-3-0 i 0-4-0+0-4-0.

Ciężar parowozów dróg żelaznych znaczenia ogólnego waha się w granicach od 35 do 80 t w stanie próżnym, co odpowiada 40 do 100 t w stanie roboczym. Nacisk osi napędnych w spoczynku, wpływający zasadniczo na ustrój budowy wierzchniej, podlega na różnych drogach żelaznych niejednakowym ograniczeniom i w miarę wzrastania wymagań co do ciężaru pociągów stale się zwiększa. Na drogach żelaznych polskich znaczenia ogólnego, największy nacisk osi napędnych wynosi od 14 do 17 t, na innych europejskich do 20 t, w Stanach Zjednoczonych A. P. do 30 t.

Na drogach żelaznych wąskotorowych największe obciążenie osi napędnej wynosi przy torze 1 m i 0,75 m od 6 do 12 t, przy torze 0,6 m od 5 do 6 t i mniej. Przepisy polskie (P. T. M.) zalecają stosować na drogach żelaznych znaczenia miejscowego następujące wielkości największego nacisku osi: na kolejach o torze normalnym, po których przechodzą wagony linii znaczenia ogólnego 12 t, w innych wypadkach 10 t, na kolejach wąskotorowych 1 m 9 t, 0,75 m 8 t i 0,6 m 7 t.

Tendry bywają o dwóch, trzech i czterech osiach i mieszczą w sobie zapas od 3 do 12 t węgla i od 8 do 32 t wody. Ciężar własny tendrów wynosi od 70% do 90% ich obciążenia. Całkowity ciężar tendrów wraz z ładunkiem wynosi od 9 do 15 t na oś.

Parowozy beztendrowe niosą zapasy węgla i wody: na drogach żelaznych o torze normalnym węgla od 2 do 6 t i wody od 4 do 8 t, na drogach zaś wąskotorowych węgla od 0,5 do 1,5 t i wody od 1 do 3 t.

Koszt parowozów z tendrami wynosił w r. 1914 od 1400 do 1600 zł. za tonnę ciężaru, w zależności od ustroju. Obecnie koszt ten wynosi w fabrykach krajowych blisko o 50% więcej.

Dane, dotyczące niektórych charakterystycznych typów parowozów i tendrów zamieszczone są w poniższej tablicy 12 (patrz str. 102 i 103).

ROZDZIAŁ IV.

Opór pociągów.

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

Tab. 9. Dane dotyczące parowozów

N.	RODZAJ PAROWOZU	P a r o w o z y						
		Rok dostawy	Szerokość toru mm	Układ osi	Rodzaj pary	Rozprężanie	Manom. prę- żność pary atm	
I. Pośpieszne i osobowe.								
1	Polskich dr. żel. państw. ser. P d 5 (typ pruski S ₀)	1906	1435	2-2-0	P r z e g r z a n a	Jp	12	
2	" " " " ser. O i 1 (typ pruski P ₀)	1906	"	1-3-0		Jp	12	
3	" " " " ser. O k 22	1923	"	2-3-0		Jp	12	
4	Belgijskich dr. żel. państw.	1923	"	2-3-0		Dp	16	
5	Polskich dr. żel. państw. ser. O l 12 (typ austriacki 429) .	1911	"	1-3-1		Jp	15	
6	" " " " ser. P n 12 (typ austriacki 310) .	1912	"	1-3-2		Dp	16	
7	" " " " ser. O m 101 (typ. wirtemb.)	—	"	2-3-1		Dp	15	
8	Francuskiej dr. żel. Orleańskiej	1923	"	2-3-1		Jp	12	
II. Towarowe.								
9	Polskich dr. żel. państw. ser. T p 4 (typ pruski G' ₈)	1912	"	0-4-0	P r z e g r z a n a	Jp	14	
10	" " " " ser. T r 20 (typ amerykański)	1920	"	1-4-0		Jp	13,5	
11	" " " " ser. T r 21 (fabr. w Chrzanowie)	1922	"	1-4-0		Jp	13	
12	" " " " ser. T w 12 (typ austriacki 80)	1911	"	0-5-0		Jp	14	
13	" " " " ser. T w 1 (typ pruski G ₁₀)	1910	"	0-5-0		Jp	12	
14	" " " " ser. T y 23	1923	"	1-5-0		Jp	14	
15	Japońskich dr. żel. państw.	—	1067	0-3-0+ +0-3-0		Dp	14	
16	Szwajcarskich dr. żel. retyckich	—	1000	1-4-0		Jp	12	
17	Niemieckich dr. żel. kolonialnych	—	600	1-4-1		Jp	12	
Beztendrowe.								
18	Polskich dr. żel. państw. ser. O K i 2 (typ pruski T ₁₂)	1906	1435	1-3-0		P r z e g r z a n a	Jp	12
19	" " " " ser. O K l 101 (typ saski T ₁₂ ⁹)	—	"	1-3-1			Jp	12
20	" " " " ser. T K t 1 (typ pruski T ₁₄)	1913	"	1-4-1			Jp	12
21	" " " " ser. T K w 1 (typ pruski T ₁₅)	1914	"	0-5-0			Jp	12
22	Argentynskich dr. żel. państw. (fabr. Borsig'a)	—	1000	2-4-1			Jp	12
23	Polskich dr. żel. państw. (typ pruski T ₃₈)	1919	785	0-4-0			Jp	13
24	" " " "	1924	"	0-5-0			Jp	13
25	Austriackiej dr. żel. Triest-Parenzo	—	760	0-4-1	Jp		13	

niektórych dróg żelaznych.

P a r o w o z y											T e n d r y			
Cylindry			Średnica kół napędnych <i>D</i> mm	Powierzchnia ogrzewalna		Powierzchnia rusztów <i>R</i> m^2	Ciężar <i>t</i>				Ilość osi	Zapas wody	Zapas paliwa	Ciężar w stanie roboczym
Ilość	Średnica <i>d</i> mm	Skok tłoka <i>l</i> mm		Kotła H_1 m^2	Prze-grzewacza H_2 m^2		W stanie próżnym	W stanie roboczym	na osiach napędnych	Najwięk-szy na oś				
2	550	630	2,10	137,0	40,3	2,31	55,3	61,0	33,4	16,7	4	21,5	7	50,8
2	540	630	1600	134,9	41,9	2,25	53,6	59,8	45,8	15,5	4	16,0	5,0	42,0
2	575	630	1750	182,1	61,6	4,00	70,8	78,9	51	17,0	4	21,5	7,0	51,1
4	$\frac{2 \times 400}{2 \times 600}$	640	1800	160,0	54,8	3,08	76,5	83,5	59,7	20,0	—	—	—	—
2	475	690	1574	117,5	22,3	3,00	55,1	61,2	43,0	14,3	4	21	9	50
4	$\frac{2 \times 390}{2 \times 660}$	720	2100	197,8	43,4	4,62	79,2	86,0	44,1	14,7	4	21	9	50
4	$\frac{2 \times 420}{2 \times 620}$	612	1800	261,0	53,0	3,95	75,9	85,0	47,6	15,9	4	20	5,5	46,8
2	620	650	1950	223,1	72,0	4,70	83,8	93,3	53,6	17,9	4	22	6	54,9
2	600	660	1350	144,4	51,9	2,62	61,4	67,6	67,6	17,0	3	12	7	35,9
2	533,4	711,2	1370	158,3	39,0	2,97	65,5	75,6	68,6	18,3	4	20,4	7,25	50,8
2	615	660	1350	190,1	61,9	4,20	72,5	80,0	68,0	17,0	3	16	7	39
2	590	632	1300	150,2	26,8	3,42	62,7	69,4	69,4	14,0	3	16	7	39
2	630	660	1400	149,6	53,0	2,62	65,3	71,5	71,5	14,8	3	16,5	7	44,7
2	650	720	1450	240,5	73,5	4,50	86,0	95,0	85,0	17,0	3	21,5	7,0	50,7
4	$\frac{2 \times 420}{2 \times 650}$	610	1245	135,4	37,5	2,10	61,2	67,8	26,0	11,4	3	12,5	3,5	—
2	460	580	1060	105,5	27,9	2,10	42,6	47,2	41,5	10,4	2	10	2,5	20,4
2	400	450	860	83,8	22,7	1,55	29,9	33,7	67,8	6,5	—	13	3,5	—
2	540	630	1500	107,8	33,4	1,73	53,5	68,0	51,0	17,0	—	7	2,5	—
2	550	600	1590	122,3	36,2	2,30	62,7	79,4	48,5	16,2	—	8	2,5	—
2	600	660	1350	135,3	48,0	2,50	73,1	94,4	63,0	15,8	—	11	4	—
2	610	660	1350	132,9	45,3	2,25	63,8	80,8	80,8	16,2	—	8	3	—
2	520	600	1200	156,7		2,80	62,0	80,0	54,0	13,5	—	10,0	3,0	—
2	400	400	820	38,9	18,8	1,04	26,0	32,0	32,0	8,0	—	3,5	1,5	—
2	450	400	800	105,4	21,5	1,60	32	42	42	8,4	—	4,2	1,65	—
2	330	400	880	40,5		1,25	28,9	36,5	29,7	7,5	—	3,0	2,0	—

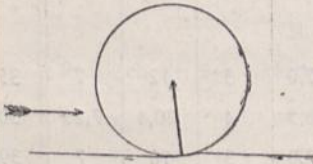
bocznych przesunięć (węzykowania) zestawów kół, 4) opór od uderzeń wskutek nierówności na powierzchniach tocznych obręczy i szyn, i 5) opór powietrza.

Oprócz tych oporów, będących właściwością całego taboru ruchomego, t. j. zarówno wagonów, jako też parowozów, istnieją jeszcze opory wewnętrzne mechanizmu parowozu, wywołane tarciem ruchomych części silnika oraz tarciem zużytej pary, wychodzącej z cylindrów, lub gazów (podczas ruchu z zamkniętą przepustnicą).

Tarcie czopów osiowych w panwiach pozostaje głównie w zależności od obciążenia czopa i od właściwości zwilżających je smarów, a mianowicie od tarcia wewnętrznego w warstwie smaru, oddzielającej panewkę od czopa.

Jeżeli oznaczymy przez P obciążenie czopa i przez f_1 współczynnik tarcia to tarcie na obwodzie czopa będzie się równać $f_1 P$, opór zaś, wywołany tem tarciem, mierzony na obwodzie koła, będzie się równać $\frac{d}{D} f_1 P$, jeżeli d oznacza średnicę czopa, a D średnicę koła. Współczynnik f_1 zależy od temperatury. Zimą tarcie na czopach jest większe niż latem. Wpływ szybkości na wielkość współczynnika f_1 , jak wykazują spostrzeżenia, jest tak mały, że można go nie brać w rachubę.

Opór toczeniu się kół po szynach pochodzi prawdopodobnie wskutek zgniatania materiału obręczy i szyny w punkcie, w którym do siebie przylegają. Nacisk koła przenosi się na bardzo nieznaczną płaszczyznę powierzchni szyny i wskutek tego prawdopodobnie naprężenia materiału w punkcie przylegania koła przekraczają granicę sprężystości. Koło, tocząc się, zgniatą znajdującą się przed nim cząsteczkę materiału szyny, wskutek czego odpór naciskowi koła odchylił się od pionu ku przodowi (rys. 49), dając siłę składową poziomą.



Rys. 49.

Według spostrzeżeń *Coulomb'a* i *Morin'a* opór przy toczeniu się kół po szynach znajduje się w stosunku prostym do nacisku koła i w odwrotnym do jego średnicy. Wpływu szybkości na wielkość tego oporu nie zauważono.

Tarcie połączone z częściowym ślizganiem się kół po szynach powstaje z następujących powodów.

Oddzielne punkty powierzchni stykania się z szyną obręczy (nie wyłączając obrzeża) należą do łuków o różnych promieniach. Również okręgi toczne kół, należących do jednego zestawu, nie są wogóle jednakowe, za wyjątkiem wypadku, gdy położenie zestawu względem osi toru jest zupełnie symetryczne. Ponieważ wszystkie punkty stykania się koła z szyną winny przebiegać jednako długie drogi, powstaje więc wskutek wymienionych przyczyn ślizganie się po szynach niektórych z tychże punktów.

Opór, wywołany pomieniem tarcia, równa się naciskowi koła, pomnożonemu przez pewien współczynnik, zależny od właściwości ciał podległych tarcia i od kształtu ich powierzchni. Niektórzy badacze znajdują, że węzykowanie taboru, a więc i wynikające z niego tarcie, zwiększa się w stosunku prostym do szybkości, jednakże zależność ta nie jest jeszcze dostatecznie stwierdzona.

Z drugiej strony wiadomo, że współczynnik tarcia zmniejsza się wraz z szybkością.

Opór od uderzeń, powodujących zmniejszenie energii kinetycznej masy będącej w ruchu, powinien zależeć od wielkości tej masy i od jej szybkości. Przyjmuje się zwykle, że opór ten pozostaje w stosunku prostym do kwadratu szybkości, jednakże według prof. Petrowa powinien on zmieniać się wolniej i należy wyrażać go dwoma wyrazami, z których jeden zależy od pierwszej potęgi szybkości, drugi zaś od jej kwadratu.

Opór powietrza pochodzi głównie wskutek bezwładności jego cząsteczek, wprowadzonych w ruch płaszczyznami pociągu, prostopadłymi do kierunku ruchu. Jeżeli wielkość tych płaszczyzn oznaczymy przez Ω , to energia kinetyczna, której nabywają cząsteczki powietrza, będąc przesunięte przy ruchu pociągu na jednostkę długości, wyrazi się:

$$\psi \Omega \delta \frac{v^2}{2g}$$

W wyrazie tym (który przedstawia również pracę oporu powietrza na jednostkę długości w mkg lub tenże opór w kg) oznacza δ ciężar jednostki objętości powietrza i ψ pewien współczynnik doświadczalny, pozostający w zależności od wielkości i kształtu powierzchni oporu, od szybkości ruchu i t. p.

Z doświadczeń otrzymano, że opór powietrza przy ruchu płaszczyzny wielkości $1 m^2$, poruszającej się z szybkością $1 m$ na sekundę w kierunku do siebie prostopadłym, wynosi:

$$\lambda = \frac{\psi \delta}{2g} = 0,1225 kg,$$

a więc jeżeli płaszczyzna, opierająca się powietrzu, równa się Ω , szybkość zaś ruchu w kierunku do niej prostopadłym v , to opór powietrza wyrazi się $\lambda \Omega v^2$.

Wiatr, wiejący w kierunku osi pociągu z szybkością v_1 , zwiększa lub zmniejsza o tęż wielkość szybkość posuwania się pociągu względnie do środowiska powietrznego, w którym on się porusza. Z tego powodu opór powietrza podczas wiatru, wiejącego w kierunku ruchu, wyniesie $\lambda \Omega (v \pm v_1)^2$ w zależności od tego, jaki wiatr wieje: pomyślny, czy też przeciwny.

Wiatr boczny przyciska obrzeża obręczy kół do jednej szyny i tarcie, powstające wskutek tego, zwiększa opór pociągu. Jeżeli oznaczymy boczną powierzchnię parowozu z tendrem przez ω_1 , wagonu przez ω_2 , ilość wagonów przez n i szybkość wiatru w kierunku prostopadłym do pociągu przez v_2 , to ciśnienie wiatru na boczną powierzchnię pociągu $C = \lambda(\omega_1 + n\omega_2)v_2^2$, opór zaś pociągu wskutek tego ciśnienia otrzymamy, mnożąc powyższy wyraz przez współczynnik tarcia obręczy o szynę, który można przyjąć średnio $f = 1/6$, a więc:

$$Cf = \lambda f(\omega_1 + n\omega_2)v_2^2 = 0,0204(\omega_1 + n\omega_2)v_2^2 \dots \dots (17)$$

Silny wiatr posiada szybkość od 5 do 10 m/sek . Szybkość wiatru podczas huraganów dosięga 40 m/sek .

Wszystkie przytoczone powyżej opory można podzielić na zależne i niezależne od szybkości ruchu.

Średnice kół i czopów osiowych różnią się w praktyce nieznacznie. Również do wyrobu szyn, osi, obręczy i panwi stosowane są na drogach żelaznych materiały, posiadające określone i mało zmieniające się własności pod względem tarcia. Wobec tego opory pociągu, niezależne od szybkości, mogą być wyrażone w postaci iloczynu ciężaru taboru przez pewien współczynnik doświadczalny, zależny od ustroju i należytego stanu toru i taboru, wpływających na tarcie między obręczami i szynami, oraz od rodzaju smaru.

Z oporów, zależnych od szybkości ruchu, może być, że opór, powstający wskutek uderzeń kół, zmienia się przy znacznej szybkości wolniej niż w stosunku prostym do kwadratu szybkości. Jeżeli jednak, wobec braku w tym przedmiocie danych doświadczalnych, przypuścimy, że opór ten zmienia się rzeczywiście w tym stosunku, t. j. tak samo, jak opór powietrza, to wszystkie opory zależne od szybkości przyjmą ogólną postać: $\lambda \Omega v^2$. W wyrazie tym oznacza λ współczynnik doświadczalny, pod Ω zaś można rozumieć pewną płaszczyznę zastępczą, większą niż rzeczywista, opierającą się powietrzu.

Co się tyczy oporów wewnętrznych mechanizmu parowozu, to opór wskutek tarcia między poszczególnymi częściami silnika winien zależeć od ciśnienia na tłoki i prawdopodobnie także od szybkości ruchu, opór zaś wskutek tarcia pary zużytej i gazów zależy od szybkości ruchu, wielkości wylotów, szczelności przylegania suwaków do powierzchni, po których się ślizgają, i t. p. Zależności te nie są jeszcze dotychczas dokładnie zbadane i opór wewnętrzny parowozu włącza się zwykle do całkowitego oporu tegoż, określanego w zależności od ciężaru parowozu i jego szybkości.

Gdy pociąg biegnie po pochyłości, to składowa siła ciężkości, równoległa do toru, działa na wzniesieniach w kierunku zwiększenia oporu pociągu, na spadkach zaś w kierunku zmniejszenia tego oporu.

Pomieniona siła składowa równa się ciężarowi pociągu, pomnożonemu przez wstawę kąta, który tworzy linja pochyłości z poziomem, t. j. przez stosunek wysokości pochyłości do jej długości. Stosunek ten przyjęto nazywać *pochyleniem linji*. Zatem opór pociągu zwiększa się na wzniesieniu o ciężar pociągu, pomnożony przez wielkość pochylenia linji, na spadku zaś zmniejsza się o tęż wielkość.

Opór w łukach znajduje się w złożonej zależności od wzajemnego położenia szyn, zabezpieczającego przejście taboru w łukach, oraz od ustroju spodów taboru, a mianowicie od urządzeń ułatwiających to przejście, o których było mówione wyżej (str. 70 do 72).

Jeżeli będziemy rozpatrywać opór w łukach w przypuszczeniu, że osie taboru pozostają równoległe do siebie i obręcze kół są cylindryczne oraz że szyny są rozstawione w odległości dostatecznej do przejścia taboru i położone obie w jednym poziomie, to opór ten, zbliżony do największego swojego znaczenia, składać się będzie z tarć, wynikających głównie wskutek 1) różnic w długości obu toków, 2) równoleżności osi i 3) siły odśrodkowej.

1) Jeżeli oznaczymy przez R promień łuku, s szerokość toru i f współczynnik tarcia obręczy o szyny, to różnica w długości dróg, które przebiegają oba koła tejże osi, mierzona na jednostkę drogi, którą przebiega jedno z kół, wyniesie $s : R$.

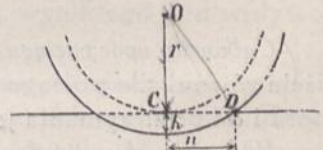
Oznaczając obciążenie osi przez P i przyjmując, że rozdziela się ono na oba koła po połowie, otrzymamy, że opór ruchowi wskutek różnicy w długości obu toków, równy pracy siły pociągowej na jednostkę długości, wyniesie $\frac{1}{2} f P s : R$, na jednostkę zaś obciążenia osi

$$c_1 = \frac{f s}{2 R} \dots \dots \dots (18)$$

2) Każda jednostka taboru (parowóz, tender, wagon), przebiegając po łuku, wykonywa obrót około swego środka ciężkości. Jeżeli oznaczymy przez α kąt środkowy łuku, odpowiadający jednostce jego długości, to na takiż kąt obróci się na tej długości parowóz czy wagon około swojej osi. Jeżeli oznaczymy przez b rozstaw osi skrajnych, to obrót ten spowoduje ślizganie się poprzeczne obu kół w kierunku łączącej je osi na długości d , która określi się ze stosunku $d : l = \frac{b}{2} : R$. Opór wynikły stąd wyniesie na jednostkę obciążenia osi

$$c_2 = f d = f \cdot \frac{b}{2 R} \dots \dots \dots (19)$$

3) Wskutek siły odśrodkowej, obrzeża obręczy kół, toczących się po toku zewnętrznym, będą przyciskane do szyny tego toku. Obrzeże zwiesza się niżej okręgu tocznego obręczy, wskutek tego, nawet przy położeniu osi w kierunku ściśle według promienia łuku, droga, którą opisuje punkt przylegania obrzeża do boku główki szyny, jest dłuższa niż droga punktu oparcia koła. Nadto, wskutek równoleżności osi, koło nabiega na szynę pod kątem, wskutek czego obrzeże przylega do szyny w pewnej odległości n (rys. 51) przed punktem C oparcia koła na szynie. Jeżeli h oznacza wysokość obrzeża, r promień koła, to odległość n wyniesie



Rys. 51.

$$n = \sqrt{(2r + h)h}$$

Rozpatrując ruch koła względem chwilowego bieguna obrotu w punkcie C oparcia koła na szynie, widzimy, że drogi, które przebywa punkt przylegania obrzeża koła do szyny i oś koła, mają się do siebie jak okręgi opisane z chwilowego bieguna promieniami n i r .

Ze względu na małą wielkość h w stosunku do r można przyjąć, że

$$n : r = \frac{\sqrt{(2r + h)h}}{r} \approx \sqrt{\frac{2h}{r}} \dots \dots \dots (20)$$

Siła odśrodkowa τ , działająca na jednostkę masy pociągu, wynosi przy szybkości ruchu postępowego koła v

$$\tau = \frac{v^2}{g R}$$

Stąd praca tarcia wskutek siły odśrodkowej na jednostkę ruchu postępowego koła czyli dodatkowy opór pociągu od tej przyczyny:

$$c_3 = f\tau \frac{n}{r} = f \frac{v^2}{gR} \sqrt{\frac{2h}{r}} \dots \dots \dots (21)$$

Sumując opory wskutek trzech wymienionych przyczyn, otrzymuje się całkowity opór pociągu wskutek krzywizny linii na jednostkę ciężaru pociągu:

$$c_0 = c_1 + c_2 + c_3 = \frac{f}{R} \left\{ \frac{s}{2} + \frac{b}{2} + \frac{v^2}{g} \sqrt{\frac{2h}{r}} \right\} \dots \dots \dots (22)$$

Jak zobaczymy niżej, opór wskutek działania siły odśrodkowej może być usunięty lub przynajmniej znacznie zmniejszony przez podniesienie szyny zewnętrznej. Wówczas opór wskutek dwóch pozostałych przyczyn wynosić będzie na jednostkę ciężaru pociągu:

$$c = \frac{0,5f}{R} (s + b) \dots \dots \dots (23)$$

Przy torze normalnym rozstaw b sztywnych osi skrajnych wynosi 4,5 do 7,2 m. Przy torze wąskim promień kół taboru i rozstaw osi bywa odpowiednio mniejszy. Jeżeli przyjąć jako wielkość największą $b = 4s$ i $f = 1/5$ to

$$c = \frac{0,1 \times 5s}{R} = \frac{0,5s}{R} \dots \dots \dots (24)$$

Całkowity opór pociągu, biegnącego z pewną szybkością, będzie się oczywiście równał sile pociągowej, zaledwie wystarczającej do przewyciężenia tego oporu i do podtrzymania jednostajnej szybkości ruchu.

W razie ruchu niejednostajnego, przyspieszenia pociągu dodatnie lub ujemne sprawia siła, stanowiąca różnicę pomiędzy całkowitą siłą pociągową i tą jej częścią, która się wydatkuje na przewyciężenie oporów pociągu. Pomieniona siła, nadająca pociągowi pewne przyspieszenie, równa się oczywiście bezwładnemu odporowi mas pociągu, będących w ruchu. Dla określenia tego oporu należy brać w rachubę nie tylko ruch postępowy całego pociągu, lecz także i względne ruchy poszczególnych jego części, głównie zaś obracanie się osi wraz z kołami.

Jeżeli m_1 oznacza masę jednego zestawu kół, I i ρ moment i promień bezwładności tegoż zestawu względem osi obrotu, r promień tocznego okręgu koła, to masa zestawu m_0 , sprowadzona do obwodu jego kół, t. j. czyniąca zadość równaniu:

$$I = m_1 \rho^2 = m_0 r^2$$

będzie:

$$m_0 = m_1 \frac{\rho^2}{r^2},$$

zwiększenie zaś bezwładności pociągu wskutek obracania się zestawów kół wyniesie:

$$\gamma \Sigma m_0 = \gamma \Sigma m_1 \frac{\rho^2}{r} = \gamma M_1 \frac{\rho^2}{r^2} \dots \dots \dots (25)$$

W tem równaniu $M_1 = \Sigma m_1$ oznacza masę wszystkich zestawów, γ zaś przyspieszenie postępowego ruchu pociągu. Zatem odpór bezwładny T pociągu, poruszającego się z przyspieszeniem γ , równa się :

$$T = \gamma \left(M + M_1 \frac{\rho^2}{r^2} \right) = \frac{P}{g} \gamma \left(1 + \frac{P_1}{P} \cdot \frac{\rho^2}{r^2} \right) \dots \dots \dots (26)$$

W tym wyrazie P i P_1 oznaczają całkowity ciężar pociągu i ciężar jego zestawów kół, zaś g przyspieszenie siły ciężkości. Przy istniejących stosunkach ciężaru zestawów do ich obciążenia oraz przyjętem rozmieszczeniu materiału zestawów, zwiększenie bezwładności pociągu wskutek obracania się kół, według wyrazu $\frac{P_1}{P} \cdot \frac{\rho^2}{r^2}$, wynosi 6⁰/₀ — 10⁰/₀.

2. Sposoby doświadczalne określania siły pociągowej parowozu i oporu pociągu Siłomierze. Pomiary pracy parowozu zapomocą indykatorów. Stacja doświadczalna Goss'a. Pomiary czasu i przebieżonych odległości. Wskaźniki szybkości. Bezpośrednie mierzenie przyspieszeń. Waha-dło dynamometryczne Dedouits'a.

Wobec licznych okoliczności, wpływających na opór pociągów, i różnorodności związanych z nim zjawisk, określenie wpływu poszczególnych czynników tego oporu zapomocą obliczeń, opartych na podstawach teoretycznych, nie jest możliwe i wskutek tego zachodzi potrzeba oparcia się prawie wyłącznie na doświadczeniach i spostrzeżeniach, wykonanych w warunkach normalnego biegu pociągów, zadowalając się określeniem oporu, wynikłego pod wpływem łącznego działania kilku przyczyn.

Opór pociągu posiada pierwszorzędne znaczenie ekonomiczne, gdyż od niego zależna jest siła pociągowa, potrzebna do wykonania przewozu. Zrozumiałem jest przeto, że do doświadczeń i spostrzeżeń w celu określenia oporu pociągu przystąpiono zaraz w początkach budowy dróg żelaznych. Do należytego ocenienia wyników doświadczeń i spostrzeżeń w tym kierunku dokonanych konieczne jest przyjęcie pod uwagę sposobów ich wykonania, które nie są jednakowo dokładne i nie zawsze obejmują całość oporu pociągu.

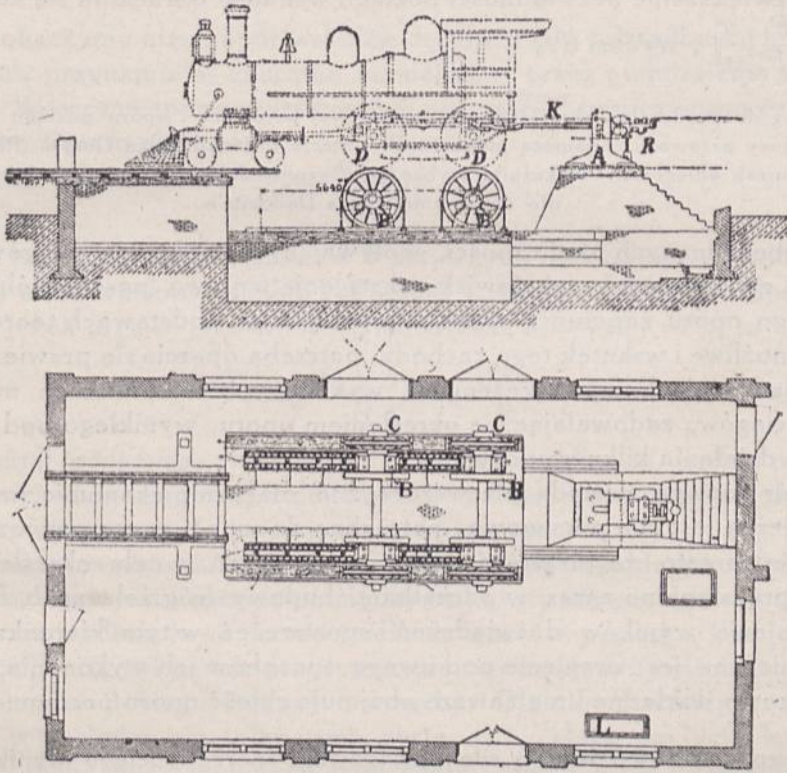
Z tego co powiedziano o sile pociągowej i oporze pociągu wynika, że o ile okoliczności biegu pociągu i przekrój podłużny linii są wiadome, to można określić opór pociągu, znając siłę pociągową, lub odwrotnie, określić tę ostatnią, znając opór pociągu. Z tego powodu sposoby pośredniego i bezpośredniego określenia obu tych sił muszą być jedne i te same i poniżej rozpatrywane są wspólnie.

Praca stałych silników parowych mierzy się zwykle zapomocą siłomierzy i indykatorów.

Siłomierze hamulcowe, urządzone według zasady, przyjętej w znanym siłomierzu *Prony'ego*, do parowozów zastosowania mieć nie mogą. Co się zaś tyczy siłomierzy sprężynowych, to jakkolwiek mogą być one włączone bez szczególnych trudności w sprzęgła pomiędzy parowozem i wagonami lub między specjalnym parowozem i pociągiem w pełnym składzie, jednak w obu wypadkach wskazanie siłomierza nie ujawni bardzo znacznej części pracy parowozu, która zużywa się na przewyciężenie oporu powietrza, gdyż opór ten przewycięża parowóz, ciągnący za sobą za pośrednictwem siłomierza obserwowany pociąg. Oprócz tego, wskutek ciągłego wahaniasię wielkości oporu i siły pociągowej, wskazania siłomierzy sprężynowych są bardzo niewyraźne.

Indykatory dają możność określenia całkowitej pracy pary w cylindrach i mogą być stosowane do parowozów nawet przy dużych szybkościach. Jeżeli pomimo to indykatory nie zawsze bywają stosowane do określenia pracy parowozu i oporów, jakie on przezwycięża, to przypisać to należy tej okoliczności, że zdejmowanie wykresów zapomocą indykatora na parowozie, będącym w ruchu, nie jest tak dogodne, jak na silniku stałym, i że przyśpieszenia, które nabywa tłok indykatora przy znacznych szybkościach, wpływają na dokładność jego wskazań.

Bardzo pomysłowe urządzenie, służące do spostrzeżeń nad pracą wskazaną pary w cylindrach parowozów, zastosowane zostało przez Goss'a w *laboratorjum uniwersytetu Purdue* w Ameryce.



Rys. 52.

Stacja doświadczalna do badań nad pracą parowozów uniwersytetu *Purdue* (Lafayette, Stany Zjedn. A. P.).

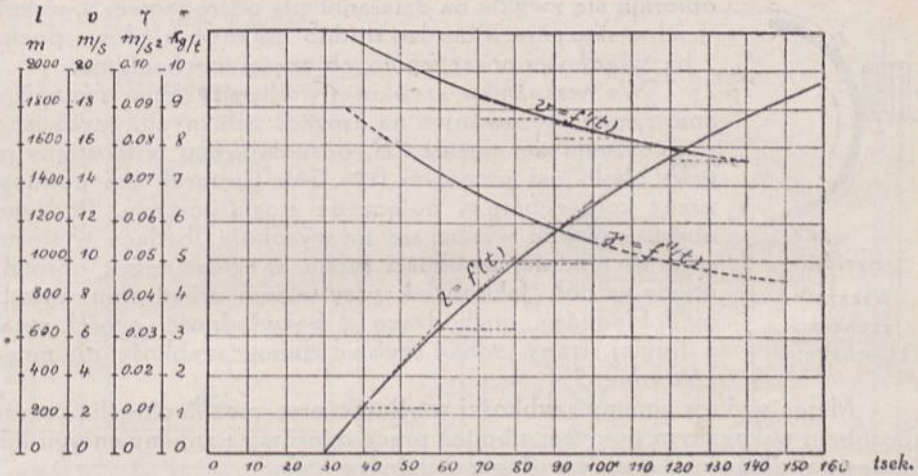
Badany parowóz (rys. 52), przytrzymywany w stałej odległości od podstawy *A*, opiera się kołami napędzonymi *DD* na kołach *BB*, obracających się w panewkach nieruchomych. Gdy parowóz pracuje, to obrót kół napędzanych udziela się również kołom podtrzymującym, o ile opór, przeciwny obracaniu się tych ostatnich, nie przewyższa tarcia między jednymi i drugimi. Wspomniany opór może być dowolnie zwiększany zapomocą tarcz hamulcowych *CC*, osadzonych na osiach tychże kół podtrzymujących, wymagając do ich obrotu odpowiedniego zwiększenia siły pociągowej parowozu. Siła pociągowa na haku sprzęgowym *K* mierzy się zapomocą maszyny rozrywającej z tłoczną hydrauliczną, przez co unika się wszelkiego postępowego ruchu parowozu. Jednocześnie zdejmowane są wykresy zapomocą indykatora. W ten sposób otrzymuje się możność określenia całkowitej siły pociągowej

parowozu przy rozmaitych szybkościach i napełnieniach cylindrów oraz (po odjęciu siły ciągnącej na haku sprzęgowym) określenia oporu wewnętrznego parowozu.

Najprostszy sposób pośredniego określenia siły pociągowej i oporu pociągu polega na *zmierzeniu przyspieszenia biegu pociągu*. Szczególnym przypadkiem tego sposobu jest obserwowanie, w jakich warunkach przyspieszenie równa się zeru, co świadczy, że siły poruszające równają się siłom oporów.

Przyspieszenie można określać, obserwując czas w pewnych odstępach przebieżonej drogi lub też obserwując szybkość w pewnych odstępach czasu, lub wreszcie, mierząc przyspieszenie bezpośrednio zapomocą osobnego przyrządu.

Obserwowanie czasu w określonych odstępach przebieżonej drogi nie wymaga żadnych innych przyrządów oprócz zegarka. Odczytywanie czasu w drobnych odstępach nie może być dokonywane z należytą dokładnością na zwykłym zegarku i w tym razie dogodniej jest użyć *chronografu*, t. j. sekundomierza ze wskazówką, która znaczy na cyferblacie moment spostrzeżenia, nie zatrzymując się w biegu. Zapomocą chronografu można odnotowywać z dokładnością do $\frac{1}{5}$ sekundy czas przy mijaniu palików, przejściu złączy szyn lub co pewną ilość obrotów koła, uderzeń tłoka i t. p.



Rys. 53.

Odłożywszy na osiach współrzędnych otrzymane znaczenia funkcji $l = f(t)$, t. j. czasu odpowiadającego przebieżonym odstępom drogi (rys. 53), ma się możliwość wyznaczenia krzywej zasadniczej, dostosowując jej kształt przy pomocy giętkiej linijki do możliwie największej ilości znalezionych punktów.

Mierząc styczne kątów, jakie tworzą styczne do krzywej zasadniczej z osią odciętych, otrzymuje się wielkości pierwszych pochodnych, według których wykreśla się krzywa $v = \frac{dl}{dt} = f'(t)$, wyrażająca zależność szybkości od czasu. Od krzywej szybkości można przejść zapomocą powtórnego różniczkowania, wykonanego tak samo jak pierwsze, do krzywej przyspieszeń (rys. 53):

$$\gamma = \frac{dv}{dt} = \frac{d^2l}{dt^2} = f''(t)$$

Siła T , nadająca pociągowi ruch o przyspieszeniu γ , otrzymuje się z równania:

$$T = \alpha P \cdot \frac{\gamma}{g} \dots \dots \dots (27)$$

W tem równaniu P oznacza ciężar pociągu, g przyspieszenie siły ciężkości, $\alpha = 1 + \frac{P_1}{P} \cdot \frac{\rho^2}{r^2}$ współczynnik, wyrażający zwiększenie bezwładności pociągu wskutek ruchu obrotowego kół i równający się w przybliżeniu od 1,06 do 1,10. Taż siła T wynosić będzie w kg na tonnę ciężaru pociągu:

$$\tau = 1000 \frac{\alpha \gamma}{g} \dots \dots \dots (28)$$

Do określenia oporu pociągu niezbędne jest wyznaczenie siły pociągowej ξ w kg/t , co można osiągnąć, zamykając przepustnicę, gdy pociąg przebiega po poziomej, przyczem $\xi = 0$, albo gdy przebiega po pochyłości, przyczem $\xi = \pm i$, jeżeli i oznacza wielkość pochylenia toru w tysięcznych. Część siły pociągowej, którą pochłania opór i która jest mu równa i wprost przeciwna, utrzymuje się w postaci różnicy $\xi - \tau$.

Określenie przyspieszeń zapomocą *bezpośredniego mierzenia szybkości* wymaga zastosowania *wskazników szybkości*. Przyrządy te opierają się zwykle na działaniu siły odśrodkowej¹⁾, wskutek czego w ich wskazaniach bardzo trudno uniknąć błędów, pochodzących z bezwładności poszczególnych części mechanizmu.

We wskazaniku szybkości według systemu *Haushälter'a*, obecnie często stosowanym na drogach żelaznych, szybkość wskazuje podnoszenie się ciężarka B , posiadającego jednostajny ruch obrotowy około osi pionowej (rys. 54). Ciężarek ten podnoszony jest przez koło zębate g , połączone z osią pojazdu. Podczas jednego obrotu ciężarek wznosi się na wysokość, będącą w stosunku prostym do średniej szybkości ruchu w czasie tegoż obrotu, poczem opada na dół. Jakkolwiek przy takim urządzeniu wyłączona jest niedokładność, pochodząca z bezwładności części mechanizmu, z drugiej strony jednak szybkie zmiany szybkości nie mogą być zaznaczone.

Mając wykres zmiany szybkości według czasu, można określić przyspieszenie sposobem wskazanym powyżej albo też pracę oporów ze zmiany energii kinetycznej na pewnej długości Δl , np na długości jednego staja:

$$(W \pm Pi) \Delta l = \alpha M \frac{v_1^2 - v_2^2}{2} \dots \dots \dots (29)$$

W tem równaniu W oznacza opór na poziomej przy szybkości średniej pomiędzy v_1 i v_2 , i pochylenie linii, v_1 i v_2 szybkości na początku i na końcu odstępu drogi Δl . Z równania (29) otrzymujemy:

$$W = \left\{ \frac{\alpha}{g} \cdot \frac{v_1^2 - v_2^2}{2} \cdot \frac{1}{\Delta l} \mp i \right\} P \dots \dots \dots (30)$$

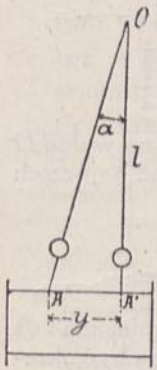
Równania (29) i (30) mogą służyć również do określenia oporu pociągu ze spostrzeżeń czasu i przebieżonych odległości, jeżeli szybkości v będą określone uprzednio rachunkiem lub graficznie sposobem wskazanym powyżej. Należy jednak zaznaczyć, że w równaniu (29) przypuszcza się, iż praca oporu przy zmianie szybkości od v_1 do v_2 równa się pracy oporu przy średniej szybkości $\frac{v_1 + v_2}{2}$, co w przybliżeniu tylko jest słuszne i może być dopuszczone tylko dla małych zmian szybkości, t. j. na niewielkich odstępach drogi Δl .

¹⁾ Przyrządy *Graftio*, *Payer-Favarger* i inne.

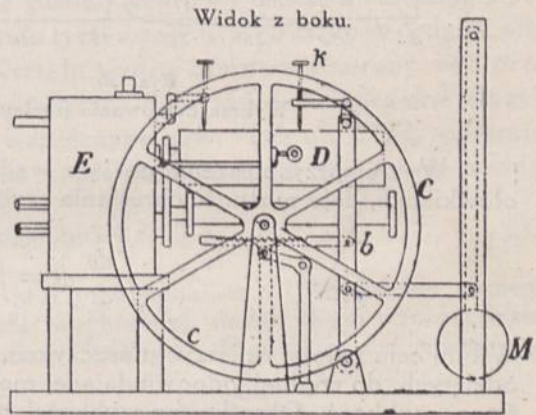
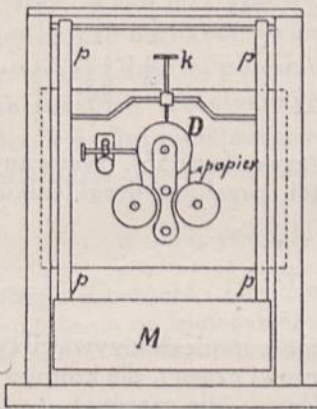
Niektórzy badacze określali opór, nadając pociągowi na poziomej lub na wzniesieniu pewną szybkość v lub spuszczać go z pochyłości, która je poprzedzała, i mierząc odległość, na jakiej się zatrzymywał, będąc pozostawiony sam sobie. Energia kinetyczna $\frac{Mv^2}{2}$, którą stracił pociąg, albo praca siły ciężkości Qh wykonana na wysokości h przez czas, w ciągu którego pociąg był w ruchu, przyjmowane były jako równe pracy oporu pociągu przy średniej szybkości $\frac{v}{2} = \frac{l}{t}$. Oczywiście, że ten sposób określenia oporu pociągu jest jeszcze mniej dokładny niż poprzedni.

Bezpośrednie zmierzenie przyspieszenia γ pociągu, będącego w ruchu, a więc i siły $\tau = \frac{\gamma}{g}$ na jednostkę jego ciężaru, która to przyspieszenie wywołuje, może być dokonane zapomocą wahadła dynamometrycznego.

Widok z przodu.



Rys. 55 a.



Rys. 55 b.

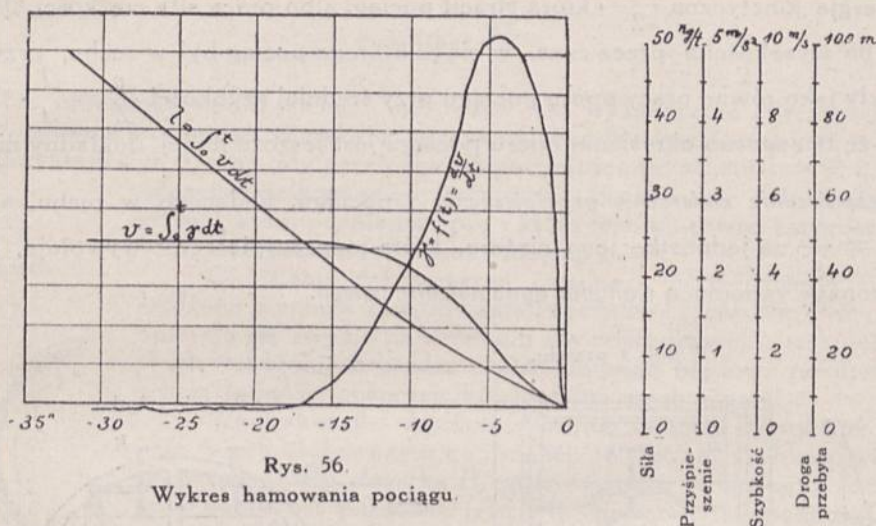
Wahadło dynamometryczne Dedouits'a.

Wyobraźmy sobie wahadło proste l (rys. 55 a), umieszczone w pociągu w ten sposób, że pionowa płaszczyzna ruchu tegoż wahadła jest równoległa do kierunku ruchu pociągu. Jeżeli pod wahadłem umieścimy wałek jednostajnie obracający się około osi poziomej, położonej w płaszczyźnie ruchu wahadła, a do spodu wahadła przymocujemy ołówek, przyciskając go do walca, to podczas ruchu pociągu ołówek ten będzie kreślić na walcu krzywą, której rzędne y , podzielone przez długość wahadła l , będą wyrażać siłę, poruszającą pociąg, na jednostkę jego ciężaru:

$$\frac{y}{l} = \frac{AA'}{OA'} = \operatorname{tg} \alpha = \frac{\gamma}{g}.$$

Ponieważ siły, poruszające pociąg, są bardzo nieznaczne w porównaniu z siłą ciężkości, wskutek czego rzędne y otrzymywałyby się bardzo małe, przeto w wahadle Dedouits'a (rys. 55 b) osiąga się zwiększenie tych rzędnych przy pomocy drążka b , wahającego się w tejże płaszczyźnie, co wahadło główne. Ostatnie składa się z ciężkiego cylindra M , zawieszzonego na dwóch prętach pp . Dla zwiększenia bezwładności wahadła w wymaganym stopniu, w celu uniknięcia zbyt częstych jego czułości na drobne wstrząśnienia i otrzymania wyraźnego wykresu sił, działających przez pewien czas, nie zaś momentalnie, wahadło może być połączone zapomocą

linijek zębatych z jednym lub dwoma kołami rozpędowymi CC. Wykres sił otrzymuje się na walcu D , który wprowadza się w ruch jednostajny zapomocą mechanizmu zegarowego E .



Wykres przyspieszenia pociągu według czasu (rys. 56), rysowany na walcu D ołówkiem k , daje możliwość określenia szybkości i przebytej drogi, całkując najprzód:

$$\int_0^t \frac{dv}{dt} dt = \int_0^v dv = v.$$

W tym celu należy zmierzyć płaszczyznę, którą ogranicza krzywa przyspieszeń i os odciętych, do rzędnej, odpowiadającej momentowi czasu t , dla którego ma być określona szybkość. Określiwszy szybkości $v_1, v_2, v_3 \dots$ dla czasów $t_1, t_2, t_3 \dots$, rysuje się krzywą $v = f(t)$ i według niej określa się przebyte drogi $l_1, l_2, l_3 \dots$ zapomocą całkowania, wykonywanego w tenże sam sposób, jak poprzednie:

$$\int_0^t \frac{dl}{dt} dt = \int_0^l dl = l.$$

Wszystkim sposobom określenia oporu pociągu przy zamkniętej przepustnicy można zrobić zarzut, że przy ich stosowaniu nie zostaje zmierzona część oporu mechanizmu parowozu, pochodząca od ciśnienia pary na tłoki i od tarcia suwaków. Z drugiej strony, wskutek wciągania i ściskania powietrza w próżnych cylindrach, powstają opory, nie istniejące przy ruchu parowozu pod działaniem pary. Co prawda opory te powstają w niektórych tylko typach parowozów, a mianowicie w tych, w których suwaki nie posiadają wolnej gry w kierunku prostopadłym do płaszczyzny ślizgania. Co się zaś tyczy dodatkowego oporu, pochodzącego z ciśnienia pary na tłoki i z tarcia suwaków, to praca tego oporu według obliczeń *Frank'a*, sprawdzonych przez prof. *Petrowa*, nie może wynosić więcej nad 5% do 6% od wskazanej pracy pary w cylindrach. Tak więc określenie oporu pociągu na podstawie przyspieszenia, obserwowanego podczas ruchu pociągu pod wyłącznym działaniem sił bezwładności i ciężkości, jest dość dokładne, co wszakże nie zmniejsza bynajmniej znaczenia indykatorych wykresów pracy pary w cylindrach, za których pomocą opory, określone w inny sposób, winny być sprawdzane.

3. Wyniki doświadczalnego określania oporu pociągów. Wzory Pambour'a, Harding'a, Clark'a, Vuillemin'a, Guebhard'a i Dieudonné'go. Badania Dedouits'a, Nadal'a i Barbier'a. Badania Frank'a i Strahl'a. Badania Goss'a. Badania oporu na łukach. Opór pociągów na kolejach wąskotorowych.

Badania oporu pociągów zapoczątkował jeszcze *Stephenson* w r. 1818.

Około r. 1835 robione były na kolejach francuskich spostrzeżenia nad oporem pociągów bez parowozu. Wyniki tych spostrzeżeń podał *Pambour* w postaci wzoru:

$$W_{kg} = 2,68 Q + 0,005064 \Omega V^2. \quad (31)$$

w którym W_{kg} oznacza opór pociągu na prostej poziomej w kg , Q ciężar pociągu w tonnach, Ω płaszczyznę przedniej części pociągu w m^2 , V szybkość w $km/godz.$

Nieco później, na zasadzie spostrzeżeń, dokonanych na kolejach angielskich, wyraził *Harding* opór pociągu (bez parowozu) w postaci wzoru:

$$W_{kg} = 2,72 Q + 0,094 Q V + 0,00484 \Omega V^2 \quad (32)$$

We wzorach oporu pociągu, wyprowadzonych na zasadzie następnych spostrzeżeń, zachowana jest przeważnie postać wzorów *Pambour'a* i *Harding'a* pod tym względem, że szybkość wchodzi do tych wzorów albo tylko w drugiej, albo też w pierwszej i drugiej potęgze. Kształt wzoru oporu wybierany był przeważnie na zasadzie teoretycznych rozważań, dane zaś doświadczalne służyły do określenia w nim niewiadomych współczynników. Tak np. *Clark*, opierając się na badaniach *Gooch'a* na kolejach angielskich, podaje dla oporu pociągu wzór:

$$W_{kg} = (3,02 + 0,000695 V^2) Q \quad (33)$$

Vuillemin, *Guebhard* i *Dieudonné*, którzy wykonali w r. 1868 bardzo szczegółowe spostrzeżenia na francuskiej dr. żel. Wschodniej, nadali swym wzorom kształt wzoru dla oporu pociągu, przyjęty przez *Harding'a*. Proponują oni następujące wzory:

a) dla pociągów osobowych:

$$\left. \begin{array}{l} \text{przy } V = 32 - 50 \text{ km/godz.} \quad W_{kg} = (1,80 + 0,08 V) Q + 0,009 \Omega V^2 \\ \text{„ „ } = 50 - 65 \text{ „ „} \quad W_{kg} = (1,80 + 0,08 V) Q + 0,006 \Omega V^2 \\ \text{„ „ } > 65 \text{ „ „} \quad W_{kg} = (1,80 + 0,14 V) Q + 0,004 \Omega V^2 \end{array} \right\} \quad (34)$$

b) dla pociągów towarowych, odrzucając wobec małej ich szybkości wyraz, zawierający V^2 :

1) panwie smarowane olejem:

$$W_{kg} = (1,65 + 0,05 V) Q$$

2) panwie smarowane łojem:

$$W_{kg} = (2,30 + 0,05 V) Q$$

} (35)

Otrzymany opór parowozów wynosił od 8 do 20 kg/t w zależności od ich ciężaru i ilości osi sprzężonych.

Wzory (34) i (35), wobec dokładności spostrzeżeń, na których zasadzie zostały ułożone, przez długi czas uważane były za najlepsze. Należy jednak zaznaczyć, że przy tych spostrzeżeniach stosowane były do obliczenia oporu pociągów niezupełnie pewne przyrządy i prawidłowe sposoby, a mianowicie siłomierze sprężynowe albo obserwacje średniej szybkości pociągów i przebytej przez nie drogi aż do zupełnego zatrzymania. Przytem typy taboru i ustrój jego spodów podległy od tego czasu dość znacznym zmianom.

Do nowszych badań nad oporem pociągów należą badania *Dedouits'a* na rządowych dr. żel. francuskich i *Frank'a* na dr. żel. alzacko-lotaryńskich.

Dedouits określał opór pociągów, będących w ruchu pod wpływem bezwładności, przy zamkniętej przepustnicy, obserwując ich przyspieszenia. Przyspieszenia te *Dedouits* otrzymywał bezpośrednio, przy pomocy wynalazionego przez siebie przyrządu, nazwanego wahadłem dynamometrycznym (*pendule dynamométrique v. dynamomètre d'inertie syst. Dedouits*), albo określał je, obserwując przebyte drogi i odpowiadający im czas biegu pociągu przy pomocy chronografu. Wyniki tych spostrzeżeń sprawdzane były przez *Nadal'a* zapomocą indykatora.

Opór pociągów według spostrzeżeń *Dedouits'a* i *Nadal'a* może być wyrażony w następujących wzorach:

1) Opór parowozów z tendrami, włącznie z oporem powietrza i wewnętrznym oporem mechanizmu, w kg na tonnę:

$$w_{kg/t} = 3,8 + 0,66 V \cdot \frac{V + 40}{1000} \dots \dots \dots (36)$$

2) Opór zwykłych wagonów dwuosioowych:

$$w_{kg/t} = 1,6 + 0,3V \cdot \frac{V + 90}{1000} \dots \dots \dots (37a)$$

3) Opór wagonów na wózkach:

$$w_{kg/t} = 1,4 + 0,2V \cdot \frac{V + 80}{1000} \dots \dots \dots (37b)$$

Opór parowozów rozmaitych typów po odjęciu trzonów korbowych i wiązarów wynosił według spostrzeżeń *Dedouits'a* przy bardzo małych szybkościach od 2,25 do 3,1 kg na t ciężaru parowozu z tendrem. Większe opory otrzymano dla parowozów cięższych typów.

Rezultaty zbliżone otrzymał *Barbier* ze spostrzeżeń dynamometrycznych na francuskich dr. żel. Północnych.

Według *Barbier'a* opór parowozu z tendrem wynosi:

$$w_{kg/t} = 3,8 + 0,9 V \cdot \frac{V + 30}{1000} \dots \dots \dots (38)$$

opór zaś dwuosioowych wagonów osobowych:

$$w_{kg/t} = 1,6 + 0,46 V \cdot \frac{V + 50}{1000} \dots \dots \dots (39)$$

Frank obserwował pociągi biegnące po spadkach i oznaczał szybkości, przy których one, nie zwalniając biegu, mogły być pozostawione pod wyłącznym działaniem siły ciężkości przy zamkniętej przepustnicy. Jeżeli ruch nie był zupełnie jednostajny, obserwowano czas przebiegania odcinków określonej długości i oznaczano pracę oporów z energii kinetycznej (p. wzór 29).

Otrzymane wyniki wyraża *Frank* w następującym wzorze oporu pociągu razem z parowozem:

$$W_{kg} = (L + Q) \left\{ 2,5 + 0,0142 \left(\frac{V}{10} \right)^2 \right\} + 0,54 (1,1\Omega + 2 + \omega n) \left(\frac{V}{10} \right)^2 \dots (40)$$

W tym wzorze oznacza:

L ciężar parowozu z tendrem w t ,

Q „ wagonów w t ,

n ilość wagonów;

Ω pole rzutu parowozu na płaszczyznę prostopadłą do kierunku jego biegu;

ω urojoną płaszczyznę oporu wagonu, którą Frank podaje jak następuje:

dla każdego wagonu osobowego i krytego towarowego 0,56 m²

dla każdego wagonu towarowego ładownego. 0,32 m²

" " " " niekrytego próżnego 1,62 m²

nadto dla pierwszego wagonu za parowozem (wagonu bagażowego) 2 m²

Wyraz $0,0142\left(\frac{V}{10}\right)$ oznacza opory wywołane przez uderzenia na powierzchni tocznej kół taboru.

Jak widać z powyższego, wzór Frank'a nie obejmuje wewnętrznych oporów parowozu.

Dla pociągów ściśle oznaczonego składu wzór (40) może otrzymać takiż kształt, jak stary wzór (33) Clark'a. Wobec tego, uczyniwszy pewne przypuszczenia co składowi pociągu, można z wzoru Frank'a otrzymać wzory uproszczone, często stosowane w Niemczech:

$$w_{kg/t} = 2,4 + \frac{V^2}{1000} \dots \dots \dots (41a)$$

albo

$$w_{kg/t} = 2,4 + \frac{V^2}{1200} \dots \dots \dots (41b)$$

Wzory te nazywane są przez podobieństwo wzorami Clark'a.

Na podstawie nowszych badań na Pruskich drogach żelaznych państwowych *Strahl* uprościł wzór Frank'a i uzupełnił go, wprowadziwszy wartość wewnętrznych oporów parowozu.

Strahl przyjmuje:

1) opór parowozów i tendrów

$$W_{kg} = 2,5L + aL_n + 0,6\Omega \frac{V^2}{1000} \dots \dots \dots (42)$$

2) opór wagonów

$$W_{kg} = 2,5 + \frac{V^2}{b} \dots \dots \dots (43)$$

W tych wzorach przyjęto następujące oznaczenia:

L ciężar parowozu i tendra całkowity w t ;

L_n " " na osiach napędnych w t ;

Ω pole rzutu parowozu na płaszczyznę prostopadłą do kierunku jego biegu w m²;

a opór mechanizmu parowozu w kg na t ciężaru na osiach napędnych, który Strahl ocenia w parowozach czterocylindrowych o 2, 3, 4 i 5 osiach napędnych odpowiednio na 3,5, 5, 6 i 7 kg/t , w parowozach zaś dwucylindrowych o 0,2 kg/t mniej niż w czterocylindrowych;

b współczynnik wynoszący:

dla pociągów osobowych pośpiesznych z ciężkich wagonów czteroosio- wych i dla ciężkich pociągów towarowych	4 000
dla zwyczajnych pociągów osobowych	3 000
dla pociągów towarowych pośpiesznych	2 500
" " " o składzie mieszanym	2 000
" " " z wagonami próżnymi	1 000

Na wykresie rys. 57 uwidocznione są krzywe oporu na prostej poziomej dla pociągu towarowego według wzorów Dedouits'a i Nadal'a, Barbier'a, Frank'a i Strahl'a.

Wewnętrzne opory mechanizmu parowozu pod działaniem pary mogą być określone tylko przy pomocy wykresów indykatora. Ciekawe są w tym względzie *wyniki spostrzeżeń*, wykonanych w ostatnich czasach przez Goss'a na stacji doświadczalnej uniwersytetu *Purdue* (Stany Zjedn. A. P.).

Według tych spostrzeżeń, opór mechanizmu parowozu wraz z oporem toczenia się kół napędnych dał się przewyższać ciśnieniem na tłoki równym 0,27 atm., przytem wielkość jego prawie się nie zmieniała ze zmianą szybkości i napełnienia cylindrów. Opór toczeniu się po szynach dwóch kół napędnych, obciążonych 25,4 t, powinien być przyjęty conajmniej 2,5 kg/t, a więc przy średnicy kół napędnych równej 160 cm, średnicy cylindrów równej 43,2 cm i skoku tłoków równym 61 cm w parowozie *Schenectady* (por. rys. 52), nad którym były wykonywane spostrzeżenia, na opór ten zużywało się conajmniej:

$$25,4 \times 2,5 \times \frac{D}{ld^2} = \frac{63,5 \times 160}{61 \times 43,2^2} = 0,09 \text{ kg/cm}^2$$

pożytecznego ciśnienia na tłoki. Wynika stąd, że ciśnienie na tłoki, potrzebne do przewyższenia samego tylko oporu mechanizmu parowozu, wynosiło nie więcej jak

$$0,27 - 0,09 = 0,18 \text{ kg/cm}^2$$

co odpowiada sile na obwodzie koła napędnego:

$$0,18 \times \frac{61 \times 43,2^2}{160} = 128 \text{ kg}$$

czyli na t ciężaru parowozu z tendrem

$$\frac{128}{65} \sim 2 \text{ kg}$$

lub nieco mniej. Jeżeli do tego oporu dodać opór parowozu i tendra, jako pojazdu, który można przyjąć około 2,5 kg/t, to całkowity opór tychże otrzymuje się około 4,5 kg/t, co jest zgodne z wzorami (31) *Dedouits'a* i (39) *Frank'a*.

Opór pociągu, biegnącego po łuku, połączony jest ze zjawiskami jeszcze bardziej złożonymi, niż opór na torze prostym, jak to zaznaczono powyżej na str. 106—108. Wobec tego oraz ze względu na różnorodność ustroju spodów taboru pod względem przesuwności osi i t. p., dane doświadczalne dotyczące tego oporu, które posiadamy, wyrażają go zaledwie w przybliżeniu.

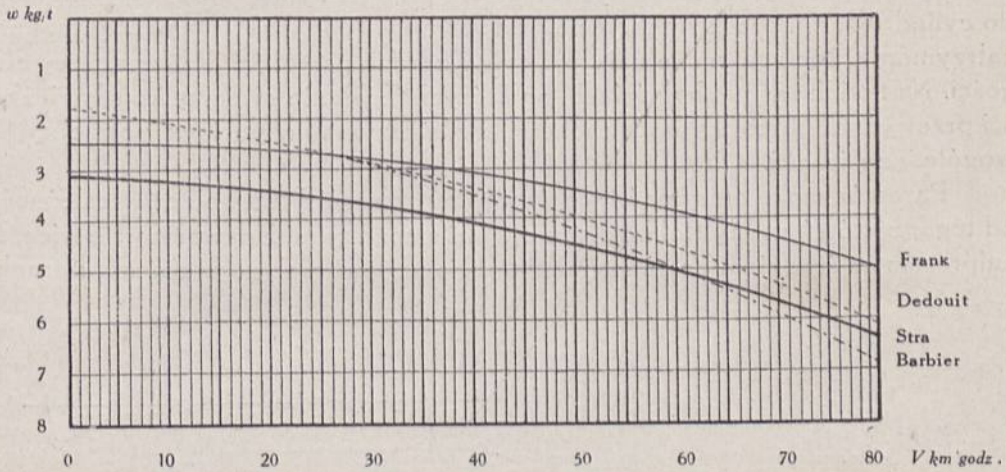
Na zasadzie spostrzeżeń na drogach żelaznych saskich, *Hoffmann* podaje następujący wzór doświadczalny dodatkowego oporu na łukach, wyrażonego w kilogramach na tonnę ciężaru pociągu :

$$c_{kg/t} = 21 \cdot \frac{4b + b^2}{R - 45} \quad \dots \quad (47)$$

W tym wzorze R oznacza promień łuku w m , b długość sztywnej podstawy wagonu w m . Gdy $b = 3,8 m$, wzór (47) daje wyniki prawie równoznaczne z wynikami otrzymanymi z wzoru, wyprowadzonego przez *Röckl'a* na zasadzie spostrzeżeń na drogach żelaznych bawarskich. Wzór *Röckl'a* jest następujący :

$$c_{kg/t} = \frac{650}{R - 55} \quad \dots \quad (48)$$

Wielkości oporu w łukach, otrzymane według tego wzoru, zgadzają się dość dobrze ze spostrzeżeniami innych dróg żelaznych.



Rys. 57.

Wykres oporu w kg/t ciężaru pociągu towarowego, składającego się z parowozu 0-4-0 jednoprzęznego z przegrzewaczem o ciężarze wraz z tendrem $67,9 + 44,5 = 112,4 t$ i z 53 wagonów $15 t$ średnioładownych.

Opór pociągów na kolejach wąskotorowych nie jest doświadczalnie wyjaśniony. Ze względu na mniejszą średnicę kół i czopów osi, opór toczeniu się koła winien zwiększać się ze zmniejszeniem szerokości toru i również zwiększać się winien opór powietrza, gdyż stosunek powierzchni, od których ten opór zależy, do ciężaru pociągu jest na kolejach wąskotorowych mniej korzystny, niż na kolejach o torze normalnym.

Haarmann przyjmuje następujące wartości oporu pociągów w linii prostej poziomej w kg/t , w zależności od szerokości toru :

Szerokość toru	Opór parowozu	Opór wagonów
1,435 m	$4\sqrt{n} + 0,0020 V^2$	$1,5 + 0,0010 V^2$
1,000 m	$4\sqrt{n} + 0,0025 V^2$	$1,7 + 0,0013 V^2$
0,750 m	$4\sqrt{n} + 0,0030 V^2$	$2,0 + 0,0015 V^2$
0,600 m	$4\sqrt{n} + 0,0035 V^2$	$2,2 + 0,0017 V^2$

W tych wzorach n oznacza ilość osi napędnych parowozu i V szybkość pociągu w $km/godz.$

Opór pociągów na kolejach wąskotorowych w łukach można przyjąć według wzoru (24) podanego powyżej (patrz str. 108).

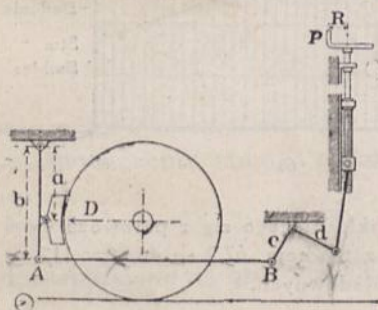
ROZDZIAŁ V.

Hamulce.

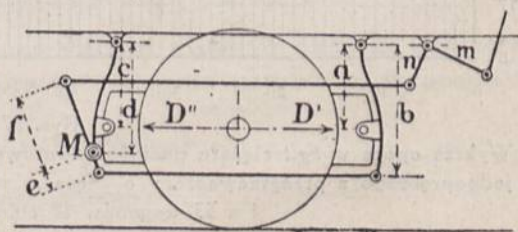
1. Zwolnienie biegu i zatrzymanie pociągu. Hamulce ręczne korbowe i dźwigniowe. Hamulce zespolone mechaniczne, elektryczne i parowe. Hamulce samoczynne. Hamulce powietrzne jednokomorowe i dwukomorowe. Ustrój ogólny hamulców Westinghouse'a i Hardy-Clayton'a. Właściwości hamulców różnych systemów, Zastosowanie hamulców zespolonych w pociągach towarowych.

Stopniowe zwolnienie biegu i zatrzymanie pociągu na linii poziomej lub na nieznacznej pochyłości może być osiągnięte przez zatamowanie dopływu pary do cylindrów, t. j. przez zamknięcie przepustnicy. Jednakże w takich warunkach zatrzymanie pociągu może nastąpić tylko bardzo powoli, t. j. na znacznej długości. Na takich zaś pochyłościach, na których działanie samej tylko siły ciężkości przewyższa normalny opór ruchowi, do zatrzymania pociągu potrzebne są wogóle inne środki.

Parowóz może otrzymać ruch postępowy naprzód lub wstecz w zależności od tego, z której strony tłoka zostanie wpuszczona para. Zdawałoby się więc, że najprostszym środkiem do zatrzymania pociągu powinny być zmiana kierunku



Rys. 58.



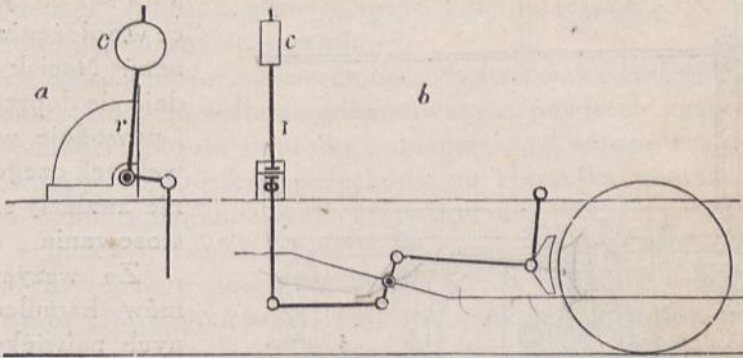
Rys. 59.

Hamulce ręczne korbowe.

pary wpuszczonej do cylindra, t. j. wpuszczenie tak zwanej *pary wstecznej*. Ten sposób zatrzymania pociągu stosowany bywa tylko w razach wyjątkowych, ponieważ jest szkodliwy dla mechanizmu parowozu i wywołuje silne wstrząśnienia pociągu. Najbardziej celowym środkiem do zwolnienia biegu i zatrzymania pociągu jest zwiększenie oporu ruchowi przez wywołanie tarcia zapomocą *hamulców*. Zasadniczą część hamulców stanowią *klocki hamulcowe* w kształcie odcinków wklęsłych z drzewa, żelaza lanego lub stali, przyciskanych do powierzchni tocznej obręczy z jednej lub z obu stron koła (rys. 58 i 59). Hamowanie zapomocą klina podprowadzanego pod koło, na którym ślizga się ono po szynie, stosowane jest tylko do pojedynczych wagonów podczas manewrów.

Klocki hamulcowe przyciskane są do obręczy przy pomocy prętów ręcznie, przeciwwagami, sprężynami, działaniem zgęszczonego lub rozrzedzonego powietrza i t. p.

W hamulcach ręcznych nacisk na klocki hamulcowe wywiera się przeważnie zapomocą śruby pionowej, obracanej korbą z ganku hamulcowego (rys. 58 a). Zagranicą do przyciskania klocków hamulcowych stosowane są niekiedy dźwignie z przeciwwagą, umieszczone z boku ganków hamulcowych i spuszczone ręcznie (rys. 60).



Rys. 60.
Hamulec dźwigniowy.

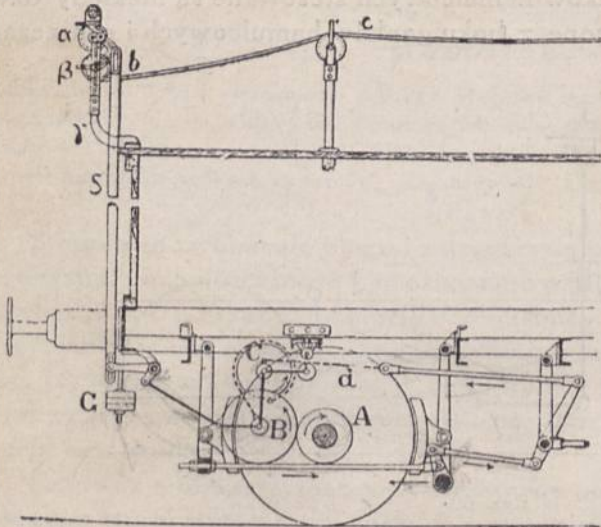
Ten sposób hamowania, szybki w działaniu, dogodny jest zwłaszcza przy manewrach.

Hamulce ręczne działają na osie pojedynczych wagonów i obsługa ich pozostaje w zależności od uwagi hamulcowych. Na podanie przez maszynistę odpowiedniego sygnału służbie pociągowej, na przystąpienie tejże do hamowania oraz na należyte dociśnięcie klocków traci się przy ręcznych hamulcach dużo czasu.

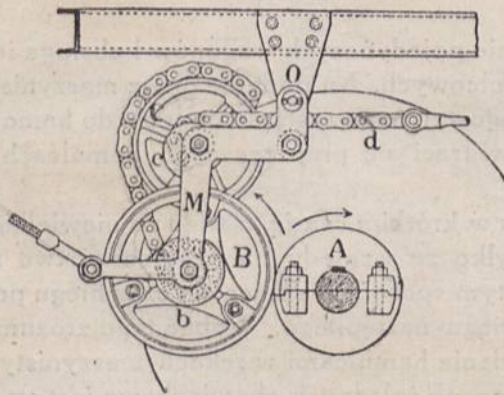
Możność zatrzymania pociągu w krótkim czasie, a więc na niewielkiej długości, ma ważne znaczenie nie tylko ze względu na bezpieczeństwo ruchu, ale również i z tego powodu, że tym sposobem skraca się czas biegu pociągu i prędzej się uwalnia droga dla pociągu następnego. Wobec tego zrozumiałem jest dążenie do zesrodkowania władania hamulcami w rękach maszynisty, prowadzącego pociąg. Na polskich drogach żelaznych obowiązkowe jest stosowanie hamulców zespolonych w pociągach, których największa szybkość przewyższa 60 km na godzinę.

Z pośród rozmaitych systemów hamulców zespolonych, stosowanych pierwotnie, wyróżniają się swym oryginalnym pomysłem hamulce z kołem trącem Heberlein'a (rys. 61 a, b). W położeniu, w którym klocki hamulcowe odstawione są od koła, przeciwwaga G podciągnięta jest ku górze zapomocą linki bc, idącej wzdłuż całego pociągu. Jeżeli linkę zwolnić, to przeciwwaga G przyciska do krążka A, nasadzonego na oś wagonu, krążek B, który zaczyna się obracać i naciąga łańcuch, działający na hamulce.

Hamulec elektryczny Achard'a posiada również krążek trący, którego opuszczanie dokonywa się nie zapomocą linki, lecz zapomocą prądu elektrycznego. Jednakże, w razie przerwania przewodnika elektrycznego, traci się możliwość zatrzymania pociągu, gdy tymczasem przerwanie się linki, przeciwnie, wywołuje działanie hamulców.



Rys. 61 a.

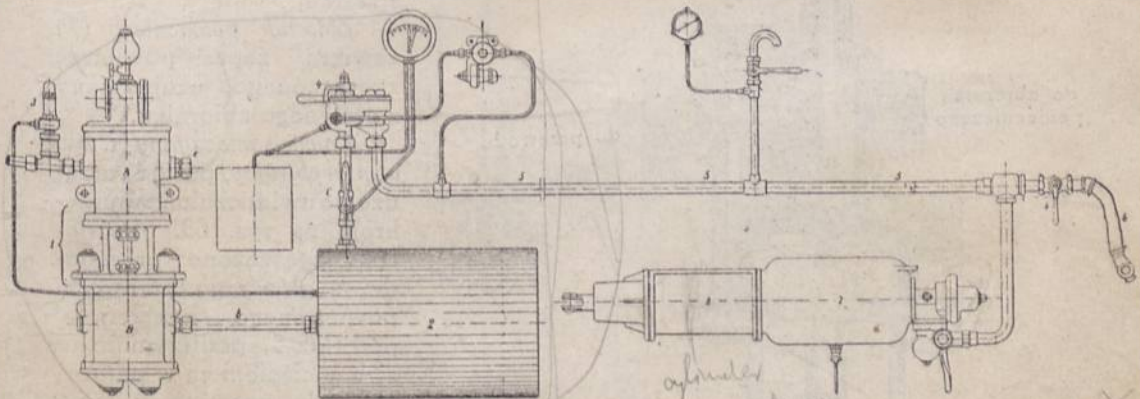
Rys. 61 b.
Hamulce Heberlein'a.

Hamulce parowe Klose'go działają naciskiem sprężyn, para zaś utrzymuje hamulce w położeniu odhamowanym. Nacisk sprężyn nie daje się dobrze miarkować i powoduje wstrząśnienia, wskutek czego hamulce te nie znalazły szerszego zastosowania.

Ze wszystkich systemów hamulców zespolonych największym rozpowszechnieniem cieszą się *hamulce powietrzne*, działające powietrzem zgęszczonym lub rozrzedzonym. Hamowanie może być osiągnięte pod bezpośrednim działaniem na hamulce powietrza zgęszczonego lub rozrzedzonego w przewodzie, idącym od parowozu wzdłuż całego pociągu, albo pod działaniem powietrza zgęszczonego lub rozrzedzonego w zbiornikach, umieszczonych pod każdym wagonem hamulcowym, które są połączone z tym przewodem zapomocą wentyli. Przy pierwszym urządzeniu, w razie rozerwania się pociągu hamulce przestają działać, przy drugim zaś hamowanie następuje samoczynnie. Wobec tej zalety, tak ważnej ze względu na bezpieczeństwo, do zespolonego hamowania używane są obecnie prawie wyłącznie *hamulce samoczynne (automatyczne)*. Hamulce niesamoczynne stosuje się niekiedy na drogach żelaznych znaczenia miejscowego, przy małej szybkości pociągów, ze względu na prostsze urządzenie.

Główny zbiornik powietrza zgęszczonego lub rozrzedzonego umieszcza się na parowozie. Siłę, potrzebną do hamowania, wywierają na pręty hamulców tłoki cylindrów powietrznych, umieszczone pod wagonami. Jeżeli hamulce są samoczynne, to przy cylindrach znajdują się pomocnicze zbiorniki powietrzne. Główny zbiornik powietrza zgęszczonego lub rozrzedzonego jest umieszczony na parowozie. Powietrze napompowuje się do zbiornika głównego za pomocą pompy lub wypompowuje z niego za pomocą smoczka parowego. Za pośrednictwem kurka, obsługiwanego przez maszynistę, i rur, przeprowadzonych wzdłuż pociągu, zbiornik główny może być połączony z cylindrami hamulcowymi i zbiornikami pomocniczymi.

Odróżniają hamulce powietrzne samoczynne jednokomorowe i dwukomorowe. W hamulcach jednokomorowych, w stanie odhamowanym, powietrze zgęszczone lub rozrzedzone dochodzi tylko do zbiornika pomocniczego, w razie zaś połączenia przewodu głównego z atmosferą, przechodzi ze zbiornika pomocniczego do jednej z komór cylindra hamulcowego, które tłok oddziela, co powoduje ruch tego tłoka. W hamulcach dwukomorowych, w stanie odhamowanym, powietrze zgęszczone lub rozrzedzone dochodzi do obu komór cylindra, w razie zaś połączenia przewodu głównego z atmosferą, jedna z komór cylindra zostaje odcięta od przewodu i hamowanie następuje wskutek różnicy ciśnień powietrza w komorze połączonej z atmosferą i w drugiej komorze, której rozszerzenie tworzy zbiornik pomocniczy.



Rys. 62.

Schemat hamulców systemu Westinghouse'a.

Do hamulców samoczynnych, działających powietrzem zgęszczonym, należą hamulce jednokomorowe systemów *Westinghouse'a* i *New-York* oraz dwukomorowe *Carpenter'a*, *Schleifer'a*, *Lipkowskiego* i in. Z hamulców samoczynnych, działających powietrzem rozrzedzonym, najwięcej znane są hamulce dwukomorowe systemów *Clayton'a*, *Hardy'ego* i *Körting'a*. Na drogach żelaznych polskich najczęściej stosowane są hamulce systemów *Westinghouse'a* i *Hardy'ego*.

Ustrój hamulców *Westinghouse'a* uwidoczniiony jest schematycznie na rys. 62. Po lewej stronie tego rysunku pokazane są przyrządy, które umieszcza się na parowozie, po prawej zaś te, które umieszcza się na tendrze i na każdym wagonie hamulcowym.

Pompa powietrzna (1) na parowozie posiada cylinder parowy *A* i powietrzny *B*. Pompa wprawiana jest w ruch parą z kotła parowego; para zużyta odchodzi rurką *e* do komina. Dopływ pary do cylindra *A* reguluje się zapomocą samoczynnego regulatora pompy (3).

Powietrze napompowuje się przez rurę *b* do zbiornika głównego (2), umieszczonego zwykle pod pomostem parowozu lub pod kotłem parowym. Oddzielna rurka *c* łączy ten zbiornik z kurekiem maszynisty (4). Kurek ten połączony jest również z głównym przewodem powietrznym (5), przeprowadzonym wzdłuż całego pociągu i złączonym zapomocą odgałęzień z urządzeniami hamulcowymi, znajdującymi się pod parowozem, tendrem i wagonami hamulcowymi.

Połączenie giętkie głównego przewodu powietrznego pomiędzy parowozem i tendrem oraz pomiędzy oddzielnymi wagonami osiąga się przez zastosowanie węzłów gumowych (6), łączonych zapomocą złączy metalowych. Przy każdym węźle na przewodzie powietrznym znajduje się kurek rozłączający *k*, który winien być zamknięty przed odczepieniem wagonu dla uniknięcia zahamowania wagonu z powodu zmniejszenia się ciśnienia w przewodzie powietrznym.

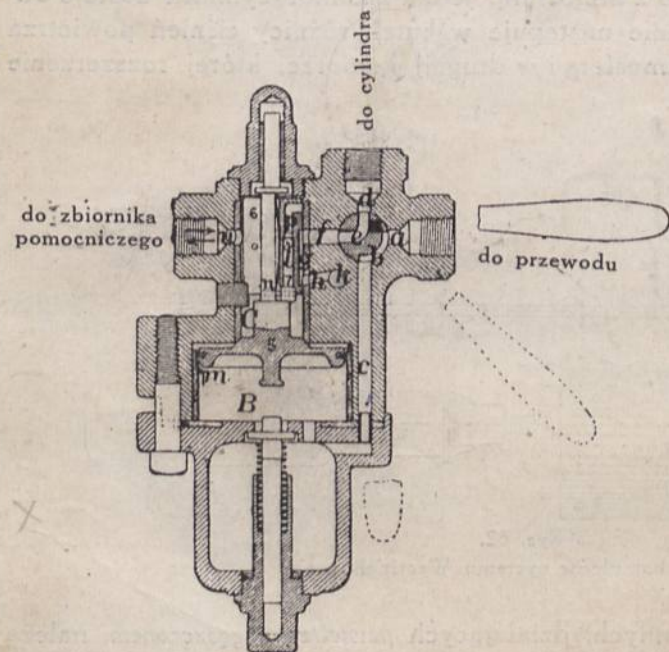
Przyrządy hamulcowe na parowozie, tendrze i przy wagonach hamulcowych składają się z cylindra hamulcowego, zbiornika pomocniczego i potrójnego wentyla.

Cylinder hamulcowy (8) posiada tłok z trzonem, który przyciska klocki hamulcowe do kół za pośrednictwem układu prętów, gdy na tłok ciśnienie powietrze zę-

szczone. Gdy ciśnienie powietrza ustaje, tłok powraca do normalnego położenia pod działaniem sprężyny spiralnej.

Zbiornik pomocniczy (7) zawiera zapas powietrza zgęszczonego, uzupełniany z głównego zbiornika.

Zawór samoczynny (t. zw. wentyl potrójny) posiada urządzenie uwidocznione w przekroju na rys. 63. Powietrze zgęszczone przechodzi z głównego przewodu powietrznego kanałem *c* pod tłok 5, podtrzymuje go swem ciśnieniem w położeniu, wskazanem na rysunku, i przez wycięcia *m* oraz kanał *e* dostaje się do zbiornika pomocniczego. W tem położeniu suwak *p* łączy kanał *d*, prowadzący do cylindra hamulcowego, z kanałem *k*, t. j. z atmosferą, a więc wtedy hamulec nie działa.



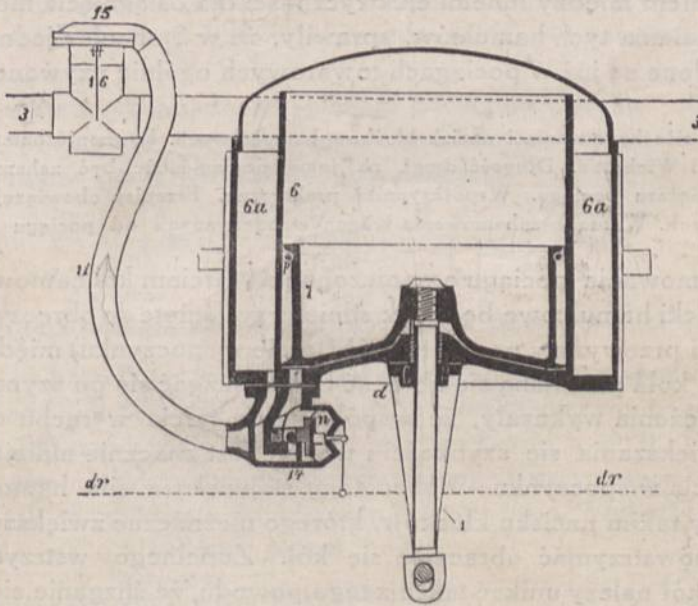
Rys. 63.

Wentyl potrójny w hamulcach syst. Westinghouse'a.

Gdy ciśnienie w głównym przewodzie powietrznym zmniejszy się umyślnie lub przypadkowo, wtedy tłok 5 opada ku dołowi, jednocześnie zaś przerywa się komunikacja przez wgłębienia *m* pomiędzy głównym przewodem powietrznym a zbiornikiem pomocniczym. Razem z tłokiem 5 spuszcza się również suwak *p*, przerywając połączenie cylindra hamulcowego z atmosferą, a natomiast łącząc go ze zbiornikiem pomocniczym, wskutek czego następuje hamowanie.

Zmniejszenie ciśnienia w głównym przewodzie powietrznym, a zatem hamowanie pociągu, można osiągnąć, wypuszczając powietrze przez kurek maszynisty lub przez jeden z kranów, umieszczonych na odgałęzieniach przewodu powietrznego wewnątrz wagonów, aby dać służbie pociągowej lub pasażerom możliwość zatrzymania pociągu w nagłych wypadkach niezależnie od maszynisty. Dla odhamowania pociągu należy zwiększyć ciśnienie w przewodzie powietrznym, łącząc go ze zbiornikiem głównym zapomocą kurka maszynisty.

Ciśnienie w głównym zbiorniku doprowadza się w przybliżeniu do 6 atmosfer. W przewodzie powietrznym ciśnienie to bywa o 1 do $1\frac{1}{2}$ atm. mniejsze. Wielkość ciśnienia wskazują manometry. Jeżeli długość pociągu jest znaczna, to zmniejszenie się ciśnienia w przewodzie powietrznym po otwarciu kurka nie następuje dość szybko, wskutek czego tylne wagony, nie będąc jeszcze zahamowane, wpadają na przednie. Dla uniknięcia tego zaopatruje się wentyl potrójny w tak zwany *przyśpieszczacz*, którego działanie polega na tem, że przy zupełnym otwarciu kurka maszynisty, wentyl potrójny otwiera dostęp powietrza zgęszczonego do cylindra hamulcowego nie tylko ze zbiornika pomocniczego, lecz wpraw na czas krótki z głównego przewodu powietrznego, wskutek czego ciśnienie w tym ostatnim obniża się znacznie szybciej. Przy stopniowym zaś otwieraniu kurka maszynisty wentyl potrójny z przyśpieszczaczem działa tak, jak i zwyczajny.



Rys. 64.

Cylinder hamulca systemu Hardy'ego.

W hamulcach próżniowych powietrze w przewodzie głównym rozrzedza się zapomocą smoczka parowego, umieszczonego na parowozie.

Cylinder hamulcowy (rys. 64) posiada tłok 7, którego trzon połączony jest zapomocą drążków z klockami hamulcowymi. Pomiędzy przewodem głównym 3 a cylindrem umieszczony jest zawór kulkowy 14, który jest tak urządzony, że przestrzeń od dołu tłoka jest stale połączona z przewodem głównym, natomiast przestrzenie górne 6a i 6 mają z nim połączenie tylko wtedy, gdy powietrze w przewodzie jest rozrzedzone. Jeżeli zaś w przewodzie głównym ciśnienie powietrza zwiększy się wskutek połączenia go z atmosferą, to kulka zaworu zamyka kanał, łączący przewód główny z przestrzenią powyżej tłoka cylindra, i tłok ten pod działaniem różnicy ciśnienia podnosi się ku górze.

Ulepszenie hamulców jest jednym z zasadniczych warunków zwiększenia szybkości jazdy i składu pociągu. W celu skrócenia odległości hamowania pociągu i uniknięcia przykrych szarpnięć, mogących spowodować zerwanie sprzęgieł, niezbędne jest, aby hamulce działały szybko i możliwie jednocześnie na całej jego długości, lecz aby nacisk klocków hamulcowych mógł być miarkowany. Hamulce różnych systemów mają pod tym względem swoje właściwości. Hamulce dwukomorowe dają możliwość dobrego miarkowania nacisku klocków, zarówno przy hamowaniu, jak i przy odhamowywaniu, ale działanie ich jest wolniejsze niż jednokomorowych. Hamulce jednokomorowe działają szybko, ale odhamowanie może być tylko zupełne. Ustrój hamulców próżniowych jest wogóle prostszy, niż hamulców o powietrzu ściśnionem.

Hamulce zespolone stosowane są dotąd na drogach żelaznych polskich, zarówno jak na większości innych dróg żelaznych w Europie, wyłącznie w pociągach osobowych. Wprowadzenie hamulców zespolonych w pociągach towarowych utrudnia duża długość tych pociągów i luźne sprzęganie w nich wagonów dla ułatwienia ruszania z miejsca. Ulepszenia hamulców powietrznych, z zastosowaniem między innymi elektryczności dla osiągnięcia możliwie jednoczesnego działania tych hamulców, sprawiły, że w Stanach Zjednoczonych hamulce zespolone są już w pociągach towarowych ogólnie używane.

2. Największa siła hamowania i nacisk klocków hamulcowych. Równanie hamulców. Spostrzeżenia Galton'a i Wichert'a. Długość drogi, na jakiej pociąg może być zahamowany. Procent hamowanego ciężaru pociągu. Współczynniki praktyczne. Przepisy obowiązujące na polskich drogach żelaznych. Warunek zahamowania wagonów oderwanych od pociągu na wzniesieniu.

Siła hamowania pociągu ograniczona jest tarciem kół hamowanych o szyny. Jeżeli klocki hamulcowe będą tak silnie przyciśnięte do obręczy kół, że tarcie między nimi przewyższy przyczepność (tarcie w spoczynku) między obręczami i szynami, to koła przestaną się obracać i będą ślizgać się po szynach.

Spostrzeżenia wykazały, że współczynnik tarcia w ruchu zmniejsza się w miarę zwiększania się szybkości i wogóle jest znacznie mniejszy od współczynnika tarcia w spoczynku. Wobec tego największa siła hamowania otrzymuje się przy takim nacisku klocków, którego nieznaczne zwiększenie mogłoby całkowicie powstrzymać obracanie się kół. Zupełnego wstrzymania ruchu obrotowego kół należy unikać także z tego powodu, że ślizganie się kół spowoduje silne i niejednostajne zużycie się obręczy i szyn.

Jeżeli f oznacza współczynnik przyczepności między obręczą a szyną, φ współczynnik tarcia między kołem a klockiem hamulcowym, φ_1 współczynnik tarcia między panewką a czopem osi, P obciążenie osi, F nacisk klocków hamulcowych, r promień czopa osi, R promień koła, to:

$$Pf > F\varphi + P\varphi_1 \frac{r}{R}$$

albo, nie biorąc w rachubę tarcia w panewkach:

$$F < P \frac{f}{\varphi} \quad \dots \dots \dots (49)$$

Współczynnik f osiąga $\frac{1}{4}$, współczynnik zaś φ przy małych szybkościach wynosi prawie tyleż. Tem objaśnia się warunek stawiany zwykle, aby ciśnienie na klocki nie było większe od obciążenia osi.

Bez względu na ustrój hamulców i na ciśnienie na klocki hamulcowe, skuteczność hamowania pozostaje przede wszystkim w zależności od ciężaru na osiach hamowanych. Oznaczenie długości l , na której pociąg może być zahamowany, i potrzebnego na to czasu w zależności od ciężaru na osiach hamowanych, ciężaru pociągu, jego szybkości i przekroju linii ma ważne znaczenie ze względu na bezpieczeństwo ruchu i skuteczność środków, zarządzanych w celu, aby to bezpieczeństwo było zachowane. Oznaczmy przez v_0 i V_0 szybkość pociągu w początku hamowania w m/sek i w $km/godz$; g przyspieszenie siły ciężkości; w współczynnik oporu pociągu, t. j. opór na jednostkę ciężaru pociągu w torze prostym i poziomym; c współczynnik dodatkowego oporu, pochodzącego z krzywizny toru; i pochylenie podłużne linii; φ współczynnik tarcia między klockiem a obręczą; α stosunek ciężaru na osiach hamowanych do całkowitego ciężaru pociągu.

Jeżeli przyjmiemy, że ciśnienie na klocki hamulcowe będzie się równać obciążeniu osi hamowanych, to $\alpha\varphi$ będzie wyrażać siłę hamującą na jednostkę ciężaru pociągu.

Energja kinetyczna jednostki ciężaru pociągu, zużyta na długości l , którą przebiegnie pociąg od początku zupełnego hamowania do zatrzymania się, będzie się równać pracy oporów na tejże długości:

$$1,06 \frac{v_0^2}{2g} = \int_0^l w dl + (c \pm i) l + \int_0^l \alpha\varphi dl \quad \dots \quad (50)$$

W równaniu tem energja kinetyczna $\frac{v_0^2}{2g}$ ruchu postępowego zwiększona jest o 6% z uwagi na bezwładność kół, podległych ruchowi obrotowemu (patrz str. 108).

Opór w w linii prostej i poziomej na jednostkę ciężaru pociągu pozostaje w zależności od szybkości ruchu, która zmienia się od v_0 do 0. Również współczynnik φ tarcia klocków hamulcowych zmniejsza się w miarę zwiększania się szybkości, jak to wykazały spostrzeżenia Galton'a i Wichert'a, i wynosi dla obręczy stalowych i klocków z żelaza lanego:

według spostrzeżeń Galton'a w przybliżeniu:

$$\varphi = \frac{10}{30 + V} \quad \dots \quad (51)$$

według zaś Wichert'a:

$$\varphi = \beta \frac{1 + 0,0112 V}{1 + 0,06 V} \quad \dots \quad (52)$$

W tych wyrazach V oznacza szybkość w $km/godz$. Współczynnik β równa się 0,45 lub 0,25 w zależności od tego, czy trące się powierzchnie są suche, czy też wilgotne.

W rozdziale VI (str. 139—141) będzie wskazany sposób wykreślny wyznaczenia długości l , przyjmując pod uwagę łączny wpływ wszystkich oporów na zmianę szybkości. Na tem zaś miejscu, dla przybliżonego rozwiązania równania

(50), zrobione będą pewne przypuszczenia co do zależności średnich oporów przez cały czas hamowania od największej szybkości w początku tegoż hamowania.

Parowóz i tender zaopatrzone są w hamulce, których siła na jednostkę ich ciężaru własnego jest wogóle większa, niż takąż siła hamulców wagonowych. Ten nadmiar siły hamowania parowozu i tendra może być użyty do hamowania wagonów, będziemy go jednak uważali jako zapas bezpieczeństwa i zastosujemy równanie (50) tylko do wagonów.

Opór pociągu w linii prostej i poziomej jest znacznie mniejszy od siły hamującej. Wobec tego współczynnik w można przyjąć według przybliżonego wzoru (40):

$$w = 0,0024 + \frac{V^2}{10^6}$$

wprowadzając zamiast V średnią szybkość, która jest wogóle większa niż $0,5 V_0$. Według spostrzeżeń Wichert'a, energia kinetyczna (a zatem i V^2), zmniejsza się w ciągu hamowania mniej więcej w stosunku prostym do przebytej drogi. Na tej zasadzie średni opór w_m można przyjąć:

$$w_m = 0,0024 + \frac{0,5 V_0^2}{10^6} \dots \dots \dots (53)$$

co odpowiada średniej szybkości $V_m = 0,707 V_0$. Przypuszczając dalej, że siłę żywą pociągu pochłania sam tylko opór, wywołany tarciem klocków hamulcowych, i przyjmując dla współczynnika φ tegoż tarcia wzór (52) i $\beta = 0,25$, otrzymamy średnią jego wielkość φ_m za cały czas hamowania:

$$\varphi_m = \frac{0,125 V_0^2}{2,6785 V_0^2 - 389 V_0 + 34735 \log \text{nat} (1 + 0,0112 V_0)} \dots (54)$$

Wzór ten daje dla φ_m następujące wartości:

przy $V_0 =$	10	20	30	40	50	60	70	80	90	km/godz.
$\varphi_m =$	0,201	0,164	0,142	0,128	0,117	0,109	0,103	0,098	0,093	

W przybliżeniu te same wartości otrzymać można z wzoru doświadczalnego

$$\varphi_m = \frac{13}{60 + V_0} \dots \dots \dots (55)$$

Posiłkując się wzorami dla średnich współczynników oporu w_m i φ_m i podstawiając $v_0 \text{ m/sek} = \frac{1}{3,6} V_0 \text{ km/godz.}$, można napisać zamiast równania (50):

$$\frac{1,06 V_0^2}{2 \times 9,81 \times 3,6^2} = (w_m + c \pm i + \alpha \varphi_m) l$$

a więc

$$l = \frac{V_0^2}{240} \cdot \frac{1}{w_m + c \pm i + \alpha \varphi_m} \text{ (w metrach)} \dots \dots \dots (56)$$

Dla bezpieczeństwa ruchu szczególnie ważne jest określenie odległości l_1 , którą przebiegnie pociąg, licząc od chwili podania sygnału na zatrzymanie. Z tego powodu należy dodać do długości l hamowania, określonej z wzoru (56), długość $n \frac{V_0}{3,6}$, którą przebiegnie pociąg w czasie n sekund od chwili podania sygnału na zatrzymanie do chwili, kiedy hamulce zaczną całkowicie działać. Można przyjąć, że przy hamulcach zespolonych czas n wynosi 3 do 4 sekund, przy ręcznych zaś 12 do 18 sekund.

Procent hamowanego ciężaru pociągu niezbędny do zatrzymania go na odległości l_1 , licząc od chwili podania sygnału na zatrzymanie, może być określony z wzoru:

$$100 \alpha = \frac{1}{\varphi_m} \left\{ \frac{0,417 V_0^2}{l_1 - n \frac{V_0}{3,6}} - 100 (w_m + c \pm i) \right\} \dots \dots (57)$$

W celu sprawdzenia wzoru teoretycznego (57) pod względem zastosowania praktycznego, przeprowadzono na drogach żelaznych niemieckich liczne doświadczenia co do odległości i czasu hamowania pociągów na linii prostej i poziomej i na różnych spadkach. Doświadczenia te wykazały, że na linii poziomej odległość hamowania zwiększa się w zależności od szybkości bardziej, niż by to wypadło ze wzoru (56), i że na spadkach ujawnia się ponadto dodatkowy wpływ szybkości. Praktyka dowiodła również, że hamulce ręczne nie zawsze działają z równą sprawnością i że nie należałoby liczyć na nacisk klocków hamulcowych większy niż $\frac{2}{3}$ nacisku osi hamownych.

Odpowiednio do rezultatów tych doświadczeń wprowadzono do wzoru (57) współczynniki praktyczne przy wyrazach energii kinetycznej, spadku i tarcia φ_m .

Wobec powyższego wzór na procent hamowanego ciężaru pociągu na spadku w linii prostej przybiera kształt następujący:

$$100 \alpha = \frac{1}{k \varphi_m} \left\{ \frac{a V_0^2}{l_1 - n \frac{V_0}{3,6}} + b i - 100 w_m \right\} \dots \dots (58)$$

Przy szybkościach od 10 do 60 km/godz. współczynnik a waha się w granicach od 0,371 do 0,262, współczynnik zaś b od 87 do 147.

Procent hamowanego ciężaru pociągów, podany w tab. 10 (str. 130) i obowiązujący na drogach żelaznych polskich, określono na tychże zasadach, przy czym na drogach żelaznych znaczenia miejscowego, posiadających prostsze urządzenia, procent ten zwiększono, natomiast przy hamulcach zespolonych przyjęto odpowiednio mniejszy.

Odległość, na której pociąg ma być zatrzymany, licząc od chwili podania sygnału, przyjęto na drogach żelaznych znaczenia ogólnego, zgodnie z warunkami sygnalizacji, $l_1 = 700$ m. Najmniejszy procent ciężaru hamowanego przyjęto 6%.

Tab. 10. Stosunek procentowy ciężaru hamowanego do ciężaru całego pociągu (bez parowozu i tendra) według przepisów obowiązujących na drogach żelaznych polskich.

Drogi żelazne znaczenia ogólnego.

Pochylenie.	Szybkość pociągu w km na godzinę.													
	Hamulce ręczne.					Hamulce zespolone.								
‰	20	30	40	50	60	20	30	40	50	60	70	80	90	100
0	6	6	7	13	21	6	6	7	13	21	31	43	57	73
5	6	9	14	22	30	6	7	12	19	29	40	54	70	88
10	9	14	22	31	40	7	11	17	25	36	49	63	84	—
20	18	26	36	48	—	13	19	27	37	50	66	—	—	—
30	28	38	—	—	—	20	27	37	49	—	—	—	—	—
40	37	—	—	—	—	27	36	47	—	—	—	—	—	—

Drogi żelazne znaczenia miejscowego.

Pochylenie.	Szybkość pociągu w km na godzinę.									
	Hamulce ręczne.				Hamulce zespolone.					
‰	20	30	40	—	20	30	40	—	—	—
0	6	8	18	—	6	7	16	—	—	—
5	6	14	26	—	6	11	22	—	—	—
10	11	20	33	—	9	15	26	—	—	—
20	20	32	—	—	15	23	—	—	—	—
30	29	43	—	—	22	31	—	—	—	—
40	39	—	—	—	28	—	—	—	—	—

W powyższych rozważaniach rozpatrywano tylko wypadek zatrzymania pociągu biegnącego w całkowitym składzie. Należy jednak zapewnić zahamowanie wagonów również w wypadku staczania się wagonów oderwanych od pociągu na wzniesieniu. Na wzniesieniach, ciągnących się nieraz dziesiątki kilometrów bez przerwy lub przerywanych krótkimi równiami i spadkami, wypadek ten jest nadzwyczaj niebezpieczny i należy mieć pewność, że hamulce będą w stanie zatrzymać wagony.

Wprawdzie przy określaniu procentu ciężaru hamowanego hamulce parowozu i tendra nie były przyjmowane w rachubę, możnaby więc sądzić, że ilość hamulców wagonowych, która wystarcza do zatrzymania wagonów, biegnących w pociągu naprzód, będzie dostateczna również do zatrzymania ich w razie rozerwania pociągu. Należy jednak zauważyć, że rozerwanie pociągu może nastąpić za pierwszym wagonem lub grupą wagonów zaopatrzonych w hamulce (licząc od parowozu), że więc w staczających się wagonach procent ciężaru hamowanego będzie mniejszy, niż w całym pociągu. Nadto liczyć się należy z tem, że rozerwanie pociągu może być zauważone dopiero po pewnym czasie, kiedy wagony, staczające się wstecz, nabędą znacznej szybkości. Aby zaś wagony oderwane mogły być wogóle zahamowane, procent ich ciężaru hamowanego winien wynosić więcej niż

$$100 z_1 = \frac{i - w_m}{0,01 k \varphi_m} \dots \dots \dots (59)$$

Wielkości w_m i φ_m winny odpowiadać szybkości, która w początku hamowania, po upływie t sekund od chwili, gdy wagony zaczęły się staczać, wynosić będzie przybliżenie

$$V_0 = 3,6 v_0 = 3,6 g t (i - w_m) = 35,3 (i - w_m) t \dots \dots \dots (60)$$

Jeżeli odstęp czasu t będzie dość znaczny (w przepisach dróg żelaznych francuskich przypuszczono, że może on wynosić 2 do 3 minut), to procent ciężaru hamowanego w grupie wagonów, które się staczają wskutek rozerwania pociągu, potrzebny, według wzoru (59), do ich zahamowania, może się okazać większy, niż procent potrzebny do zatrzymania pociągu według wzoru (58).

ROZDZIAŁ VI.

Ruch pociągów i praca taboru.

1. Rodzaje pociągów i przewozów. Przewozy osobowe. Wagony bezpośrednio. Ilość miejsc zajętych. Przewozy towarowe. Ładunki wagonowe i drobne. Skład pociągu średni i największy. Porządek ustawiania taboru w pociągu. Skrajnia taboru.

Pociąg składa się z parowozu i szeregu wagonów, sprzężonych w pewnym określonym porządku, mających obsługę i zaopatrzonych w przyrządy sygnałowe i inne niezbędne podczas ruchu. Pociągi dzielą się według rodzaju przewozu, do którego służą, na *pociągi ruchu osobowego* i *ruchu towarowego*.

Pociągi ruchu osobowego bywają: *pośpieszne*, które zatrzymują się tylko na główniejszych stacjach i mają dużą szybkość biegu, *osobowe* komunikacji bezpośredniej i miejscowe, oraz *mieszane*, którymi, oprócz przewozów osobowych, dokonywają się też przewozy towarowe. Oprócz tego istnieją pociągi osobowe, mające przeznaczenie specjalne, jako to: *wojskowe*, *przesiedleńcze*, *pątnicze* i inne.

Pociągi ruchu towarowego bywają *pośpieszne* i *zwyyczajne*.

Potrzeby eksploatacji wymagają wysyłania pociągów *służbowych*, *robotniczych*, *ratunkowych* w razie nieszczęśliwych wypadków oraz oddzielnych parowozów, które podlegają tym samym przepisom ruchu co pociągi.

Pociągi kursują zwykle perjodycznie w oznaczonych godzinach i dniach tygodnia, wskazanych w rozkładzie jazdy pociągów; z tych jedne są *stałe*, inne *dodatkowe*, kursujące w miarę potrzeby. Pociągi nieprzewidziane w rozkładzie i kursujące według osobnego rozkładu zowią się *nadzwyczajnymi*. Pociągi służbowe kursują bez rozkładu.

Przewozy osobowe, uskuteczniane pociągami osobowymi, są to podróźni, tłumoki czyli bagaż, przesyłki nadzwyczajne, przewożone według tychże przepisów co bagaż, poczta, zwłoki, pojazdy i zwierzęta oraz przesyłki pośpieszne, jako to mleko, produkty spożywcze i in., o ile przy niewielkim ruchu nie są one wyprawiane oddzielnymi pociągami towarowymi pośpiesznymi.

Wagony, wchodzące w skład pociągu osobowego, przeważnie pozostają w nim stale na całym przebiegu pomiędzy stacjami krańcowymi. Prócz tych wagonów *zasadniczych* dodawane bywają do pociągów osobowych w miarę potrzeby, w pewne dni lub na pewnych przebiegach, *wagony dodatkowe*, w punktach zaś rozgałęzienia dróg żelaznych *wagony bezpośrednie*, odczepiane od pociągów innych linii, o ile po liniach łączących się nie kursują pociągi bezpośrednie. Do wagonów bezpośrednich należą często również wagony pocztowe, bagażowe i z przesyłkami pośpiesznymi.

W rozdziale II str. 74 zaznaczono już, że całkowite obciążenie wagonów osobowych jest bardzo nieznaczne w porównaniu z ich ciężarem własnym. Stosunek ten staje się jeszcze mniej korzystny, gdy się zważy, że miejsca w wago-

nach osobowych nie zawsze bywają zajęte. *Ilość miejsc zajętych* w stosunku do zaofiarowanych wynosiła

na dr. żel. rosyjskich . . . r. 1911 w kl. I 14%, w kl. II 29% i kl. III 46%,
na drogach prusko heskich r. 1913 w kl. I 13%, w kl. II i III po 20% i w kl. IV 30%.

Przewozy towarowe obejmują różne przedmioty z wyjątkiem wymienionych wyżej, przewożonych pociągami osobowymi. Przesyłki towarowe dzielą się na *zwyczajne* i *pośpieszne*.

Jeżeli przesyłka zajmuje cały wagon na wagę lub objętość, to nadawca oddaje go zwykle do przewozu jako *ładunek wagonowy*, który opłaca niższą taryfę przewozową, niż *ładunek w sztukach*, czyli *drobny*. Ładunek wagonowy powinien mieć pewien najmniejszy ciężar, na drogach polskich conajmniej 5¹⁾, 10 lub 15 tonn. Ładunki wagonowe, zwłaszcza masowe, jak węgiel, ruda, materiały budowlane, kartofle, buraki i t. p., przewożone są przeważnie bez opakowania (luzem lub zsypem), w wagonach niekrytych; naładunku ich na wagony dokonywa nadawca, wyładunku zaś odbiorca.

Ładunek drobny oddawany jest do przewozu w opakowaniu (paki, beły, beczki i t. p.) lub bez opakowania, o ile towar nie łatwo podlega uszkodzeniu. Przewóz ładunków drobnych odbywa się przeważnie w wagonach krytych, naładunek zaś i wyładunek przyjmuje na siebie droga żelazna lub przedsiębiorstwa ekspedycyjne.

Pomiędzy ilością wagonów towarowych wyładowywanych i naładowywanych na jednej stacji, jak również wagonów odczepianych i doczepianych na niej do pociągu, zachodzą często znaczne różnice. Wynika stąd niejednakowy skład pociągów towarowych oraz przebiegi wagonów próżnych, kierowanych na inne stacje pod naładunek.

Jak widać z poniższej tablicy, ładowność wagonów towarowych bywa uzyskana niespełna do połowy.

Tab. 11. Wyzyskanie taboru towarowego dróg żelaznych.

NAZWA MIERNIKA	Dr. żel. Polskie 1922	Dr. żel. Rosji Europejskiej 1911	Dr. żel Prusko- Heskie 1913
Przebieg wagonów ładownych w stosunku do ogólnego przebiegu wagonów . . . %	66	70	71
Naładunek wagonów ładownych w stosunku do ładowności wagonów . . . %	77	70	63
Średni naładunek wagonu towarowego w sto- sunku do ładowności . . . %	51	49	45

Ilość wagonów, łączonych w jeden pociąg, zależy od mocy parowozu i szybkości jazdy oraz od wytrzymałości sprzęgieł. Wskutek wymienionych przyczyn *średni skład pociągów* towarowych wynosi zaledwie 65% do 85% składu normalnego. W r. 1922 na Polskich dr. żel. państw. średni skład pociągów osobowych wynosił 27 osi, towarowych zaś 77 osi. *Największy skład pociągów*, zależny wogóle od siły pociągowej, pochylenia linji i wytrzymałości sprzęgieł, nie prze-

¹⁾ Ładunek t. zw. półwagonowy, tylko w opakowaniu.

wyższa zwykle na drogach żelaznych znaczenia ogólnego 80 osi w pociągach osobowych i 150 osi w pociągach towarowych, nie licząc parowozów prowadzących pociągi i tendrów.

Pod względem *porządku ustawiania taboru w pociągu* obowiązują następujące przepisy: a) parowóz winien stać na czele pociągu, mając tender z tyłu za sobą; pchanie pociągu parowozem, umieszczonym w tyle, dozwolone jest tylko dla pociągów służbowych, roboczych i w szczególnych wypadkach; b) wagony ciężkie winny być umieszczone przed lekkimi; c) wszystkie wagony z podróżnymi winny być zestawione razem i oddzielone od parowozu i tendra przynajmniej jednym wagonem (t. zw. ochronnym), nie zajęтым przez podróżnych, i d) wagony z hamulcami, w ilości nie mniejszej od obowiązującej w zależności od szybkości i spadków (p. str. 130), winny być rozmieszczone w pociągu możliwie równomiernie i wagon ostatni winien mieć hamulce.

Żadna część taboru, ani też ładunek wagonów niekrytych, nie powinny wystawać w płaszczyźnie prostopadłej do podłużnej osi pociągu poza pewien obrys, zwany *skrajnią taboru*. Skrajnie taboru, obowiązujące na dr. żel. polskich przy różnych szerokościach toru, podane są niżej przy omawianiu warunków technicznych projektowania dróg żelaznych (dział III rozdz. V p. 6).

2. Szybkość pociągów handlowa, średnia i rzeczywista. Największa szybkość pociągów. Szybkość krańcowa w razie opóźnień. Szybkość pociągów na drogach żelaznych polskich i zagranicznych.

Zadaniem eksploatacji kolejowej jako przedsięwzięcia gospodarczego jest wykonanie na danej linii w jednostkę czasu jaknajwiększej ilości przewozów jaknajmniejszym kosztem. Wykonanie w określonym czasie jaknajwiększej ilości przewozów zależy bezpośrednio od dwóch czynników: szybkości pociągów i ich ciężaru. Wykonanie przewozów najmniejszym kosztem wymaga zarządzeń gospodarczych we wszystkich dziedzinach eksploatacji, w zakresie zaś ruchu i trakcji zależy w znacznym stopniu od spełnienia warunku, aby przewozy, określone co do ilości i trwania, zajmowały możliwie najmniejszą ilość taboru.

Szybkością handlową pociągu nazywa się średnia jego szybkość za cały czas jazdy pomiędzy krańcowymi punktami odjazdu i przybycia, t. j. łącznie z postojami na stacjach pośrednich. Zwiększenie handlowej szybkości pociągu może być osiągnięte zapomocą skrócenia ilości i długości postojów, choćby nawet *średnia szybkość jazdy* pomiędzy punktami zatrzymania była pozostawiona bez zmiany.

Średnia szybkość pociągu pozostaje w zależności od *rzeczywistej szybkości pociągu* na rozmaitych odstępach drogi, która, jak to już wiemy, zależy od siły pociągowej parowozu i od oporu pociągu. Należy tu jednak zwrócić uwagę, że największa szybkość pociągu podlega ograniczeniom ze względu na bezpieczeństwo oraz że parowóz nie zawsze może prowadzić pociąg z pewną szybkością, chociażby ona była możliwa i dopuszczalna, gdyż po postoju osiąga się ona zaledwie stopniowo, lub też jest stopniowo zwalniana w razie potrzeby zatrzymania pociągu.

Największa szybkość pociągu pozostaje w zależności od mocy i ustroju parowozu prowadzącego pociąg, co zaznaczono już powyżej (patrz str. 96), od ilości i rodzaju hamulców i od ustroju kolei. Warunki, dotyczące ustroju kolei, które

zachować należy przy rozmaitych szybkościach jazdy, podane są niżej w dziale budo wy wierzchniej.

Według przepisów ruchu dr. żel. polskich, szybkość pociągów, mających hamulce ręczne, nie powinna przewyższać 60 km/godz. W pociągach o szybkości większej niż 80 km/godz. wszystkie osie winny być hamowne. Jeżeli parowóz pociągu jedzie tendrem naprzód, to szybkość nie powinna przekraczać 45 km/godz. Dla pociągów popychanych, to jest mających parowóz tylko z tyłu, dozwala się szybkość nie większa jak 25 km/godz.

Największa szybkość w linii prostej i poziomej przyjmuje się zwykle jako *szybkość zasadnicza* do obliczania czasu biegu pociągu (p. str. 1138).

Największa szybkość jazdy, dopuszczana w linii prostej, zwykle zmniejsza się w łukach nie tylko ze względu na większy opór pociągu, ale również ze względu na bezpieczeństwo ruchu. Tak np., według przepisów dróg żelaznych niemieckich największa szybkość jazdy w łukach o promieniu 900 m do 180 m nie powinna przewyższać 100 km/godz. względnie 45 km/godz., na spadkach zaś 6‰ do 25‰ 100 km/godz. względnie 55 km/godz.¹⁾

Szybkość pociągu zmniejsza się również na stacjach, przy zbliżaniu się do rozgałęzień toru i w innych miejscach, wymagających ostrożności.

Przy oznaczaniu największej szybkości pociągu w normalnych warunkach ruchu należy mieć na uwadze, że przypadkowe okoliczności prowadzą często nieprzewidziane zatrzymanie lub zwolnienie biegu pociągu. Dla możliwości wynagrodzenia tych strat czasu należy, aby największa szybkość pociągu, stosowana normalnie, była mniejsza od *szybkości krańcowej*, która winna być dopuszczana tylko w *razie nieprzewidzianych opóźnień*. Najłatwiej jest wynagrodzić czas stracony na długich spadkach. Jednakże szybkość na spadku nie powinna przekraczać granicy, przy której jeszcze można byłoby, w zależności od ilości hamulców w pociągu, zatrzymać go na odległości, jakiej wymagają warunki bezpieczeństwa (patrz str. 129). Do kontrolowania szybkości pociągów używane są przyrządy (por. str. 112), wskazujące maszyniście szybkość jazdy i notujące ją w postaci wykresu na taśmie.

W poniższej tablicy przytoczone są dane dotyczące handlowej, średniej i największej szybkości pociągów, jaka jest w użyciu na polskich drogach żelaznych.

Tab. 11. Szybkość pociągów na polskich drogach żelaznych.

Szybkość w km/godz.	P o c i a g i				
	Kurjerskie i pospieszne	Osobowe	Tow.-osobowe i mieszane	Pospieszne towarowe	Towarowe i wojskowe
Handlowa	40—50	30—35	25—30	20—25	12—20
Średnia	50—55	40—45	30—35	25—30	20—25
Największa (według normalnego rozkładu)	70—80	60—70	45—50	40—45	35—40

¹⁾ W łukach mniej więcej według wzoru $V_{\max} \leq \frac{10}{3} \sqrt{R}$, na spadkach zaś według wzoru $V_{\max} \leq 115 - 2,4i$.

Na drogach żelaznych zagranicznych szybkość pociągów osobowych jest wogóle znacznie większa, niż na polskich drogach żelaznych, i wynosi dla najszybszych pociągów:

w Niemczech:

szybkość handlowa 70 do 80 *km/godz.*

„ średnia 80 do 88 „

we Francji, Anglii i Stanach Zjednoczonych Ameryki Północnej:

szybkość handlowa 80 do 95 *km/godz.*

„ średnia 85 do 100 „

Na niektórych drogach żelaznych północno-amerykańskich, posiadających niewielką długość, średnia szybkość najszybszych pociągów osiąga 110 *km/godz.* Największa szybkość jazdy w razie opóźnienia się pociągu dochodzi na drogach żelaznych francuskich do 120 *km/godz.* Na drogach żelaznych angielskich i północno-amerykańskich osiągnięto w niektórych razach szybkości, przewyższające 150 *km/godz.*

Szybkość pociągów towarowych we Francji, Niemczech i Stanach Zjednoczonych Ameryki Północnej jest mniej więcej taka sama, jak w Polsce. W Anglii średnia szybkość biegu pociągów towarowych wynosi 35 do 45 *km/godz.*

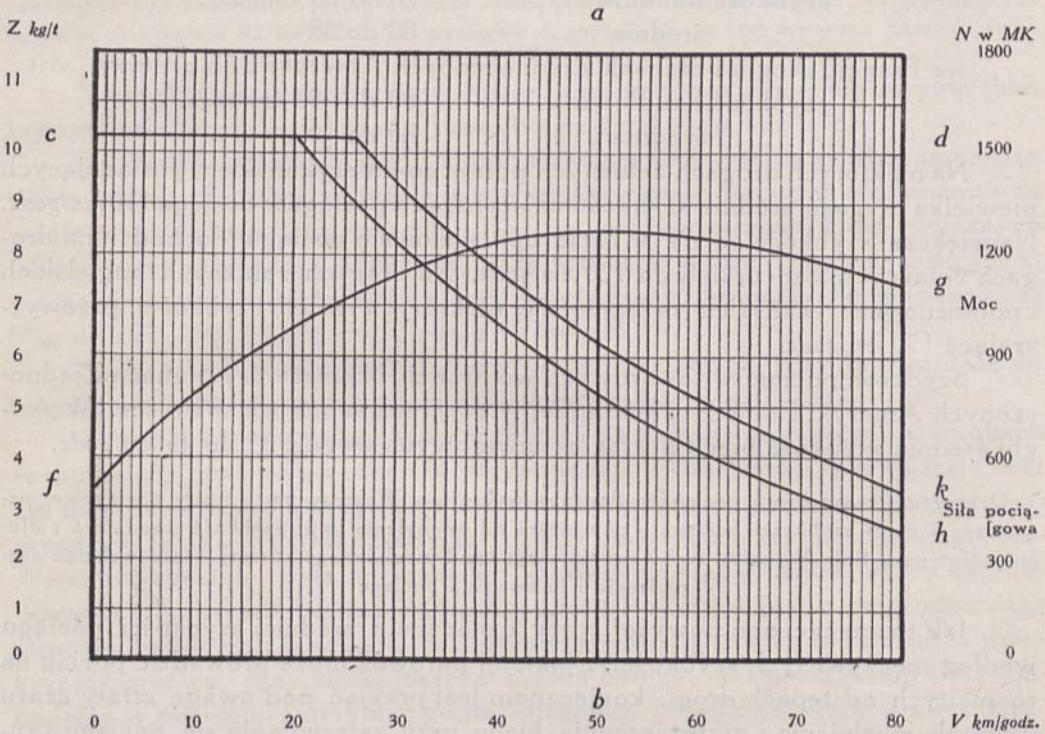
3. Oznaczenie czasu biegu pociągów. Sposoby wykreślne. Wykresy mocy i siły pociągowej parowozu. Wykres szybkości pociągu w zależności od pochylenia linii. Szybkość zasadnicza i długość zastępcza linii. Wykresy ruchu przyspieszonego i zwolnionego. Straty czasu wskutek rozpędzania i hamowania pociągu.

Jak to zaznaczono powyżej, przy oznaczaniu średniej szybkości pociągu według rzeczywistych szybkości, z jakimi parowóz może prowadzić pociąg na rozmaitych odstępach drogi, koniecznym jest przyjąć pod uwagę straty czasu wskutek zwalniania i przyspieszania biegu przy zatrzymaniu się pociągu i ruszaniu z miejsca.

Właściwie straty te wynikają nie tylko przy wyjeździe ze stacyj i zbliżaniu się do nich, lecz również we wszystkich tych miejscach, w których przekrój podłużny raptownie zmienia się z trudniejszego na łatwiejszy, podczas gdy szybkość jazdy zmieniać się może tylko stopniowo. Jednakże straty te częściowo wynagradzają zyski w punktach, gdzie wskutek trudniejszego przekroju szybkość jazdy zmniejsza się również stopniowo, co wynika z poprzednio nabytej szybkości. Wobec tego można przyjąć, że na całej długości odstepu o jednostajnym przekroju pociąg dąży z jednostajną szybkością, odpowiadającą mocy parowozu i oporowi pociągu; straty zaś przy stopniowym dojściu do tej szybkości i zwalnianiu jej należy brać w rachubę tylko w początku i w końcu biegu pociągu, to jest przy wyjeździe ze stacyj i zbliżaniu się do nich.

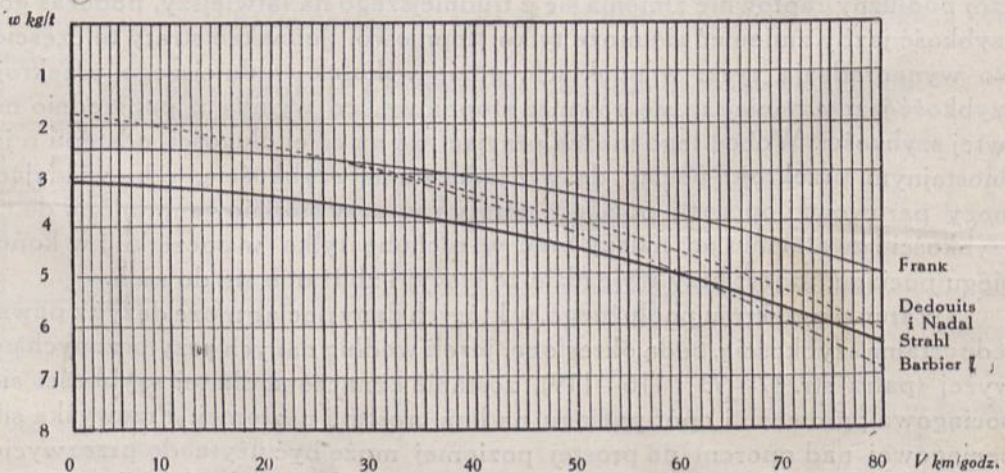
Warunki przekroju podłużnego, w których dany pociąg może dążyć z pewną jednostajną szybkością, będą określone, jeżeli według danych przytoczonych powyżej (patrz str. 87—93 i 116—119), zostanie oznaczona dla tej szybkości siła pociągowa parowozu i opór pociągu na linii prostej i poziomej. Przewyżka siły pociągowej nad oporem na prostej poziomej może być użyta do przewyżczenia wzniesienia, którego wielkość równać się będzie wielkości tej przewyżki na jednostkę ciężaru pociągu.

Określiwszy największą stałą moc parowozu N_1 według wzoru (9) w zależności od rodzaju paliwa, dopuszczzonego natężenia paleniska, pola rusztów, rodzaju pary i sposobu, w jaki ona pracuje, ciśnienia w kotle, jego sprawności i innych danych i określiwszy według wzoru (4) i danych doświadczalnych (10)



Rys. 65.

Wykres mocy w MK i siły pociągowej parowozu towarowego 0-4-0 serji Tp 4 Polskich dr. żel. państw. w kg/t pociągu z 53 wagonów 15 t średnioładownych.



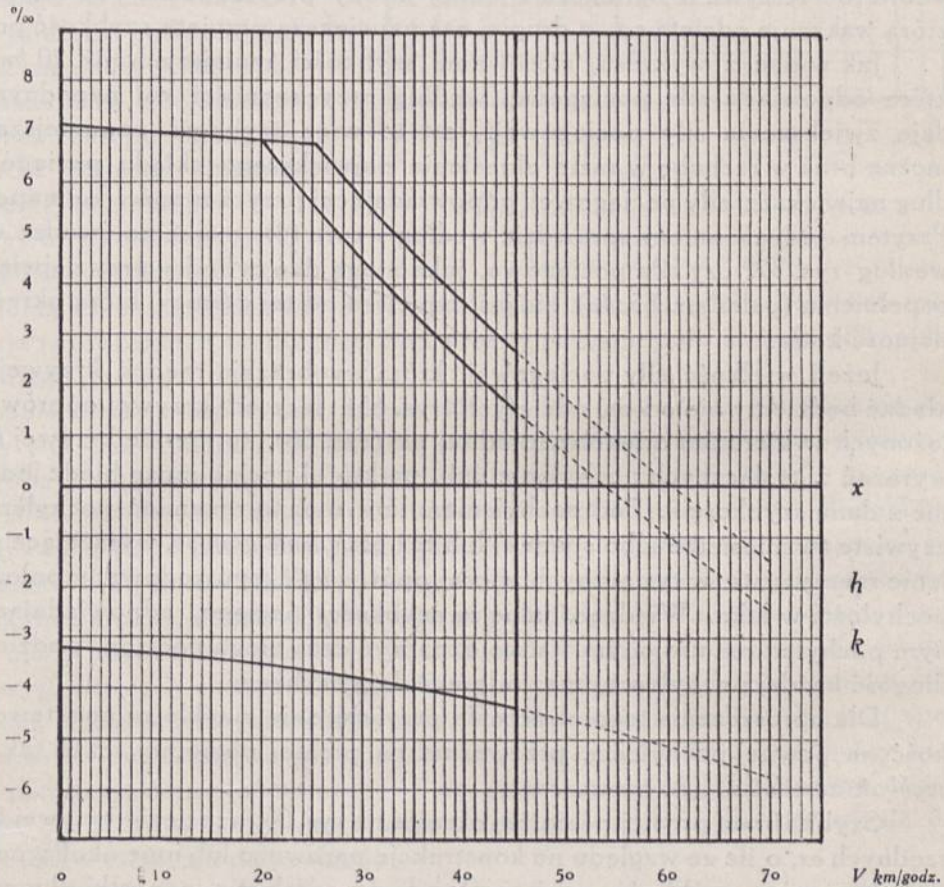
Rys. 57.

Wykres oporu w kg/t ciężaru pociągu.

siłę pociągową Z_1 , odpowiadającą największej stałej mocy parowozu, otrzymuje się dla nich szybkość

$$v_1 = \frac{75 N_1}{Z_1} \dots \dots \dots (6)$$

Moc stała parowozu przy innych szybkościach może być otrzymana z wzorów Strahl'a (11) i (12), poczem z wzoru (6) wiadoma będzie również siła pociągowa, która im odpowiada.



Rys. 66.

Wykres szybkości biegu pociągu przy różnych pochyleniach linii.

Jeżeli, następnie, zachodzi potrzeba oznaczenia składu pociągu, który dany parowóz mógłby prowadzić z pewną szybkością po danem wzniesieniu, to opór pociągu powinien być wyrażony w zależności od niewiadomej ilości wagonów, która określi się następnie ze zrównania siły pociągowej i oporu.

We wszystkich poprzednich obliczeniach nie należy przekraczać granic największej siły pociągowej zależnie od przyczepności kół napędnych i wymiarów cylindrów oraz największej szybkości, na jaką pozwala ustroj parowozu, jeżeli dla największej i najmniejszej szybkości nie są ustanowione ściślejsze granice w zależności od ustroju budowy wierzchniej, potrzeb przewozu i in.

Dla pociągu o danym składzie zależność pomiędzy szybkością jazdy a wielkością wzniesienia określa się najprościej wykreślnie.

Na wykresie rys. 65 uwidoczono zmiany mocy parowozu i jego siły pociągowej w zależności od szybkości dla pociągu tegoż składu, dla którego na wykresie rys. 57, tu powtórzonym, podany był opór w linii prostej poziomej. Rzędna ab wskazuje największą moc parowozu. Krzywe k i h siły pociągowej, największej stałej i krańcowej chwilowej, określono według wydajności kotła na zasadzie wzoru (6). Krzywe te ogranicza z jednej strony przyczepność kół napędnych, którą wskazuje odcięta cd , z drugiej zaś największa przyjęta szybkość pociągu.

Jak widać z wykresu, stosowanie szybkości mniejszych niż 20 km/godz. , która odpowiada sile pociągowej według przyczepności kół napędnych, nie daje zwiększenia siły pociągowej. Jest to więc szybkość najmniejsza, jaką można brać w rachubę w razie określenia największego składu pociągów według największej siły pociągowej, odpowiadającej przyczepności kół napędnych. Przytem jednak należy sprawdzić według wzoru (4), mając na uwadze wykres według rys. 37, czy siła pociągowa, jaką mogą dać cylindry przy największym napełnieniu (patrz str. 85, 4a), nie jest mniejsza od tej granicy, którą określa wydajność kotła.

Jeżeli wielkość siły pociągowej, którą wyobrażają rzędne krzywej k , odkładać będziemy nie od osi odciętych (rys. 65), lecz od krzywej oporów ¹⁾, odłożonych w kierunku odwrotnym od tej osi (rys. 66), to rzędne krzywej k będą wyrażać w tysiącnych pochylenie linii, po której pociąg może biec jednostajnie z daną szybkością. Pod pochyleniem linii można rozumieć pochylenie rzeczywiste (wzniesienie albo spadek) lub też *pochylenie urojone*, wyrażające pochylenie rzeczywiste w tysiącnych więcej opór w kg/t , spowodowany położeniem pochyłości w łuku. Wiedząc, jakie są szybkości pociągu, odpowiadające różnym pochyleniom urojonym, łatwo oznaczyć czas biegu pociągu, podzieliwszy długość każdej pochyłości przez odpowiednią szybkość.

Dla uproszczenia tego obliczenia przyjmuje się zwykle za podstawę szybkość na pewnej pochyłości, przeważnie na prostej poziomej, czyli tak zwaną *szybkość zasadniczą albo teoretyczną*.

Szybkość na prostej poziomej określa na rys. 66 przecięcie krzywej k z osią rzędnych ox , o ile ze względu na konstrukcję parowozu lub inne okoliczności nie została przyjęta szybkość mniejsza. Jeżeli do przebycia jednostki długości linii prostej poziomej potrzebny jest czas t_0 , do przebycia zaś jednostki długości linii, mającej pochylenie i i długość l , czas t , to wystarczy pomnożyć rzeczywistą długość l pochyłości przez współczynnik $\lambda = \frac{t}{t_0}$, aby otrzymać pewną długość $l_0 = \lambda l$ prostej urojonej, na której przebycie potrzebny będzie czas $l_0 t_0 = lt$, t. j. takż sam, jak do przebycia danej pochyłości.

Współczynnik λ nazywa się *współczynnikiem zastępczym (wirtualnym)*, długość zaś l_0 *długością zastępczą (wirtualną)* do oznaczenia czasu biegu pociągu. Pomno-

¹⁾ Wykresy rys. 65 do 70 i 72 sporządzono dla pociągu towarowego o składzie wskazanym przy rys. 57 (str. 119), przyczem siłę pociągową i opór pociągu określono według wzorów Strahl'a.

żywszy rzeczywistą długość każdego odstępu linii o jednostajnym pochyleniu przez odpowiedni współczynnik zastępczy i dodawszy te iloczyny, otrzymamy długość zastępczą linii. Do oznaczenia czasu biegu pociągu na całej długości linii wystarczy podzielić jej długość zastępczą przez szybkość zasadniczą albo pomnożyć przez czas potrzebny do przebycia jednostki długości linii prostej poziomej.

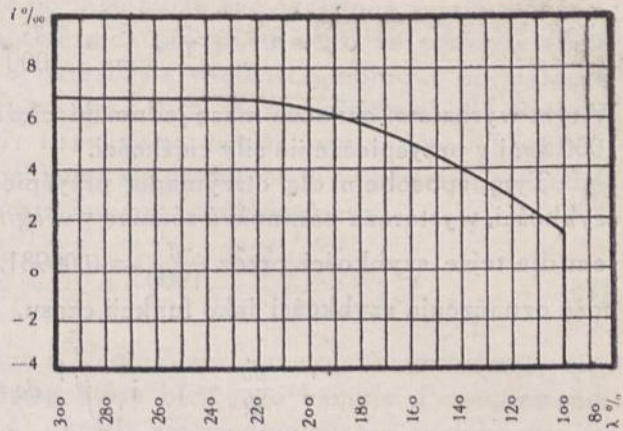
Na rys. 67 wykres k z rys. 66 przerysowany jest na taką skalę poziomą, że odcięte krzywej wyrażają długość zastępczą linii o różnym pochyleniu w procentach od długości linii prostej poziomej, co ułatwia obliczenie czasu biegu pociągu.

Na rys. 67 wykres k z rys. 66 przerysowany jest na taką skalę poziomą, że odcięte krzywej wyrażają długość zastępczą linii o różnym pochyleniu w procentach od długości linii prostej poziomej, co ułatwia obliczenie czasu biegu pociągu.

Strata czasu na rozpęd i zatrzymanie. Wszystkie poprzednie rozważania dotyczyły wyłącznie ruchu z szybkością jednostajną. Aby dojść do tej szybkości niezbędna jest przewyżka siły pociągowej nad oporem ruchowi, dla przezwyciężenia bezwładności pociągu i nadania mu przyspieszenia dopóty, dopóki nie nastąpi równowaga pomiędzy siłami poruszającymi pociąg i opierającymi się jego ruchowi. Tę przewyżkę siły pociągowej daje moc parowozu, którą chwilowo osiągnąć można, zwiększając natężenie paleniska. Wykres krańcowej chwilowej mocy parowozu oznaczony jest na rys. 66 górną krzywą h . Za wyjątkiem wypadku, gdy ruch pociągu odbywa się wyłącznie pod działaniem siły ciężkości, która przewyżcza jego opór, do powrotnego przejścia w stan spoczynku wystarczy usunięcie siły popędowej przez zamknięcie przepustnicy. Hamulce pomagają normalnemu oporowi do strawienia energii kinetycznej masy pociągu będącego w ruchu i, zwalniając jego bieg, szybciej doprowadzają do ostatecznego zatrzymania pociągu.

Rozwiązanie zadań dotyczących tych zjawisk, na pierwszy rzut oka dość złożonych, może być osiągnięte w sposób bardzo prosty na zasadzie wyżej przytoczonych danych, odnoszących się do ruchu jednostajnego.

Wykresy jednostajnego ruchu pociągu przy rozmaitych pochyleniach linii dają nam zupełną możliwość oznaczenia wszystkich czynników zasadniczych ruchu przyspieszonego i zwolnionego przy pochyleniu stałym. W istocie, wykres rys. 66 daje dla rozmaitych szybkości nadwyżkę τ siły pociągowej w kilogramach na tonnę ciężaru pociągu, która przeznaczona była do przezwyciężenia wzniesienia $i = \tau$. Jeżeli ruch odbywa się nie po największym wzniesieniu, dostępnym dla danej szybkości, lecz w warunkach łatwiejszych, naprz. po prostej poziomej, to pomieniona nadwyżka τ może być zużytkowana na przyspieszenie ruchu γ , które określa się wielkością samej nadwyżki, a mianowicie:



Rys. 67.

Wykres współczynników zastępczych do obliczania czasu biegu pociągu.

Szybkość zasadnicza 45 km/godz.

$$\gamma = \frac{\tau}{m} = \frac{g\tau}{1000} \dots \dots \dots (61)$$

W tym wyrazie m oznacza masę jednostki ciężaru pociągu, w danym wypadku 1000 kg, i g przyspieszenie siły ciężkości.

Tym sposobem dla otrzymania przyspieszenia, odpowiadającego danej szybkości, wystarczy pomnożyć różnicę τ w kg/t pomiędzy siłą pociągową i oporem dla tejże szybkości przez $\frac{g}{1000} = 0,00981$. Zależność ta daje nam możliwość oznaczenia szybkości jako funkcji czasu. Zauważywszy, że:

$$\frac{dv}{dt} = \gamma \quad \text{i} \quad \int_0^v \frac{1}{\gamma} dv = \int_0^t dt$$

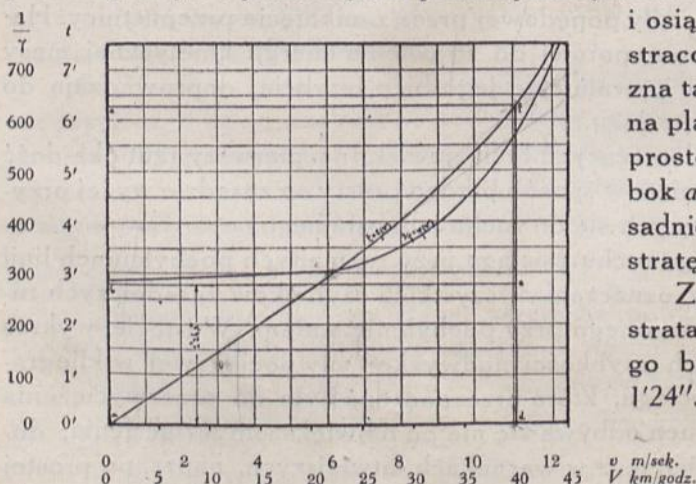
odetnijmy na osi odciętych (rys. 68), podobnie jak na wykresie rys. 66, szybkości pociągu, a na osi rzędnych odpowiadające im wartości $\frac{1}{\gamma} = \frac{1000}{g\tau}$, zgodnie z ostatnim wykresem i równaniem (61). Płaszczyzny, ograniczone osią odciętych i wykreśloną w ten sposób krzywą $\frac{1}{\gamma} = f(v)$, zmierzone do linii pionowej, odpowiadającej jakiegokolwiek szybkości, będą wyrażać czas t , jaki upłynął od początku ruchu do momentu, gdy szybkość ta została osiągnięta.

Określone w ten sposób czasy t , odpowiadające różnym szybkościom, mogą być odcinane na osi rzędnych dla otrzymania krzywej $v = f(t)$ zależności pomiędzy szybkością i czasem. Płaszczyzna $afc = \int_0^t v dt = l$, zawarta pomiędzy

tą krzywą i osią rzędnych, wyobraża oczywiście długość drogi l przebytej w czasie t dla osiągnięcia szybkości v . Gdyby przez cały czas t pociąg dążył z jednostajną szybkością v , to długość drogi vt , którą przebył, wyraziłaby się płaszczyzną prostokąta $acfd$. Wynika stąd, że płaszczyzna afd , zawarta pomiędzy krzywą $v=f(t)$

i osią odciętych, wyraża długość straconą na rozpęd. Płaszczyzna ta może być łatwo zmierzona planimetrem i zamieniona na prostokąt $abed$, którego jeden bok ad równa się szybkości zasadniczej v , drugi zaś ab wyraża stratę czasu na rozpęd.

Zgodnie z wykresem rys. 68, strata na rozpęd pociągu, którego bieg rozpatrujemy, wynosi 1'24". Do tego należy dodać około $\frac{1}{4}$ minuty na możliwe straty przy ruszaniu z miejsca.



Rys. 68.

Wykres ruchu przyspieszonego przy rozpędzaniu pociągu.

Strata czasu na zatrzymanie pociągu może być określona w taki sam sposób, jak i strata na rozpęd. Cała różnica polega na tem, że przyspieszenie wskutek usunięcia siły popędowej określa się wielkością oporów, normalnego i pochodzącego z hamowania. Pierwszy z nich można otrzymać dla pociągu danego składu z wykresu rys. 57. Przyjmując, że ciśnienie na klocki hamulcowe wynosi 80% ciśnienia koła i posiłkując się dla współczynnika tarcia φ między klockiem i obręczą wzorem (52), otrzymujemy siłę hamującą:

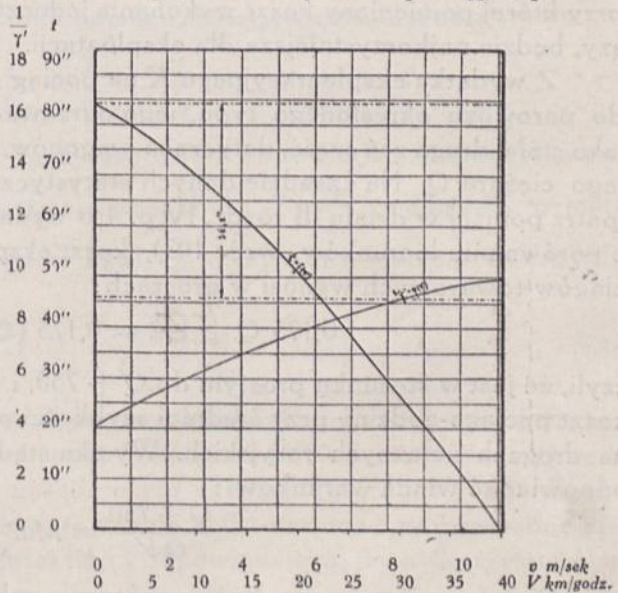
$$\psi = 0,8 \alpha \varphi = 0,2 \alpha \frac{1 + 0,0112 V}{1 + 0,06 V} \dots \dots \dots (62)$$

Dodawszy tę siłę do oporu pociągu w według wykresu rys. 57, otrzymamy siłę ogólną na jednostkę ciężaru pociągu, która bieg jego hamuje. Przyspieszenie odjemne γ' , wywołane siłą $w + \psi$, określa się według wzoru podobnego do wzoru 61:

$$\gamma' = \frac{w + \psi}{m} = \frac{g(w + \psi)}{1000} \dots \dots \dots (63)$$

Dalsze postępowanie w celu wykreślnego oznaczenia straty czasu przy zatrzymywaniu się pociągu jest zupełnie podobne do przytoczonego powyżej przy oznaczaniu straty czasu podczas rozpędu i uwidocznione jest na wykresie rys. 69. Według tego wykresu strata czasu przy zatrzymywaniu pociągu na prostej poziomej wynosi około 36". Do tego należy dodać mniej więcej 15" na straty wskutek stopniowego naciskania hamulców i niejednoczesnego ich działania.

Sposób oznaczenia straty czasu na rozpęd i zatrzymanie pociągu, przedstawiony powyżej, może być również łatwo stosowany w razie, gdy rozpęd i zatrzymanie odbywają się nie na prostej poziomej, lecz na wzniesieniu lub spadku. Cała różnica w budowie wykresu ruchu niejednostajnego polega tylko na tem, że wielkość pochylenia w tysięcznych winna być dodana do współczynnika oporu w na prostej poziomej lub też odjęta od niego. Jednakże zwiększenie lub zmniejszenie straty czasu na rozpęd i zatrzymanie pociągu wskutek tego, że dojazd do stacji nie jest poziomy, nie przedstawia znaczenia istotnego przy obliczeniach zdolności prze-



Rys. 69.

Wykres ruchu zwolnionego przy zatrzymywaniu pociągu.

pustowej, bo wynikające stąd różnice w czasie przebiegu są bardzo nieznaczne i przytem znoszą się wzajemnie dla pociągów w kierunkach odwrotnych.

Przy sporządzaniu wykresów ruchu pociągów zwykle przyjmuje się dla pociągów towarowych stratę na rozpęd $2'$ i na zatrzymanie $1'$, ogółem $3'$, dla pociągów zaś osobowych ogółem $2'$.

4. Najkorzystniejsza szybkość pociągów towarowych. Koszta eksploatacji na pociągokilometr pociągów towarowych. Koszta eksploatacji na tonnokilometr przewozu w zależności od składu i szybkości pociągu; najmniejsza wartość tych kosztów.

Stale wzrastające wymagania co do szybkości pociągów osobowych w miarę postępów techniki są zupełnie zrozumiałe, ponieważ podróżny osiąga przez to oszczędność na czasie, która często posiada dla niego bardzo ważne znaczenie. Z tego powodu, nie bacząc na wynikające stąd zwiększenie kosztów, pociągi osobowe winny posiadać dużą szybkość, o ile ze względów technicznych może być ona dopuszczoną. Co się zaś tyczy pociągów towarowych, to wahania szybkości tychże w pewnych granicach nie mają pod względem handlowym tak ważnego znaczenia, gdyż w pociągach tych czas jazdy stanowi względnie niewielką część ogólnego trwania przewozu. Wobec tego przy oznaczaniu szybkości, jaką winny mieć pociągi towarowe, należy przedewszystkiem brać pod uwagę, o ile ta szybkość będzie korzystna pod względem ekonomicznym.

Oznaczmy wydatki eksploatacyjne na pociąg i godzinę przez K . Jeżeli ciężar pociągu wynosi Q tonn, a jego szybkość V km/godz, to koszt przewozu jednej tonny na odległość jednego kilometra wyniesie $\frac{K}{QV}$. Szybkość pociągu, przy której pomieniony koszt wykonania jednostki przewozu okaże się najmniejszy, będzie najkorzystniejsza dla eksploatacji.

Z wydatku eksploatacyjnego K na pociąg i godzinę część, odnosząca się do parowozu określonego typu, jego ogrzewania i obsługi, może być przyjęta jako stała, druga zaś część, dotycząca wagonów, zależy od składu pociągu, t. j. od jego ciężaru Q . Na zasadzie danych statystycznych dróg żelaznych rosyjskich (patrz poniżej w dziale III rozdz. IV p. 4 o wydatkach trakcyjnych i w rozdz. VI o porównaniu kierunków, wzór 103), koszt eksploatacji na pociągokilometr pociągów towarowych wynosi w groszach:

$$0,175 Q + 132 = 0,175 (Q + 750). \dots \dots \dots (64)$$

czyli, że jest w stosunku prostym do $Q + 750$, i w tymże stosunku znajduje się koszt pociągo-godziny przy średniej szybkości pociągów towarowych, przyjętej na drogach żelaznych rosyjskich. Wynika stąd, że najkorzystniejsza szybkość odpowiadać winna warunkowi:

$$\frac{Q+750}{QV} = \text{Min} \dots \dots \dots (65)$$

Ciężar pociągu może być wyrażony w zależności od siły pociągowej parowozu i oporu pociągu. Przyjmując ten opór według wzoru uproszczonego:

$$w_{kg/t} = 2,4 + \frac{V^2}{1300} \dots \dots \dots (41b)$$

siłę zaś pociągową z równania (6):

$$Z = \frac{C}{V}$$

w którym C oznacza wielkość stałą, można obliczyć ciężar pociągu z równania:

$$\left(2,4 + \frac{V^2}{1300} \pm i\right) (L + Q) = \frac{C}{V} \dots \dots \dots (66)$$

w którym i oznacza pochylenie linii w ‰, zaś L ciężar parowozu z tendrem w t :

$$Q = \frac{C}{V \left(2,4 + \frac{V^2}{1300} \pm i\right)} - L \dots \dots \dots (67)$$

Tę wartość dla Q należy wstawić we wzór (65), z którego dla danego typu parowozu, t. j. wiadomych L i C , i dla danego pochylenia linii i można określić najkorzystniejszą szybkość V .

Oznaczenie najkorzystniejszej szybkości drogą analityczną, równając zeru pierwszą pochodną wzoru (65), wymaga rozwiązania równania stopnia 4-go; dla tego też prościej jest odnajdywać tę szybkość zapomocą prób stopniowych, podstawiając we wzór (65) kilka wartości dla V .

Jeżeli zachodzi potrzeba oznaczenia najkorzystniejszej szybkości dla linii o długości l , mającej pochylenia $i_1, i_2, i_3 \dots$ na długościach $l_1, l_2, l_3 \dots$, to we wzorze (65) należy pod V rozumieć średnią szybkość pociągu:

$$V = \frac{l}{t}$$

W tym wyrazie t oznacza czas biegu pociągu, który określić można z wzoru

$$t = \frac{l_1}{V_1} + \frac{l_2}{V_2} + \frac{l_3}{V_3} \dots \dots$$

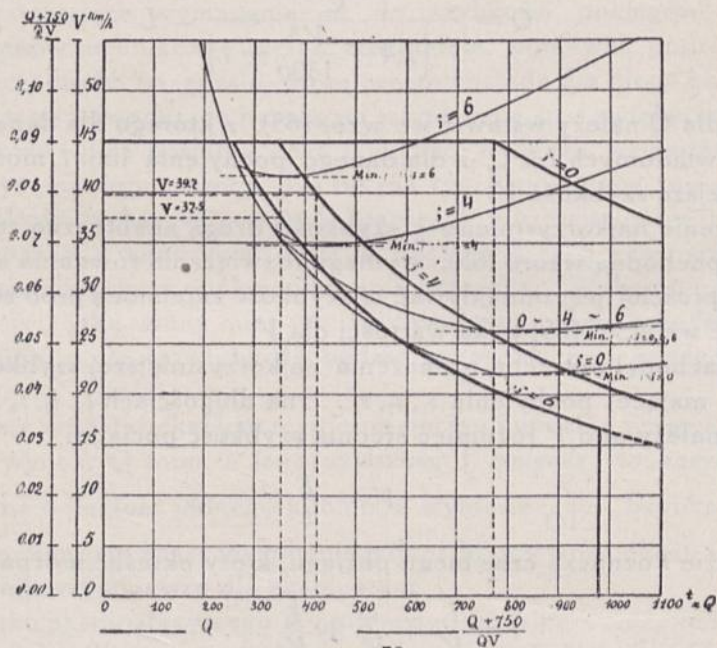
jeżeli $V_1, V_2, V_3 \dots$ oznaczać będą szybkości odpowiadające pochyleniom $i_1, i_2, i_3 \dots$. Oznaczając przez a_1, a_2, a_3 stosunki $\frac{l_1}{l}, \frac{l_2}{l}, \frac{l_3}{l} \dots$ długości rozmaitych pochyłości linii do jej długości ogólnej, otrzymamy zamiast wzoru (65) następujący:

$$\frac{Q + 750}{Q} \cdot \frac{1}{V} = \frac{Q + 750}{Q} \left\{ \frac{a_1}{V_1} + \frac{a_2}{V_2} + \frac{a_3}{V_3} + \dots \right\} = Min \dots \dots (68)$$

Przyjmując różne szybkości przy pewnym pochyleniu, np. różne szybkości zasadnicze V_0 przy $i = 0$, można określić z równania (67) ciężar pociągu Q i odpowiadające tym szybkościom zasadniczym szybkości $V_1, V_2, V_3 \dots$ na różnych pochyłościach, a następnie z równania (68) otrzymać najkorzystniejszą szybkość średnią na całej długości linii i odpowiadającą jej najkorzystniejszą szybkość zasadniczą.

Przypuśćmy np., że potrzeba znaleźć najkorzystniejszą szybkość zasadniczą pociągów towarowych dla linii, której przekrój podłużny zawiera 60% prostych poziomych, po 15% wzniesień 0,004 i 0,006 i po 5% takichże spadków.

Parowóz niech będzie typu $\frac{4}{4}$ bez przegrzewacza, o polu rusztu $1,85 \text{ m}^2$ i ciężarze razem z tendrem $78,5 \text{ t}$. Wykres rys. 70 daje ciężar pociągu Q , jaki parowóz ten może prowadzić po prostej poziomej i po wzniesieniach $0,004$ i $0,006$ z rozmaitemi szybkościami. Na tymże wykresie uwidoczniło się zmienianie się kosztu $\frac{Q+750}{QV}$ dla linii prostej poziomej i oddzielnie dla każdego ze wzniesień $0,004$ i $0,006$ w zależności od ciężaru pociągu Q . Jak widać, najkorzystniejszy ciężar pociągu zmniejsza się w miarę zwiększania się wzniesienia i jednocześnie z tem zmniejsza się również najkorzystniejsza szybkość.



Rys. 70.

Wykres najkorzystniejszej szybkości pociągu towarowego.

Rozpatrując ruch w obie strony po linii o długości l i o zmiennym przekroju podłużnym, należy określić najkorzystniejszą szybkość i skład pociągów dla całkowitego ich przebiegu, t. j. na długości $2l$, przyjmując, że pochylenia linii na przebiegu powrotnym skierowane są w odwrotną stronę. Mając to na względzie, należy rozumieć we wzorze (68) pod $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots$ stosunek długości pochyłości, rozpatrywanych w obu kierunkach biegu pociągów, do podwojonej długości linii.

Dla danej linii najkorzystniejsza szybkość winna odpowiadać najmniejszej wartości wyrazu:

$$\frac{Q+750}{Q} \cdot \frac{1}{V} = \frac{Q+750}{Q} \left| \frac{0,6}{V_1} + \frac{0,15}{V_2} + \frac{0,15}{V_3} + \frac{0,05}{V_4} + \frac{0,05}{V_5} \right|$$

w którym V_1, V_2, V_3, V_4 i V_5 oznaczają szybkości, odpowiadające ciężarowi pociągu Q , a mianowicie V_1 na prostej poziomej, V_2 i V_3 na wzniesieniach $0,004$ i $0,006$, V_4 i V_5 na spadkach $0,004$ i $0,006$. Dla danego typu parowozu najwięk-

szą szybkość w normalnych warunkach ruchu należy ograniczyć do 45 km/godz., wobec czego V_4 i V_5 są równe 45 km/godz. Znalazłszy następnie szybkości V_2 i V_3 , odpowiadające różnym szybkościom zasadniczym V_1 , otrzymamy dla powyższego wyrazu szereg wartości, uwidocznionych na wykresie rys. 70 w postaci krzywej 0—4—6. Jak widać, najkorzystniejszy ciężar pociągu $Q = 770 t$ i odpowiadająca mu szybkość zasadnicza $V_1 = 45 \text{ km/godz.}$ Najkorzystniejsza zaś średnia szybkość ruchu otrzymuje się $V = 38,1 \text{ km/godz.}$

Należy zauważyć, że wobec łagodnej krzywizny krzywej 0-4-6 nawet dość znaczne zmniejszenie szybkości zasadniczej niewiele zwiększa koszt. Tej okoliczności należy przypisać, że na potrzebę zwiększenia szybkości pociągów towarowych mało dotąd zwraca się uwagi, jakkolwiek możliwość specjalizacji pociągów przy mniejszym ich składzie oraz szybszy obrót wagonów i jednostajniejsza szybkość pociągów, pozwalająca unikać straty czasu przy częstych wyprzedzaniach pociągów powolniejszych przez pośpieszne, dają niewątpliwie dodatkowe korzyści.

5. Praca taboru. Przebieg i obrót parowozów. Parowozownie główne i zwrotne. Obsady pojedyncze i podwójne. Wykresy obiegu parowozów. Obrót wagonów osobowych. Użytkowanie wagonów towarowych. Podział wagonów próżnych. Przebieg i obrót wagonów towarowych. Wyzyskanie taboru i kontrola jego pracy. Zadania eksploatacyjne wydziałów mechanicznego i ruchu.

Praca taboru mierzy się jego *przebiegiem* w parowozokilometrach i wagonokilometrach lub osiokilometrach wagonowych, wykonanych w ciągu określonego czasu, jako to doby, miesiąca lub roku.

Tabor kolejowy wykonywa w czasie swojej służby szereg obrotów, składających się z przebiegów i postojów. Trwanie obrotu, wprost *obrotem taboru* zwane, liczy się od chwili wyjścia taboru z pewnego punktu do ponownego wyjścia z tegoż punktu po powrocie lub do ponownego rozpoczęcia z nim czynności okresowo powtarzających się, np. powtórnego załadowania, w tym lub innym punkcie. Wyzyskanie taboru będzie oczywiście tem lepsze, im obrót jego w określonych warunkach będzie szybszy.

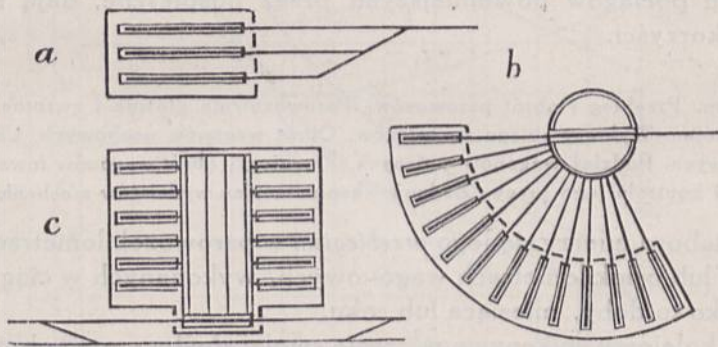
Parowozy są przechowywane w *parowozowniach*, w których dokonywa się ich oczyszczanie, smarowanie i rozpalanie, a w niektórych także bieżąca naprawa parowozów.

W zależności od zapasu paliwa w tendrach, w odległości około 100 do 150 km, na stacjach, na których istnieją parowozownie, odbywa się zmiana parowozów w pociągach i nabieranie paliwa w tendry parowozów. Dla zadośćuczynienia tym potrzebom, przy parowozowniach znajdują się składy paliwa i innych materiałów, pomieszczenia do odpoczynku obsługi parowozowej, biura naczelnika parowozowni i in.

Parowozownie są to budynki kształtu prostokątnego lub zaokrąglonego, do których wnętrza tory doprowadza się zapomocą zwrotnic, obrotnic lub przesuwnic. Parowozownie z doprowadzeniem torów zapomocą zwrotnic (rys. 71a) stosuje się przy niewielkiej ilości stanowisk, na których parowozy są ustawiane po 2 lub nawet 3 jeden za drugim, co utrudnia dostawianie parowozów stojących za innymi. Parowozownie wachlarzowate (rys. 71b) dają łatwiejszy dostęp do każdego sta-

nowiska zapomocą obrotnicy, na której parowozy mogą być przytem w miarę potrzeby obracane. Ilość stanowisk w takiej parowozowni może być łatwo zwiększona przez dobudowę nawet do kształtu kolistego, ale ogrzewanie ich jest trudne. Parowozownie prostokątne z przesuwnicami (rys. 71 c) są kosztowniejsze, gdyż przesuwnice zajmują dużo miejsca wewnątrz parowozowni, lecz przy dużej ilości stanowisk są one najdogodniejsze pod względem dozoru, łatwości ogrzewania, możliwości rozszerzenia i dogodności doprowadzenia torów.

Parowozownia, do której parowozy pociągowe są zaliczone na stałe i od której bieg z pociągami rozpoczynają, nazywa się *parowozownią główną*; druga zaś parowozownia, znajdująca się na stacji, na której parowozy bieg swój w pewnym kierunku kończą, aby powrócić z pociągiem do stacji, na której znajduje się parowozownia główna, nazywa się *parowozownią zwrotną*.



Rys. 71.
Zasadnicze typy parowozowni.

Przy parowozowni głównej znajdują się warsztaty pomocnicze, w których odbywa się naprawa bieżąca parowozów, nie wymagająca podnoszenia parowozów do wytaczania zestawów kół, podczas gdy większe naprawy, wymagające dłuższego czasu, odbywają się w warsztatach głównych. Po przebieżeniu przez parowóz 800 do 1500 km kocioł parowozu winien być w parowozowni głównej starannie oczyszczony z osadów i kamienia kotłowego i przemyty. Mycie kotła wraz z poprzedzającym ostudzeniem wody w nim wymaga 14 do 16 godzin, w czasie których mogą być również dokonywane bieżące naprawy. W parowozowni zwrotnej naprawy się nie odbywają i parowozy przebywają w niej tylko czas krótki przed wyruszeniem w drogę powrotną.

Kursowanie parowozów pomiędzy parowozownią główną a parowozownią zwrotną określa *wykręś obiegu parowozów* (turnus). Wykres ten powinien zapewniać dostateczny odpoczynek obsadom parowozowym, t. j. maszynistom i ich pomocnikom, których służba ciągła nie powinna trwać ponad 6 do 12 godzin, aby ich sprawność i uwaga, niezbędne do zapewnienia bezpieczeństwa jazdy, nie były uszczuplone wskutek przemęczenia.

Każdy parowóz bywa obsługiwany przez jedną i też samą obsadę lub też przez dwie obsady lub więcej, obsługujące parowóz na zmianę. Jeżeli obsługa

parowozu ciągle się zmienia, to nie ma ona możliwości dobrze obznajmić się z jego właściwościami i mniej starannie z nim się obchodzi, co odbija się szkodliwie na kosztach naprawy parowozów. Z drugiej jednak strony przy *obsadach podwójnych* parowozy mogą być lepiej wyzyskane niż przy *pojedynczych*, przy których podczas odpoczynku obsady parowóz pozostaje w bezczynności.

Przebieg dzienny parowozu czynnego wynosi przybliżenie w ruchu osobowym 150—175 km i w ruchu towarowym 65—75 km.

Wagony osobowe mają miejsce postoju na stacjach macierzystych to jest tych, do których są przydzielone, i są wstawiane do określonych pociągów według rozkładu, w którym uwzględniono potrzebę oczyszczania, drobnej naprawy i zaopatrywania tych wagonów w czasie postoju na stacjach krańcowych ich przebiegu.

Wagony towarowe nie mają określonych przebiegów i stanowią na drogach żelaznych polskich tabor wspólny, który może być jednakowo na całej sieci używany i kierowany pod naładunek stosownie do potrzeby. Według umowy o *wzajemnym użytkowaniu wagonów towarowych* w komunikacji międzynarodowej, przechodzić one mogą z ładunkiem do stacji przeznaczenia obcej drogi żelaznej, należącej do międzynarodowego związku wagonowego, z warunkiem, że po wyładowaniu będą bezzwłocznie zwrócone, o ile możliwości w stanie załadowanym.

Dyspozycje co do *podziału wagonów próżnych* i kierowania ich pod naładunek wydaje ministerjum kolei żelaznych na podstawie codziennych doniesień telegraficznych dyrekcji kolejowych, opartych na raportach dziennych stacyj o pracy i zapotrzebowaniu wagonów i zestawieniach dyspozytorów oddziałowych ruchu. Ku pewnym punktom, w których jest stałe zapotrzebowanie wagonów próżnych (kopalnie, fabryki i t. p.), są one kierowane z innych szlaków według stałego obiegu. *Kontrola pracy taboru wagonowego* dokonywa się na podstawie sprawozdań stacyj o ilości wagonów załadowanych i rozładowanych, włączonych do pociągów i z nich wyłączonych oraz o trwaniu postoju.

Jak ważne jest dla wyzyskania taboru zmniejszenie postoju wagonów na stacjach pod naładunkiem i wyładunkiem, w ich oczekiwaniu i t. p., dość jest zauważyć, że według statystyki za rok 1922 na drogach polskich średni przebieg dzienny wagonu towarowego czynnego wynosił 42,2 km, średni zaś obrót 8,5 doby. Przyjmując nawet, że średnia szybkość handlowa pociągów towarowych wynosiła nie więcej jak 12 km/godz., otrzymujemy się, że na przebieg $42,2 \times 8,5 = 345$ km od naładunku do naładunku wagon potrzebował $345 : 288 = 1,2$ doby, pozostałe zaś 7,3 doby zajęły naładunek, wyładunek, oczekiwanie na nie, formalności zdawczo-odbiorcze z drogami obcymi i inn. Według statystyki przedwojennej dr. żel. rosyjskich średni przebieg dzienny wagonu towarowego wynosił na tych drogach 69 km, średni zaś obrót 12,3 doby, z których przy szybkości handlowej pociągów, przyjętej powyżej, przypada na przebieg 850 km od naładunku do naładunku niespełna 3 doby, na naładunek zaś, wyładunek i oczekiwania 9,3 doby.

W poniższej tablicy 12 przytoczono niektóre dane dotyczące pracy taboru dróg żelaznych.

Jeżeli rozchód wody w kg na konia parowego i godzinę oznaczymy przez $\frac{S}{N}$, to na odstepie o jednostajnym przekroju długości l_0 kilometrów, np. na prostej poziomej, na której siła pociągowa równa się $Z_0 kg$, rozchód wody wyniesie:

$$\frac{S}{N} \cdot \frac{Z_0}{270} l_0 = q_0 l_0 \quad \dots \quad (69)$$

Na odstepie o jednostajnym przekroju długości l_1 , na którym siła pociągowa jest Z_1 , rozchód wody wyniesie:

$$q_1 l_1 = \frac{S}{N} \cdot \frac{Z_1}{270} l_1 = q_0 \frac{Z_1}{Z_0} l_1 = q_0 \lambda_1 l_1 \quad \dots \quad (70)$$

Dodając rozchody, określone według wzorów (69) i (70) i przyjąwszy za podstawę do obliczenia rozchód wody na długości jednego kilometra przy sile pociągowej Z_0 , otrzymamy ogólny rozchód wody na długości całego szlaku:

$$q = q_0 (l_0 + \lambda_1 l_1 + \lambda_2 l_2 + \dots) = q_0 \lambda l \quad \dots \quad (71)$$

Współczynniki $\lambda, \lambda_1, \lambda_2 \dots$ zowią się *współczynnikami zastępczymi (wirtualnymi)*, długości zaś $\lambda l, \lambda_1 l_1, \lambda_2 l_2 \dots$ *długościami zastępczymi (wirtualnymi)* do wyznaczenia siły pociągowej.

Długość zastępcza linii do wyznaczenia siły pociągowej nie jest równa długości zastępczej do oznaczania czasu biegu pociągu, której określenie podano wyżej (patrz str. 138). Jakkolwiek bowiem przy średnich szybkościach praca parowozu jest mniej więcej stała, wobec czego można przyjąć, że siła pociągowa pozostaje w stosunku odwrotnym do szybkości, to jednak przy szybkościach bardzo małych i bardzo dużych praca ta zmniejsza się wskutek ograniczenia w pierwszym wypadku siły pociągowej, w drugim zaś szybkości ruchu. Przy szybkości krańcowej siła pociągowa może się zmieniać od największego swego znaczenia, odpowiadającego całkowitej pracy parowozu, do zera. Ostatni wypadek ma miejsce, gdy wielkość spadku osiągnie granicę, przy której składowa siły ciężkości, równoległa do toru, równa się oporowi pociągu.

Biorąc pod uwagę to, co powiedziano powyżej, wykres współczynników zastępczych do określenia siły pociągowej, sporządzony dla tegoż pociągu co i wykres rys. 67, otrzymuje się w postaci uwidocznionej na rys. 72.

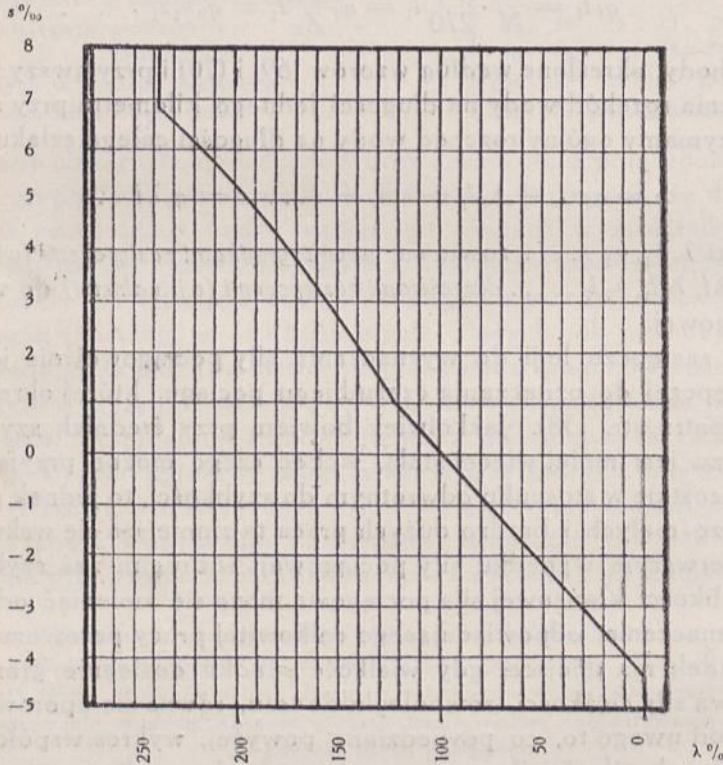
Do rozchodu wody, obliczonego według wzoru (71), należy dodać na pracę przy przewyciężaniu bezwładności pociągu podczas rozpędu od stanu spoczynku do szybkości zasadniczej $v_1 m/sek. = \frac{V_1}{3.6} km/godz.:$

$$\begin{aligned} \frac{1}{270000} \cdot \frac{S}{N} \cdot \frac{mv_1^2}{2} &= \frac{1}{270} \cdot \frac{S}{N} \cdot \frac{L+Q}{2g} \cdot \frac{V_1^2}{3.6^2} = \\ &= \frac{1}{270} \cdot \frac{S}{N} \cdot 0,004 (L+Q) V_1^2 \quad \dots \quad (72) \end{aligned}$$

Oprócz tego, biorąc pod uwagę straty przy pompowaniu wody zapomocą smoczków (injektorów) oraz wskutek porywania jej cząsteczek przez parę i t. p., należy dodać do obliczonego rozchodu wody na zapas około 25%.

W przybliżeniu można powiedzieć (patrz str. 91), że na kwadratowym metrze rusztu spala się na godzinę średnio nie więcej nad 500 kg węgla. Jeżeli więc powierzchnia rusztu czteroosiowego parowozu towarowego równa się np. 2 m², to dla takiego parowozu rozchód węgla wyniesie około 1 t, rozchód zaś wody (przy węglu średniego gatunku), łącznie z rozmaitymi stratami, około 8 t na godzinę.

W tendrze trzyosiowym mieści się około 5 t węgla i 12 t wody, a więc przy wspomnianym rozchodzie zapasy te starczą w przybliżeniu: węgla na 5 godzin, wody zaś na 1½ godziny jazdy.

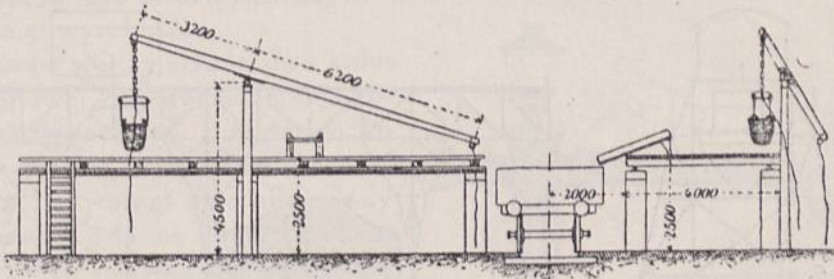


Rys. 72.

Wykres współczynników zastępczych do wyznaczania siły pociągowej.

Taki stosunek tych zapasów jest uzasadniony, gdyż nabranie wody może być uskutecznione podczas postoju pociągu na stacji w ciągu 5—2 minut, gdy tymczasem nabranie paliwa wymaga dłuższego czasu. Nadto po 3—6 godzinnej jeździe ruszt, rury płomienne i dymnica parowozu zanieczyszczają się i ze względu, że powstaje stąd zmniejszenie wydajności kotła, wymagają oczyszczenia. To oczyszczanie i nabieranie paliwa, jak wiemy, odbywa się na stacjach, gdzie są parowozownie i urządzenia do oględzin i naprawy parowozów oraz składy paliwa. Na tych stacjach parowóz, który ukończył już swój bieg, odczepia się od pociągu, na jego zaś miejsce wchodzi inny parowóz, który podstawia się do pociągu z pełnym zapasem paliwa i wody.

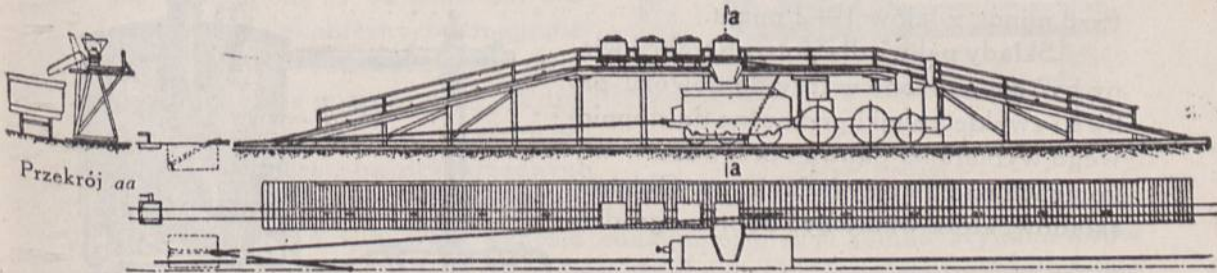
Ładowanie paliwa ze składów na tendry odbywa się zwykle z wysokich pomostów (rys. 73), na które podnosi się je w koszach przy pomocy żurawi lub też dowozi się po szynach w małych wagonikach. Paliwo w koszach, przygotowane wcześniej na pomoście, robotnicy donoszą następnie i zsypują na tender lub też wyładowuje się ono do tendra całymi wagonikami przy pomocy żurawi, po równiach pochyłych albo zapomocą innych urządzeń, ułatwiających i przyspieszających tę czynność.



Rys. 73.

Ładowanie węgla zapomocą żurawi obsługiwanych ręcznie.

Ręczne podawanie paliwa na tendry wymaga dużo czasu i powoduje przerwy i opóźnienia w napełnianiu tendrów, jeżeli ma ono następować w krótkich odstępach czasu. Podawanie w wózkach zapomocą żurawi, zwłaszcza o napędzie hydraulicznym lub elektrycznym, z zastosowaniem samoczynnego wywrotu wózka nad tendrem, przyspiesza znacznie to napełnianie. Jednakże urządzenia tego rodzaju stają się niedostateczne na dużych stacjach, na których zaopatruje się w węgiel większa ilość parowozów, często jednocześnie. Zwiększenie sprawności urządzeń i potanie kosztów zaopatrywania parowozów



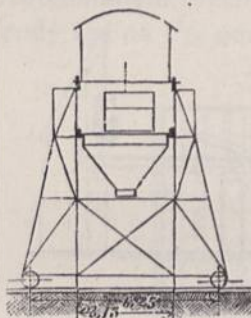
Rys. 74.

Ładowanie węgla z wysokiego pomostu zapomocą wózków wtaczanych parowozem.

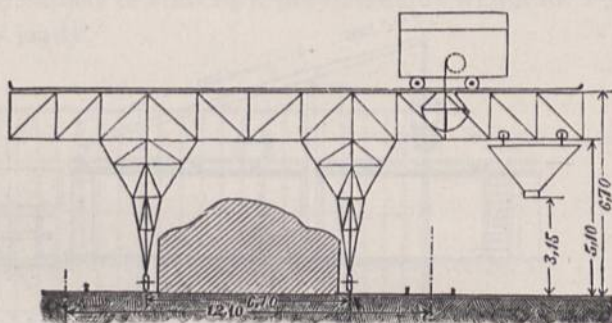
w paliwo da się w najprostszy sposób osiągnąć, jeżeli będzie się ono odbywać bez podnoszenia paliwa, a mianowicie, jeżeli tor parowozowy będzie położony niżej, niż tory dowozu węgla (rys. 74) i poziom zbiorników, z których węgiel mógłby być zsypany po równiach pochyłych i korytach. Możliwość zastosowania takiego urządzenia zależy oczywiście od miejscowych warunków terenu i układu stacji.

W innych wypadkach stosowane są zagranicą leje z dnem, wysoko umieszczone, z których po otwarciu dna cała ilość węgla, potrzebna do napełnienia

tendra, odrazu się doń zsypuje. Główny zbiornik węgla, do którego dowozi się on wagonami, położony jest niżej poziomu szyn. Napełnianie lejów ze zbiornika odbywa się przy pomocy podnośnic kubelkowych. Są to urządzenia kosztowne, które mogą się opłacać tylko przy bardzo dużym zapotrzebowaniu węgla. Nadmienić należy, iż zbiorniki głębokie nie zawsze mogą być urządzone ze względu na poziom wody gruntowej, kilkakrotne zaś przesypywanie węgla powoduje jego rozdrobnienie.



Rys. 75 a.



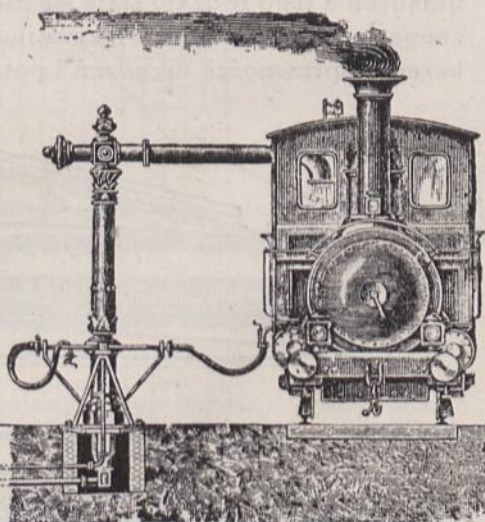
Rys. 75 b.

Dźwignica bramista do ładowania węgla.

Stosowane są też dźwignice bramiste (rys. 75), pod którymi położony jest skład węgla oraz tory dowozu węgla i dojścia zaopatrywanych parowozów. Te dźwignice mogą być przesuwane wzdłuż torów, wózek zaś, umieszczony na dźwignicy, z czerpakiem, chwytającym węgiel, przesuwa się w poprzek torów.

Napełnienie tendra ręcznie z pomostu wymaga conajmniej 15 minut, za pomocą żorawi silnikowych i dźwignic z czerpakami 6—8 minut, z lejów 1—2 minut.

Składy paliwa dla potrzeb trakcji winny być zaopatrzone w tory do dowozu paliwa i zwykłe kolejki przenośne do stopniowego wybierania paliwa i przewozu w wagonikach na pomosty ładunkowe. Objętość składów, które winny być dobrze ogrodzo-



Rys. 76.

Nabieranie wody za pomocą pulsometru.



ne, oblicza się na zapas paliwa conajmniej trzymiesięczny, ze względu na możliwe przerwy w jego dowozie. Węgiel składa się w stosach, których wysokość nie powinna prze-
nosić 2 m dla uniknięcia samozapalania.

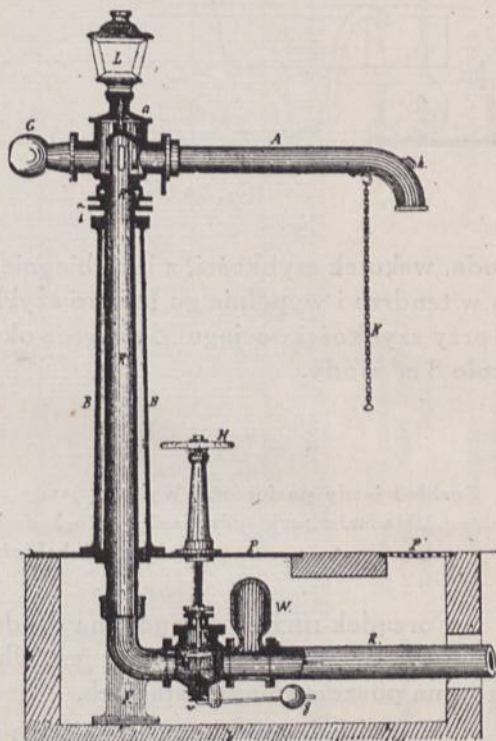
Zaopatrywanie tendrów w wodę bezpośrednio u źródła (rzeki, stawu, studni i t. p.) może być uskuteczniane niewielkim kosztem za pośrednictwem pulsometru, działającego zapomocą pary z parowozu (rys. 76). Jednakże pulsometr pracuje bardzo wolno i z tego powodu stosowany jest przeważnie tylko w urządzeniach czasowych. Zwykle zaś tendry zaopatruje się w wodę zapomocą żórawi wodnych (rys. 77), ustawionych przy torach wjazdowych i wyjazdowych oraz przy parowozowniach. Wodę do żórawi doprowadza się ze zbiorników umyślnie do tego celu urządzonych lub kadzi, umieszczonych na basztach odpowiedniej wysokości.

Żóraw wodny składa się z kolumny pionowej i z obracającej się około niej rury poziomej z zagiętym ku dołowi wylotem, który może być ustawiony nad otworem zbiornika wody w tendrze. Woda ze zbiornika w baszcie wodnej, mieszczącej się zwykle na samej stacji, doprowadza się do żórawia wodnego rurami.

Szybkość wypływu wody z żórawia, a więc i napełnienia tendra, zależy od średnicy tych rur oraz od wysokości naporu wody w zbiorniku. Przepisy dla dróg żelaznych polskich znaczenia ogólnego wymagają, aby wydajność żórawi, zasilających parowozy pociągów pośpiesznych, wynosiła conajmniej $5 \text{ m}^3/\text{min.}$, towarowych zaś dalekobieżnych conajmniej $3 \text{ m}^3/\text{min.}$, wogóle zaś żórawi do zasilania parowozów pociągowych na drogach żelaznych pierwszorzędnych conajmniej $2 \text{ m}^3/\text{min.}$, na drugorzędnych zaś conajmniej $1 \text{ m}^3/\text{min.}$ Dno zbiornika

wieży ciśnień winno się wznosić conajmniej o 10 m ponad szynami torów głównych na stacji. W tych warunkach średnica rur rozprowadzających wodę stosuje się zwykle nie mniejsza jak 150 mm . Pojemność zbiornika winna wystarczać do pokrycia zapotrzebowania wody w ciągu czasu, gdy się jej nie pompuje (co najmniej w ciągu 8 godzin na dobę).

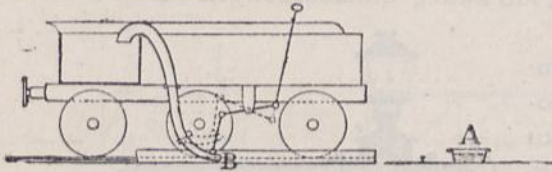
Pompownia umieszcza się zwykle możliwie jaknajbliżej od źródła, w celu zmniejszenia długości rur ssących, i z tegoż powodu przeważnie oddzielnie od baszty wodnej. Napompowywanie wody do zbiorników uskutecznia się zapomocą pomp parowych lub o napędzie elektrycznym, a w razie niewielkiego rozchodu wody, zapomocą pomp o silnikach gazowych, naftowych i ręcznie lub zapomocą wiatraków. Aby zapewnić dostarczanie wody w razie zepsucia się pomp i kotłów, urządzenia te stosuje się w podwójnej ilości na teje stacji lub też



Rys. 77.
Żóraw wodny.

przewiduje się stacje zapasowe. Średnica rur łączących stosuje się zwykle nie mniejsza niż 100 mm. W miejscowościach górzystych zdarza się niekiedy możliwość przeprowadzenia wody do zbiorników spadkiem naturalnym.

Dla uniknięcia straty czasu na nabieranie wody na stacjach, na niektórych drogach żelaznych angielskich i północno-amerykańskich bywa stosowany sposób zaopatrywania tendrów w wodę w drodze podczas biegu pociągu, według systemu Ramsbottom'a.



Rys. 78.

W tym celu pomiędzy szynami kolei urządzone są koryta napełnione wodą, mające około 400 m długości (rys. 78). Gdy pociąg zbliży się do miejsca, gdzie zaczyna się koryto A, maszynista opuszcza w nie na kilka centymetrów koniec rury wygiętej B, po której

woda, wskutek szybkości, z jaką biegnie pociąg, podnosi się z koryta do zbiornika w tenderze i wypełnia go bardzo szybko. W tych warunkach tender otrzymuje przy szybkości pociągu 35 km/godz około 4 m³, przy szybkości zaś 60 km/godz. około 8 m³ wody.

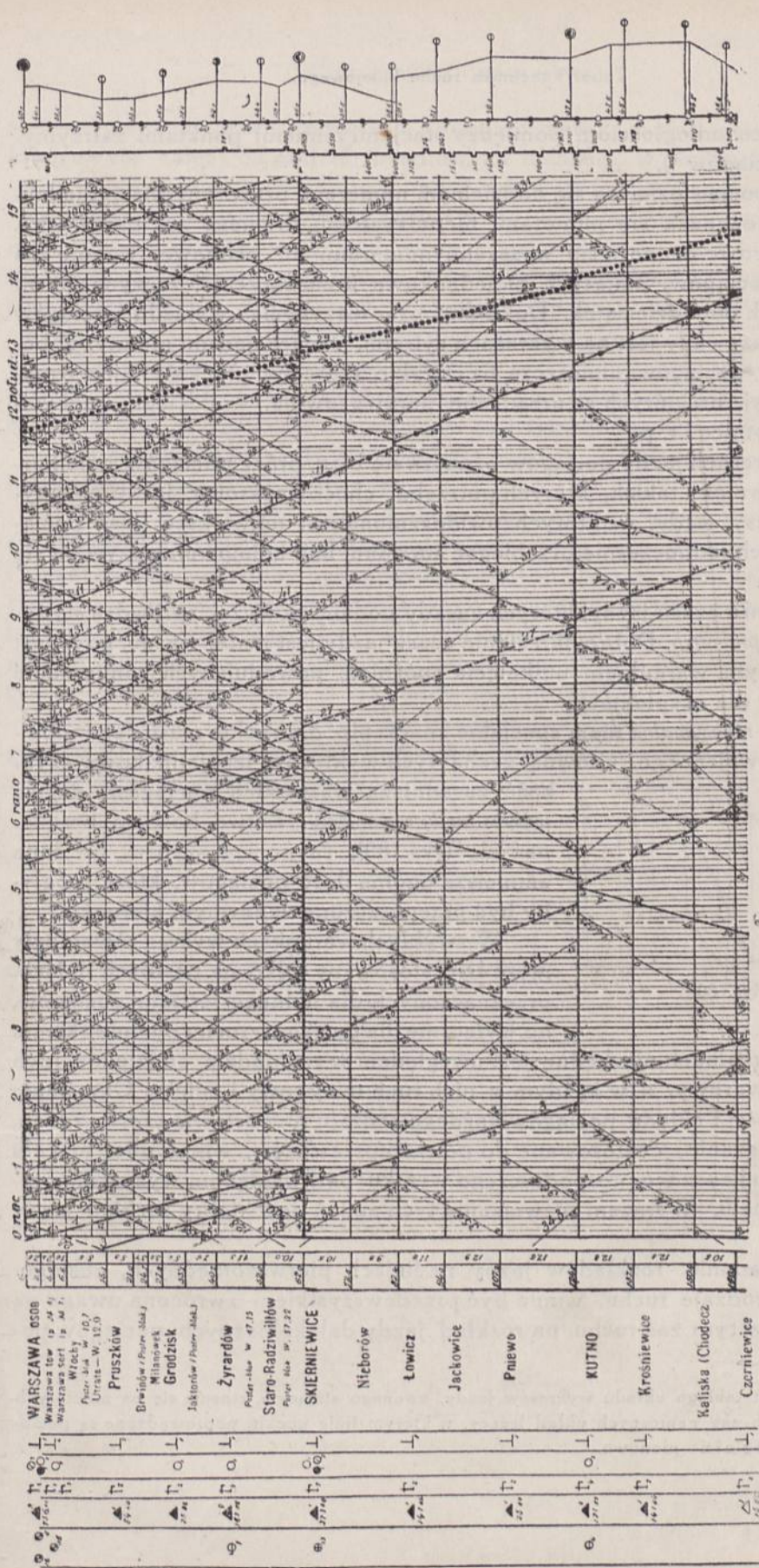
5. Rozkład jazdy pociągów. Wykresy jazdy. Układ pociągów równoległy i wykresy maksymalne. Układanie rozkładów jazdy. Ruch osobowy. Punkty węzłowe. Ruch towarowy. Pociągi dalekobieżne i miejscowe.

Porządek ruchu pociągów na drodze żelaznej określa się rozkładem jazdy pociągów, w którym oznaczony jest dla każdego pociągu czas przyjazdu i odjazdu na poszczególnych stacjach.

Przy układaniu takiego rozkładu należy brać pod uwagę nie tylko handlowe potrzeby ruchu pod względem czasu przyjazdu i odjazdu pociągów, długości postojów, komunikowania się pociągów na stacjach węzłowych i t. p., lecz również wymagania techniczne, dotyczące wyprzedzania pociągów powolnych przez pośpieszne, mijania się pociągów różnych kierunków na liniach jednotorowych, zmiany parowozów, nabierania wody i paliwa i inne. Za podstawę rozkładu należy przyjmować czas biegu pociągu na każdym odcieku pomiędzy dwiema stacjami, zależnie od szybkości zasadniczej, ustanowionej dla każdego pociągu.

Do ułożenia rozkładu jazdy pociągów, uwzględniającego wszystkie wymienione warunki, służą tablice wykresne, wskazujące dla danej linii kolejowej miejsce znajdowania się pociągów o każdej porze. W tablicach tych, zwanych *wykresami jazdy pociągów*, na osi odciętych odcina się czas, na osi zaś rzędnych drogę, którą pociąg przebywa. Odpowiednio do tego wykresy dzieli się liniami pionowymi na 24 godziny, te ostatnie zaś na drobniejsze jeszcze (5—6 minutowe) okresy czasu, poziomymi zaś liniami wykresy te dzieli się na odstępy,

Rys. 79.
Wykres jazdy pociągów na szlaku dwutorowym Warszawa—Skiernewice i jednotorowym Skiernewice—Czerniewice
dr. żel. Warszawsko-Wiedeńskiej.



Wyjaśnienie znaków

- Pociąg Ekspres
- Kurjerka
- Pociąg
- Pociąg
- Osobowy
- Os. łączony
- Między
- Wojskowy
- Towarowy
- Dla próby parowania.

⊕ ⊕ — Parowozon z oznaczeniem ilości siłno i wiatk
 ⊕ ⊕ — Parowozon z oznaczeniem ilości siłno i wiatk
 ⊕ ⊕ — Parowozon większe i mniejsze wagonowe
 ⊕ ⊕ — Parowozon z pompy parowej i ręczną

I — Żorawie wodne
 I — Wagi wagonowe

Uwaga Liczby przy obrotnicach, wodowniach, żorawiach wodnych i wagach oznaczają ilość tychże.
 Przec tego przy wodowniach oznaczono pojemność kaźni w m³
 Odległości Warszawą oraz między stacjami oznaczono w wiorstach, zaś długości łuków i wysokości na profilu podłużnym w setkach.

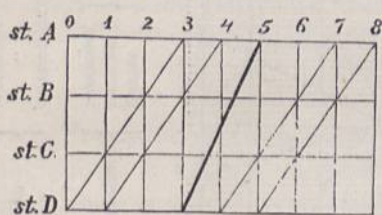
odpowiadające odległościom pomiędzy stacjami i innymi punktami zatrzymywania się pociągów ¹⁾.

Każdy pociąg oznacza się oddzielnym numerem, przyczem pociągi jednego kierunku oznacza się numerami nieparzystymi, drugiego zaś parzystymi. Pociągi towarowe oznacza się wyższymi numerami niż osobowe, wogóle zaś numeracja pociągów, mających niejednakowe przeznaczenie, zaczyna się od różnych setek lub dziesiątek. Dokładny czas przybycia i wyjazdu pociągów ze stacji wskazywany jest na wykresach cyframi, oznaczającymi minuty. Z boku wykresów pociągów umieszcza się zwykle skrócony przekrój linii z oznaczeniem stacji, na których są urządzone parowozownie, wodociągi, wagi wagonowe, obrotnice i t. p.

Na wykresach jazdy pociągów oznacza się bieg, prócz pociągów stale kursujących, również i takich, których potrzeba, choćby czasowa, jest przewidywana. Wykresy jazdy, na których uwidoczniła jest największa ilość pociągów, mogących jednocześnie przebiegać na danej linii kolejowej, nazywają się *maksymalnymi*.

Obliczenia czasu jazdy, których zasady podano powyżej, sprawdza się za pomocą *jazd próbnych*. Dobre określenie czasu jazdy jest nader ważne, gdyż jest ono niezbędnym warunkiem uniknięcia opóźnień, powodujących zamieszanie ruchu i straty dla eksploatacji.

Wykresy maksymalne mają specjalne znaczenie dla ruchu masowego mobilizacyjnego i wojennego. Główną cechą tych wykresów jest jednakowa szybkość



Rys. 80.

zasadnicza wszystkich pociągów, dająca *wykres jazdy równoległy*. Łatwo bowiem przekonać się (rys. 80), że pociąg szybszy niż inne zmniejsza ogólną ilość pociągów, które mogłyby być przepuszczone w pewnym kierunku.

W zwykłych warunkach wykres równoległy może być stosowany tylko na pewnych liniach, przeznaczonych dla jednego rodzaju pociągów, np. wyłącznie dla pociągów ruchu podmiejskiego.

W innych wypadkach niezbędne jest uwzględnić w rozkładzie oddzielnie ruch osobowy i towarowy, a w każdym z nich ruch miejscowy i daleki. Określenie ilości, szybkości i składu pociągów każdego rodzaju przedstawia szereg zadań, których rozwiązanie, dostosowane do potrzeb przewozów, winno mieć na celu osiągnięcie najlepszego gospodarczego wyniku pod względem wyzyskania taboru i personelu. Wyrazem rozwiązania tych zadań jest dobry rozkład jazdy pociągów.

Przy układaniu rozkładów jazdy na liniach pierwszorzędnych, obsługujących różne rodzaje ruchu, winna być przedewszystkiem zwrócona uwaga na *ruch osobowy*, w tym zaś ruchu na rozkład jazdy dalekobieżnych pociągów po-

¹⁾ Zamiast takiego układu wykresów jazdy, zwanego stojącym, stosuje się na niektórych drogach żelaznych zag ranicznym układ leżący, w którym linje godzin poprowadzone są poziomo, linje zaś odległości pionowo.

śpiesznych, gdyż czas wyprawiania i przyjmowania tych pociągów w punktach krańcowych zależy od potrzeb handlowych ludności, w punktach zaś węzłowych i pogranicznych winien być nadto uzgodniony z pociągami innych linii i z ruchem międzynarodowym. Rozkład jazdy pociągów miejscowych, zatrzymujących się na wszystkich stacjach, winien dawać możliwość podróżnym, jadącym ze stacyj lub na stacje pomniejsze, dogodnego przesiadania się na szybsze pociągi dalekobieżne. W okolicach większych środowisk zaludnienia winny być uwzględnione w rozkładzie potrzeby ruchu podmiejskiego.

Wykresy jazdy nadzwyczaj ułatwiają zachodzące przy tem kombinacje, jako też określenie punktów wyprzedzania pociągów wolniejszych przez pociągi szybkie, oraz krzyżowania się pociągów na liniach jednotorowych.

Ruch towarowy korzysta z miejsc pozostałych w wykresie po zadośćuczynieniu potrzebom ruchu osobowego.

Jednym z głównych zadań rozkładu towarowego winno być osiągnięcie szybkiego obrotu wagonów przez oddzielenie ruchu miejscowego od dalekiego. Pociągi miejscowe winny być przeznaczone do zbierania i oddawania na stacjach pomniejszych pomiędzy węzłami i przeładunkowami ładunków drobnych i małych grup wagonów, z których należy formować, w miarę możliwości, pociągi dalekobieżne. Ostatnie tracą daleko mniej czasu na postoje, potrzebne tylko w pewnych punktach ze względów technicznych.

Na stronie 155 (rys. 79) przedstawiona jest część wykresu jazdy pociągów na szlaku dwutorowym Warszawa-Skierniewice i jednotorowym Skierniewice-Czerniewice drogi żelaznej Warszawsko-Wiedeńskiej.

DZIAŁ III.

Projektowanie drogi żelaznej.

ROZDZIAŁ I.

Zyskowność budowy dróg żelaznych.

1. Zyskowność budowy drogi żelaznej z punktu widzenia społecznego i państwowego. Krzywa natężenia ruchu. Zysk społeczny ze zmniejszenia opłaty przewozowej. Zys społeczny z wybudowania odnogi kolejowej od linii istniejącej.

Przy projektowaniu drogi żelaznej przedewszystkiem nasuwa się pytanie, czy budowa jej będzie korzystna pod względem finansowym.

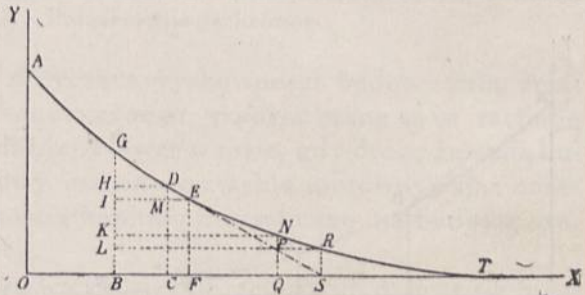
Jeżeli drogę żelazną buduje państwo, to budowa jej może być usprawiedliwiona względami strategicznymi lub administracyjnymi, bez względu na straty, jakie przyniesie to przedsięwzięcie. Jednakże nawet w braku tych motywów ocena korzyści z budowy drogi żelaznej winna być z punktu widzenia społecznego i państwowego inna, niż z punktu widzenia przedsiębiorcy, gdyż w pierwszym przypadku w bilansie rachunkowym należy zaliczyć do kategorii dochodów, oprócz wpływów za przewóz i innych dochodów z eksploatacji, również oszczędności na tańszym przewozie, które osiągną osoby korzystające z komunikacji kolejowej. Jak to zaznaczono już powyżej, wspomniane oszczędności mają wpływ poważny na zwiększenie bogactwa narodowego. Prócz tego należy zauważyć, że nowozbudowana droga żelazna, stykając się z innymi, już istniejącymi, oddaje im część swoich podróżnych i towarów, dążących dalej, a zatem zwiększa dochód sąsiednich dróg żelaznych.

Dla wyjaśnienia zysku społecznego, jaki przynoszą drogi żelazne, zauważymy naprzód, że, jak wskazuje doświadczenie, zmniejszenie opłaty za przewóz zwiększa ilość tegoż przewozu. Zjawisko to jest zupełnie zrozumiałe, gdyż przy niższej opłacie przewozowej ilość przedmiotów, których przewóz na dalekie odległości opłaca się, winna się oczywiście zwiększyć.

Rozpatrując przewóz na jakiegokolwiek określonej odległości i odcinając od początku współrzędnych O (rys. 81) na osi odciętych opłatę, pobieraną za jednostkę przewozu na tejsze odległości, na osi zaś rzędnych odpowiadającą tej

opłacie ilość przewozu (osób, tonn ładunku), który droga żelazna wykonała, otrzymamy pewną krzywą *ADET*, przedstawiającą zmianę natężenia ruchu w zależności od opłaty za przewóz. Każdy rodzaj przewozu posiada oczywiście właściwą sobie krzywą natężenia ruchu. O kształcie tej krzywej można tyle tylko powiedzieć, że jest ona zwrócona wypukłością ku dołowi, t. j. że ilość przewozu zwiększa się prędzej niż się zmniejsza opłata za przewóz, i że krzywa ta przecina obie osie współrzędnych, gdyż, z jednej strony, ilość przewozu, nawet gdy on jest bezpłatny, nie może zwiększać się do nieskończoności, z drugiej zaś strony przewóz musi ustać przy pewnej skończonej wielkości opłaty.

Jeżeli na osi odciętych będą odłożone: koszt własny jednostki przewozu *OB* (jednego podróznego lub jednej tonny ładunku) na jednostkę odległości (jeden kilometr) i pobierana za ten przewóz opłata *OF*, to przy ilości przewozu *FE* (osobokilom. lub tonnokilom.), odpowiadającej tejże opłacie, czysty dochód z przewozu wyrazi się płaszczyzną prostokąta *BIEF*.



Rys. 81.

Jeżeli opłata jednostkowa będzie zmniejszona do *OC*, to zmniejszy się również czysty dochód drogi żelaznej. Zmniejszenie to wyrazi się płaszczyzną prostokąta *CMEF*. Taż płaszczyzna będzie wyrażać oszczędność osób płacących za przewóz, powstałą z obniżenia opłaty przewozowej.

W ostatecznym wyniku, te wzajemnie znoszące się wielkości zysku i straty nie miałyby znaczenia dla gospodarstwa społecznego, gdyby nie okoliczność, że wraz ze zmniejszeniem się opłaty do *OC* ilość przewozu zwiększa się o wielkość *MD*, wskutek czego droga żelazna otrzymuje dochód *HIMD*, który przedstawia zysk społeczny, pochodzący ze zmniejszenia opłaty przewozowej.

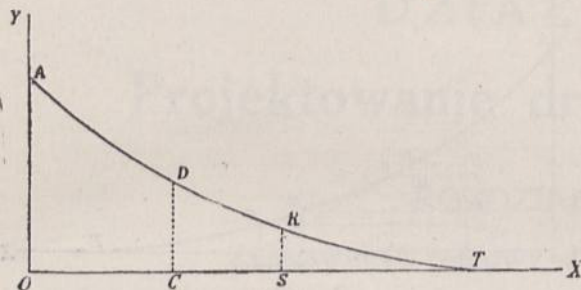
Jeżeli *OS* oznacza opłatę za jednostkę przewozu po drogach zwyczajnych i *SR* odpowiadającą jej ilość przewozu na daną odległość, to zniesienie pomniejszonej opłaty do *OF* po wybudowaniu drogi żelaznej da osobom, płacącym za przewóz, oszczędność, wyrażającą się sumą prostokątów podobnych do *PRSQ*, których wysokość zwiększa się od *RS* do *EF*, t. j. płaszczyzną *EFSR*, która razem z płaszczyzną *BIEF*, wyrażającą dochód drogi żelaznej, wyobraża zysk społeczny *BIERS*, powstały wskutek jej zbudowania. Ponieważ kształt krzywej *ER* nie jest dostatecznie zbadany, więc można ją zastąpić linią prostą *ES*, a wtedy zysk społeczny, który wyobraża trapez *BIES*, równa się $\frac{1}{2} (BF + BS) FE$, t. j. że dla otrzymania wielkości tego zysku należy pomnożyć ilość przewozu (osobokilometrów lub tonnokilometrów) przez połowę sumy czystego dochodu drogi żelaznej od jednostki przewozu i różnicy pomiędzy kosztem przewozu drogami zwyczajnymi i kolejami żelaznymi.

Na zasadzie wyników eksploatacji dróg żelaznych niemieckich, *Launhard* oblicza, że określony w ten sposób czysty zysk roczny, który otrzymywało państwo z tych dróg żelaznych w r. 1891, wynosił dwa miljardy marek, t. j. 19%

od kapitału budowy, który osiągał $10\frac{1}{2}$ miljarda marek, gdy tymczasem czysty dochód samych tylko dróg żelaznych wynosił w tymże roku ogółem zaledwie 489 milionów marek, t. j. zaledwie wystarczał na pokrycie procentów od kapitału budowy.

Na zasadzie podobnego rozumowania można również określić *zysk społeczny*, jaki otrzymuje się z *wybudowania nowej odnogi kolejowej* od istniejącej już linii kolejowej magistralnej.

Przypuśćmy, że rzędna RS (rys. 82) wyobraża ilość przewozu (podróżnych, tonn ładunku), dokonywanego po drogach zwyczajnych pomiędzy punktem,



Rys. 82.

który projektuje się połączyć odnogą kolejową ze stacją linii kolejowej magistralnej, a tą stacją, i OS koszt jednostki przewozu. Po wybudowaniu odnogi i znizeniu opłaty do OC , dla osób zainteresowanych w przewozie otrzymuje się zysk, wyrażający się płaszczyzną $CDRS$, ograniczoną w górnej części krzywą natężenia ruchu.

Ilość podróżnych lub ładunku, przybywająca drogami zwyczajnymi na stację linii kolejowej magistralnej, wyprawiana była następnie tąż linią i dążyła do różnych miejsc przeznaczenia w ilości, zmieniającej się według krzywej natężenia ruchu, w zależności od opłat przewozowych, które wynosiły od 0 do ST , a więc ogólny dochód drogi żelaznej magistralnej z przewozu, który przeszedł na nią przez daną stację z dróg zwyczajnych, wyraża się trójkątem RST .

Po przeprowadzeniu odnogi kolejowej i po zmniejszeniu na jej długości opłaty przewozowej z OS do OC , ilość przewozu, przechodzącego na drogę żelazną magistralną, zwiększyła się do CD , a dochód z niego dla tejże drogi do CDT , t. j. zwiększył się w porównaniu z dawnym o wielkość płaszczyzny $CDRS$. Wynika stąd, że zwiększenie ogólnego dochodu drogi żelaznej magistralnej, pochodzące z wybudowania odnogi, równa się zyskowi, jaki otrzymują osoby zainteresowane w przewozie, wskutek jego potanienia na długości tejże odnogi.

Według obliczeń Launhardt'a, opartych na danych, odnoszących się do dróg żelaznych niemieckich, droga żelazna dojazdowa, łącząca się z drogą żelazną magistralną, daje prócz dochodu z przewozu, który się po niej odbywa, jeszcze zysk społeczny, przewyższający $2\frac{1}{2}$ do $2\frac{2}{3}$ razy jej dochód brutto i pochodzący: 1) z potanienia opłaty za przewóz i 2) z przewozu po linii magistralnej ładunków, dążących z linii dojazdowej. W ostatniej pozycji czysty dochód wynosi od 0,75 do 0,97 dochodu brutto nowozbudowanej linii. Z powyższego Launhardt wyprowadza wniosek, że chociażby dochód brutto drogi żelaznej dojazdowej zaledwie pokrywał wydatki jej eksploatacji, to jednak, z punktu widzenia interesów społecznych, zyski pokryją procenty od kapitału budowy, nawet gdy koszt jej osiąga 100 000 marek za kilometr.

Jeżeli zauważymy, że pomienione zyski oraz ogólny rozwój ekonomiczny miejscowości, jakiego należy się spodziewać wskutek przeprowadzenia projektowanej drogi żelaznej, w rezultacie zwiększają zdolność podatkową jej mieszkańców, a zatem i dochody państwowe, to stanie się jasnym, że w interesie państwa leżeć winno współdziałanie rozwojowi sieci kolejowej, chociażby dochody eksploatacyjne poszczególnych linii nie opłacały kosztów ich budowy.

2. Zyskowność budowy drogi żelaznej z punktu widzenia jej dochodowości bezpośredniej. Preliminarz rocznego dochodu i rozchodu przedsięwzięcia. Poszukiwania ekonomiczne. Wybór typu drogi żelaznej. Poszukiwania techniczne.

Przytoczone powyżej uwagi, dotyczące zyskowności budowy dróg żelaznych z punktu widzenia ogólno-ekonomicznego, rzadko brane są w rachubę przy projektowaniu nowej drogi żelaznej. Nawet w razie, gdy drogę żelazną buduje państwo, zyskowność jej budowy ocenia się zwykle, porównywając oczekiwany dochód z przewozu z wielkością kapitału potrzebnego na budowę drogi żelaznej i kosztami jej eksploatacji.

Pomienione porównanie dokonywa się zwykle zapomocą obliczenia rocznego dochodu i rozchodu przedsięwzięcia, zaliczając do rozchodów: 1) procenta od kapitału budowy; 2) koszt utrzymania i naprawy wszystkich urządzeń kolejowych oraz koszt dokonywania operacji, dla których te urządzenia są przeznaczone; 3) koszt odbudowy wszystkich urządzeń, w miarę tego jak się zużywają lub stają niezdatnymi, albo, wyrażając się ściślej, wpłaty coroczne na kapitał renowacyjny w celu umorzenia, w przeciągu służby poszczególnych urządzeń, różnicy między kapitałem na każde z nich pierwotnie wydanym i wartością, jaką ono przedstawia, gdy się zużyje lub stanie się niezdatnym.

Ażeby przedsięwzięcie, które wymaga tak wielkiego kapitału stałego jak budowa drogi żelaznej, mogło iść pomyślnie, potrzeba przedewszystkiem, aby jego wytwórczość albo usługi, które oddaje, były masowe, gdyż tylko w takim razie kapitał, który to przedsięwzięcie pochłonęło, może być należycie wyzyskany. Wynika stąd, że celowość budowy drogi żelaznej zależy przedewszystkiem od ilości przewozu, do którego jest ona przeznaczona. Określenie ilości i rodzaju przewozu, na jaki może liczyć projektowana droga żelazna, stanowi cel tak zwanych *poszukiwań ekonomicznych*.

Drugim czynnikiem w obliczeniu zyskowności budowy drogi żelaznej jest jej koszt.

Nie należy jednak mniemać, że zadanie projektowania drogi żelaznej polega na jaknajwiększem obniżeniu kosztu jej budowy, gdyż przeciwnie, może to okazać się pod względem finansowym bardzo niekorzystnym. Z wyników eksploatacji dróg żelaznych okazuje się, że przy jednakowych warunkach topograficznych, jednakowem natężeniu ruchu i t. p. zmniejszenie wydatków na budowę drogi żelaznej pociąga za sobą w następstwie zwiększenie kosztów eksploatacji i naodwrot, dla zmniejszenia corocznych kosztów eksploatacji potrzebne są urządzenia, wymagające zwiększenia wydatków jednorazowych na budowę.

Ponieważ koszty eksploatacji zależą przeważnie od ilości przewozu, zatem zwiększenie tych kosztów, wywołane ograniczeniem wydatków na pierwotne urządzenie drogi żelaznej, daje się tem bardziej we znaki, im większe jest natężenie ruchu. Dla tego też budowa takich dróg żelaznych, które są przeznaczone do ruchu natężonego, t. j. do przewozu dużej ilości osób i towarów względnie do swej długości, spodziewanego zaraz po ukończeniu budowy, czy też w następstwie, winna być oparta na innych zasadach, niż budowa dróg żelaznych, na których ruch nie może wogóle osiągnąć znaczniejszych rozmiarów. Należyty wybór *typu* lub *rzędu*, do którego winna być zaliczona projektowana droga żelazna w zależności od jej znaczenia, i przystosowanie wszystkich urządzeń kolejowych do spodziewanego ruchu, stanowi konieczny warunek racjonalności budowy drogi żelaznej.

Oprócz wskazanych powyżej czynników oraz takich warunków wyłącznie miejscowych, jak ceny robocizny, materiałów i t. p., na wysokość kosztów eksploatacji wpływa bardzo znacznie kształt linii kolejowej w przekroju podłużnym i w planie, ponieważ kształt ten określa pracę parowozów i skład pociągów oraz wpływa na koszty utrzymania i naprawy kolei. Wyznaczenie takiego kształtu projektowanej linii kolejowej w przekroju i planie, który czyniłby zadość wymaganiom zasadniczym co do kierunku linii i co do wykonania przewidywanego przewozu, a przytem pociągał za sobą najmniejsze wydatki na budowę drogi żelaznej i jej eksploatację, stanowi główne zadanie tak zwanych *poszukiwań technicznych*.

W porządku tylko co zaznaczonym, podane będą niżej główne zasady poszukiwań ekonomicznych, klasyfikacji dróg żelaznych i poszukiwań technicznych.

ROZDZIAŁ II.

Poszukiwania ekonomiczne.

Określenie ilości przewozu na zasadzie danych o ruchu po drogach zwyczajnych i o zaludnieniu miejscowości. Średni przebieg i średnia opłata za przewóz. Obwód stacji kolejowej. Metoda Michel'a. Obliczenia Launhardt'a, Sonne'go i in. Dane statystyczne odnoszące się do Polski.

Jak zaznaczono powyżej, poszukiwania ekonomiczne mają na celu wyjaśnienie rodzaju i ilości przewozu, jaki przewidywać należy na projektowanej drodze żelaznej po jej wybudowaniu. Pod ilością przewozu należy tu rozumieć nie tylko ilość podróżnych i ładunków, ale również ich przebieg, ponieważ od obu tych czynników zależy dochód z przewozu.

Na pozór sądzićby można, że dochód projektowanej drogi żelaznej ogranicza się do dochodu z tego tylko przewozu, który ta droga ma sama wykonywać. Nie należy jednak zapominać, że dochód istniejących dróg żelaznych, które mają połączenie z nowozbudowaną, zwiększy się również wskutek przewozów z niej przybywających lub dla niej przeznaczonych. Jeżeli więc projektowaną drogę żelazną buduje ten sam właściciel, do którego należy sąsiednia istniejąca już droga, to zwiększenia dochodu tej ostatniej nie można nie brać w rachubę.

Z drugiej strony możliwe jest, że projektowana droga żelazna odbierze część przewozów istniejącym drogom żelaznym, wskutek skrócenia odległości, udogodnienia przewozu lub innych przyczyn. Te wszystkie okoliczności musi brać pod uwagę państwo przy powzięciu decyzji co do budowy nowej drogi żelaznej nie tylko w tym przypadku, gdy jest właścicielem sąsiednich linii lub gdy gwarantuje ich dochód, lecz również w innych przypadkach, ze względu na szkodę ekonomiczną, jakaby wynikła wskutek takiej konkurencji w komunikacji, która w ogólnym bilansie nie dawałaby odpowiedniego zysku społecznego.

Które z tych okoliczności brać będzie pod uwagę przedsiębiorca, zabiegający o koncesję na budowę drogi żelaznej i rozpatrujący ją oczywiście z punktu widzenia dochodowości bezpośredniej, zależy będzie od tego, czy jest on zainteresowany lub nie w eksploatacji sąsiednich linii kolejowych.

Dla określenia ilości przewozu korzysta się z danych o przewozach, dokonywanych w kierunku projektującej się drogi żelaznej po drogach zwyczajnych lub wodnych, wybierając te przewozy, które wskutek niższej opłaty przewozowej lub innych przyczyn przejść mogą na drogę żelazną. Przyjmuje się przy tem, że istniejąca ilość przewozów, wskutek przeprowadzenia drogi żelaznej i potaniaenia opłat za przewóz, będzie się stopniowo zwiększać, jednakże wielkość tego zwiększenia oparta bywa tylko na przypuszczeniach.

Przebieg ładunków określa się na podstawie danych o miejscach wytwarzania poszczególnych kategorii płodów i wyrobów i o miejscach ich zapotrzebowania i zbytu oraz na podstawie rozważań o zmianach, jakie zająć mogą pod tym względem wskutek ułatwienia i potaniaenia przewozu. Obliczenia te porównywa się z danymi o przewozach na liniach istniejących, które się w podobnych warunkach znajdują.

Dochód z przewozów poszczególnych kategorii oblicza się według taryfy opłat za przewóz, które w Polsce ustala minister kolei żelaznych w porozumieniu z ministrami skarbu oraz przemysłu i handlu.

Tablica 13.

NAZWA KRAJU	Średni przebieg		Średnia opłata przewozowa	
	Podróżnego	Tonny ładunków	Od osobokilometra	Od tonnokilometra
	km		groszy	
Polska 1922 r.	60	184	—	—
Rosja 1911 r.	101	233	2,33	3,33
Austria 1912 r.	29	106	3,41	5,29
Niemcy 1913 r.	23	100	2,92	4,42
Francja 1913 r.	35	124	3,43	4,12
Stany Zjednoczone A. P. 1913 r. . .	54	236	6,36	2,35

W tab. 13 przytoczone są dane o średnim przebiegu podróżnych i ładunków na drogach żelaznych polskich w r. 1922 oraz o średnim przebiegu podróż-

nych i ładunków i o średnich wpływach za przewóz na drogach żelaznych zagranicznych w latach przedwojennych 1911—1913.

Ze względu na wahania kursu walut, średnie wpływy z opłat za przewóz na drogach żelaznych polskich w latach ubiegłych nie dają materiału do porównania. Według nowej taryfy polskiej z r. 1924 w walucie złotej, opłata za przejazd do 200 km w pociągach osobowych wynosi w kl. I, II i III odpowiednio 10, 6 i 4 grosze za km. Opłata za przewozy wagonowe produktów surowych (węgiel, ruda, ropa naftowa, materiały budowlane, nawozy sztuczne, ziemniaki i t. p.) na odległości średniego przebiegu, wskazanego w tab. 13, wynosi 6,5 do 4 groszy za tkm, według zaś taryfy wyjątkowej w pewnych komunikacjach 4,5 do 3 groszy za tkm.

Wobec trudności bezpośredniego określenia ilości podróżnych i ładunków, na które możnaby liczyć projektując drogę żelazną, próbowano określić pomniejszoną ilość w zależności od ilości mieszkańców stacji i miejscowości, położonych w ich obwodzie.

Jeszcze około r. 1865 inżynier *Michel* wyrachował, że we Francji na każdego mieszkańca stacji kolejowej i jej obwodu przypada przeciętnie 6,5 podróżnych i 2,1 tonny ładunków. Ilość ta waha się o $\frac{1}{3}$ w jedną i drugą stronę w zależności od tego, czy stosuje się ona do miejscowości wyłącznie rolniczej, czy też przemysłowej. *Michel* przypuszczał przytem, że wszyscy podróżni i wszystkie ładunki, wyprawiane ze stacji projektowanej odnogi kolejowej, będą dążyć do stacji węzłowej w punkcie połączenia z sąsiednią, już istniejącą linią kolejową, co przy nieznaczej długości odnogi jest dość prawdopodobne, i obliczał następnie ogólną ilość przewozu, jaką na tejże odnodze przewidywać należy.

Ten prosty sposób obliczenia był niejednokrotnie stosowany również i w innych krajach.

Według obliczeń *Launhardt'a* miejscowości, w których niema stacji kolejowej, dostarczają drogom żelaznym niemieckim na każdego mieszkańca przeciętnie sześć razy mniej podróżnych i ładunków, niż miejscowości, w których są położone stacje kolejowe. Wynik ten stwierdzają dość ściśle badania *Sonne'go*, oparte na statystyce dróg żelaznych niemieckich.

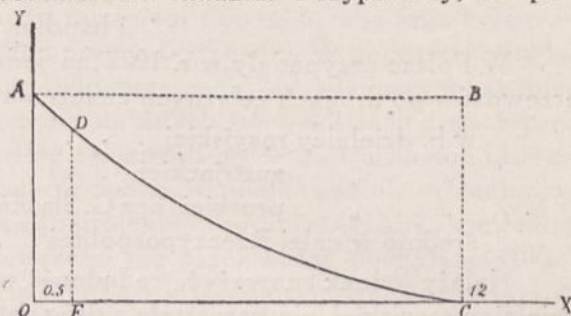
Według *Sonne'go* udział w ruchu kolejowym mieszkańców miejscowości, położonych w odległości x kilometrów od stacji kolejowej, może być wyrażony dla Niemiec wzorem

$$y = \left(1 - \frac{x}{12}\right)^4 \dots \dots \dots (73)$$

Stosownie do tego wzoru, udział w ruchu kolejowym miejscowości, położonych przy stacjach kolejowych, wyraża się jednością, przeciętny zaś obwód stacji wynosi 12 km.

Wykreślmy na zasadzie równania (73) krzywą *AC* (rys. 83), której rzędna *OA*, równa jedności, wyraża ilość przewozu (podróżnych, kilogramów ładunku), idącego drogą żelazną z miejscowości lub do miejscowości, w której położona jest stacja, i przypadającego na jednego mieszkańca tejże miejsco-

wości, odcięta zaś OC , równa 12 km, wyraża największą odległość, z której przybywają na drogę żelazną podróżni lub ładunki. Przypuśćmy, że płaszczyzna $OABC$ wyobraża ilość przewozu, przypadającego drodze żelaznej z całego obwodu stacji w razie, gdyby udział w przewozie kolejowym był na całej rozciągłości tego obwodu jednakowy. Wtedy płaszczyzna OAC będzie wyobrażać rzeczywisty udział mieszkańców tego obwodu w przewozie. Oddzielając miejscowość, położoną w obwodzie 0,5 km od stacji, otrzymamy płaszczyznę pozostałej części figury



Rys. 83.

$$DEC = \int_{0,5}^{12} y dx = \int_{0,5}^{12} \left(1 - \frac{x}{12}\right)^4 dx = \left[\frac{12}{5} \left(1 - \frac{x}{12}\right)^5\right]_{x=0,5}^{x=12} = 1,93.$$

Gdyby udział w komunikacji kolejowej mieszkańców obwodu poza stacją był takiż sam, jak mieszkańców miejscowości, w której stacja się znajduje, to ilość przewozu, przypadającego z tego obwodu, wyraziłaby się płaszczyzną $1 \times 11,5$, t. j. $\frac{11,5}{1,93} \approx 6$ razy większą od poprzednio obliczonej.

Luźność miejscowości, posiadających stacje kolejowe, wynosiła w Niemczech w r. 1880 $18\frac{1}{4}$ miliona, innych zaś miejscowości 27 milionów. Ponieważ w tymże roku przewieziono po drogach żelaznych w państwie niemieckim 215 milionów osób i 165 milionów ton ładunku, więc przyjmując według Launhardt'a, że udział w komunikacji kolejowej mieszkańców miejscowości, w których niema stacji kolejowej, jest 6 razy mniejszy niż w miejscowościach, posiadających stację, otrzymamy na jednego mieszkańca zainteresowanego w przewozie:

$$\frac{215}{18\frac{1}{4} + \frac{1}{6} \times 27} = 9\frac{1}{2} \text{ podróźnych}$$

$$\frac{165}{18\frac{1}{4} + \frac{1}{6} \times 27} = 7\frac{1}{2} \text{ tonny ładunków.}$$

Oczywiście, że wnioski te będą w przybliżeniu słuszne tylko dla danych warunków gęstości sieci kolejowej, zaludnienia kraju, rozwoju przemysłu i handlu i in. W każdym jednak razie dają one pojęcie o ogólnych zasadach tego rodzaju obliczeń.

Według innych obliczeń i spostrzeżeń otrzymano na jednego mieszkańca miejscowości zainteresowanej w przewozie:

dla Niemiec (Richard i Mackenzen). . . 4,7 podróźnych i 2,9 t ładunków rocznie,
dla Austrii (Feldegg). 1,2 „ 1 t „ „

dla Włoch (Campiglio) 5,5 do 1,44 podróźnych i 1,3 do 0,4 t ładunków rocznie w zależności od rozwoju przemysłu i handlu.

W Polsce przypadają w r. 1922 na jednego mieszkańca następujące ilości przewozów po drogach żelaznych znaczenia ogólnego i miejscowego :

w b. dzielnicy rosyjskiej	4,4	podróżnych i 1,0 t	ładunków;
„ „ „ austriackiej	6,7	„ i 1,3 t	„
„ „ „ pruskiej (bez G. Śląska) 8,2	„	i 4,3 t	„
średnio w całej Rzeczypospolitej	5,5	„ i 1,5 t	„

Należy jednak zauważyć, że ludność wielu miejscowości, zwłaszcza w b. dzielnicy rosyjskiej, nie korzystała z dróg żelaznych z powodu ich oddalenia.

ROZDZIAŁ III.¶

Typy dróg żelaznych parowozowych.

W poprzedzających rozdziałach wykazano, na jakich zasadach może być dokonywana ocena zyskowności budowy drogi żelaznej, oraz podano niektóre wskazówki ogólne dla określenia jednego z czynników, od którego zależy zyskowność drogi żelaznej, a mianowicie ilości przewozu i całkowitego dochodu z niego.

Drugi czynnik, natury bardziej technicznej, podlegający określeniu, to koszt budowy i eksploatacji drogi żelaznej, która winna być tak zaprojektowana w zależności od rodzaju przewozu, dla którego jest przeznaczona, i odpowiednio do jego ilości, aby czysty zysk okazał się największy. Pomysłne rozwiązanie tego zadania zależy, jak to już zaznaczono, od trafnego wyboru typu drogi żelaznej i umiejętnego wyznaczenia jej kierunku na gruncie.

Przy obecnym rozwoju dróg żelaznych, są one tak ściśle związane z różnymi potrzebami życia współczesnego i winny przystosowywać się do tyłu warunków charakteru ekonomicznego i technicznego, że podział ich na grupy zupełnie jednolite jest w rzeczywistości dość trudny. Jednakże klasyfikacja dróg żelaznych ma bardzo ważne znaczenie nie tylko pod względem technicznym w celu określenia właściwości różnych kategorii dróg żelaznych i wskazania najodpowiedniejszego sposobu budowy i eksploatacji dróg, należących do jednej kategorii, ale również pod względem administracyjnym i prawnym, ponieważ dla zabezpieczenia interesów państwowych i społecznych, bezpieczeństwa ruchu i t. p. budowa i eksploatacja dróg żelaznych podlegać winny przepisom i ograniczeniom prawnym, które dla różnych kategorii dróg żelaznych nie mogą być jednakowe.

1. Klasyfikacja dróg żelaznych pod względem technicznym. Warunki terenu. Drogi żelazne nizinne, podgórskie i górskie. Przejście przez Semmering. Drogi żelazne w Karpatach. Najstromsze koleje gładkie. Drogi żelazne zębnicowe o ząbieniu pionowym i poziomym. Ustrój kolei Szerokość toru stosowana w różnych krajach. Tor normalny. Przejście taboru na tor odmienny. Drogi żelazne wąskotorowe; ich właściwości techniczne. Ilość kolei głównych. Szybkość pociągów.

Jedną z głównych zalet kolei żelaznej w porównaniu z jezdnią drogi zwyczajnej jest mniejszy opór ruchowi. Opór ten wynosi na drodze zwyczajnej

$\frac{1}{2}$ do $\frac{1}{6}$, na szosie $\frac{1}{60}$ do $\frac{1}{20}$, na kolei zaś przy małych szybkościach nie więcej jak $\frac{1}{400}$ przewożonego ciężaru.

Dla sprowadzenia tego oporu do minimum potrzeba, aby linja kolejowa miała kształt możliwie zbliżony do linii prostej i poziomej. W początkach budowy dróg żelaznych rozpowszechnione było mniemanie, że siła pary może mieć zastosowanie do przewozu tylko na nieznacznych pochyłościach i na łukach o małej krzywiznie. Przy budowie dróg żelaznych Stockton-Darlington i Liverpool-Manchester starał się Stephenson nadać im kierunek zupełnie prostolinijny i przekrój poziomy. Według pierwotnego projektu drogi żelaznej Mikołajewskiej, łączącej Petersburg z Moskwą, zamierzano nie przekraczać pochylenia 0,0025 i zrobiono wyjątek tylko dla przejścia przez góry Wałdajskie wobec olbrzymich robót ziemnych, jakie trzebaby było tam wykonać dla zadośćuczynienia powyższemu założeniu. Łuki dr. żel. Mikołajewskiej zakresłone są promieniami od 2134 do 7254 m.

Rozwój sieci kolejowej zmuszał do ulepszeń, szczególnie w dziedzinie stroju parowozów, które pozwalałyby budować drogi żelazne w coraz trudniejszych warunkach terenu.

Pierwsza droga żelazna górską o znaczniejszej długości była wybudowana w latach 1848 do 1854 dla połączenia Wiednia z Tryjestem. Linja ta przecięła pasmo gór Semmering, stanowiące odnogę Alp północnych. Pomyślnie urzeczywistnienie tego wielkiego przedsięwzięcia przekonało o możliwości przeprowadzania dróg żelaznych parowozowych o szynach gładkich w górach Alpejskich i w znacznej mierze przyczyniło się do udoskonalenia rozmaitych typów parowozów i wogóle do rozwoju techniki kolejowej. Najmniejszy promień krzywizny na tej drodze żelaznej wynosi 190 m, największe zaś pochylenie podłużne 25‰ .

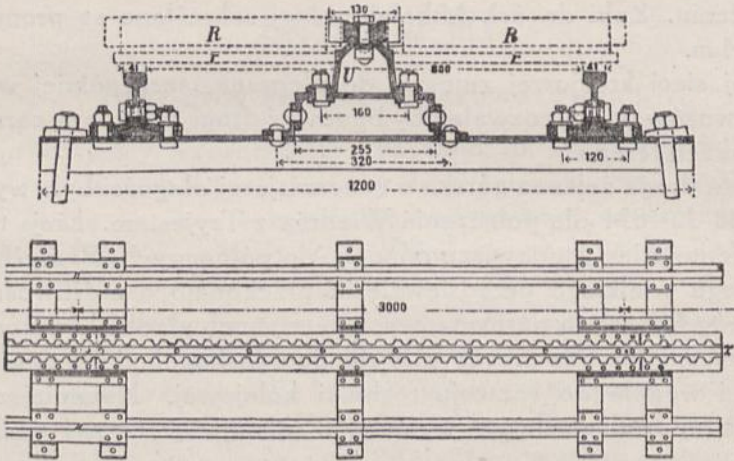
Wkrótce po przeprowadzeniu drogi żelaznej przez Semmering wybudowano również inne drogi żelazne w górach Alpejskich przez Brenner, Gotthard, Arlberg, ze stopniowemi udoskonaleniami w dziedzinie techniki.

W Polsce górskie drogi żelazne znajdują się w Karpatach, jako to droga żelazna Transwersalna (rozpoczęta w r. 1870) i jej odgałęzienia ku granicy węgierskiej i rumuńskiej. Na niektórych odcinkach tych dróg żelaznych wzniesienia miarodajne dochodzą do 27‰ (por. mapę na str. 48), najmniejsze zaś promienie łuków do 175 m.

W Rosji pierwsza droga żelazna górską była wybudowana na Kaukazie, między Poti a Tyflisem, w latach od 1867 do 1872, z pochyleniami toru, dochodzącemi na przełęczy Suramskiej do 46‰ , i łukami o promieniach do 170 m. Pod względem stromości pochyłeń¹⁾ droga ta zajmowała długi czas pierwsze miejsce. Obecnie istnieją drogi żelazne parowozowe o szynach gładkich, posiadające jeszcze bardziej strome pochylenia toru, co jednak możliwe jest tylko przy bardzo nieznacznym ciężarze pociągów. Tak np., kolej żelazna turystyczna na górę Jütli pod Zurychem ma pochylenia dosięgające 70‰ .

¹⁾ Pochylenia te zostały później zmniejszone po wybudowaniu w latach 1886—1890 tunelu Suramskiego.

Jeszcze bardziej strome pochylenia dostępne są dla parowozu przy użyciu sztaby zębatej, czyli zębownicy, układanej między szynami toru, z którą zazębiają się koła zębate parowozu. Urządzenie to (patrz rys. 8 na str. 11) stosuje się albo na całej długości pewnych linii, albo tylko na niektórych odcinkach, mających wyjątkowo duże pochylenie, zwykle na odcinkach, których pochylenie jest większe niż 50‰ . Już na wzniesieniach 25‰ zębница umożliwia dwukrotne zwiększenie ciężaru pociągu, jednakże szybkość biegu pociągów na kolejach zębnicowych nie przekracza 12 km/godz . Jeżeli pochylenie jest większe niż 250‰ , to zastosowanie kół zębatych pionowych staje się niepewne, gdyż grozić im może wyskoczenie z zębownicy. Stosuje się wtedy koła poziome RR , które z dwóch stron obchwytyują zębnicę (rys. 84).



Rys. 84.

Kolej z zębnicą poziomą na drodze żelaznej na górze Pilatus (Szwajcaria).

Na istniejących *drogach żelaznych zębnicowych* pochylenie linii dochodzi do 480‰ (dr. żel. na górze Pilatus w Szwajcarii). Według przepisów niemieckich (Gz), pochylenie kolei zębnicowych, po których dopuszcza się przejście taboru dróg żelaznych pierwszorzędnych, nie powinno przekraczać 100‰ .

Z tego, co powiedziano wyżej, okazuje się, że jakkolwiek w celu zmniejszenia oporu ruchowi i zależnych od niego wydatków na siłę pociągową, należy linię kolejową projektować wogóle o możliwie łagodnych pochyleniach i łukach, to jednak technika współczesna daje możliwość budowania dróg żelaznych parowozowych w warunkach terenu nawet najbardziej ciężkich. Warunki te muszą oczywiście wpływać nie tylko na kształt projektowanej linii kolejowej w przekroju podłużnym i planie, ale zarazem także na ustrój kolei, rodzaj dzieł sztuki, typy parowozów i sposób eksploatacji.

W zależności od terenu miejscowości, w której przeprowadzona jest droga żelazna, odróżnić można następujące rodzaje dróg: 1) drogi żelazne nizinne, o pochyłościach nie przekraczających 5‰ i promieniach łuków nie mniejszych jak 1000 m ; 2) drogi żelazne podgórskie w miejscowościach pagórkowatych

o pochyłościach dochodzących do 10⁰/₀₀ i promieniach łuków nie mniejszych jak 600 m; 3) drogi żelazne górskie, na których pochyłości są jeszcze bardziej strome i promienie łuków jeszcze mniejsze niż wskazane powyżej.

Należy jednak zaznaczyć, że istnieje wiele dróg żelaznych na równinach i w miejscowościach pagórkowatych, na których pochylenia i promienie łuków znacznie przekraczają wyżej podane normy dla tych rodzajów dróg żelaznych. Okoliczność ta objaśnia się chęcią zmniejszenia kosztów budowy dróg ze szkodą dla eksploatacji, co wogóle nie jest celowe.

Pod względem ustroju kolei, drogi żelazne parowozowe o szynach gładkich różnią się między sobą przeważnie szerokością toru i ilością kolei głównych. Również należy tu rozróżniać drogi żelazne posiadające swe własne, oddzielne torowisko lub też przeprowadzone po planicie istniejących dróg bitych lub zwyczajnych.

Szerokość toru, którą przyjęte jest mierzyć w świetle pomiędzy krawędziami wewnętrznymi szyn (por. rys. 22), nie we wszystkich krajach jest jednokowa.

Na pierwszych drogach żelaznych, zbudowanych przez Stephenson'a, szerokość toru równała się $4' 8\frac{1}{2}'' = 1435 \text{ mm}$. Wymiar ten odpowiadał wtedy rozstawowi kół wozów i dawał im możliwość korzystania z kolei żelaznej.

Szerokość toru, wybrana przez Stephenson'a, zastosowana została od samego początku na większości dróg żelaznych angielskich i przeszła następnie na łąd stały do Belgji, Austrii i Niemiec. W pierwszym okresie budowy dróg żelaznych, inżynierowie angielscy byli jednak tego mniemania, że przyjęta przez Stephenson'a szerokość toru jest za mała i nie pozwala nadać odpowiednich wymiarów kotłowi parowozowemu, od którego wymagano coraz większej wydajności pary. Wskutek tego wybudowano wiele dróg żelaznych o torze szerszym, dochodzącym do 7 stóp angielskich = 2135 mm (tak zwany tor *Brunel'a*), który zachował się na niektórych drogach żelaznych angielskich do roku 1892.

W miarę rozwoju sieci kolejowej niemożność przejścia wagonów z jednej kolei na drugą, z nią sąsiadującą, i powstające z tego powodu niedogodności zmusiły drogi żelazne, posiadające tor szerszy, do przebudowania go na tor Stephenson'a. Takież objaw powtórzył się później na drogach żelaznych w Ameryce Północnej.

Pierwsza z dróg żelaznych rosyjskich, a mianowicie wybudowana w roku 1836 — 37 droga między Petersburgiem a Pawłowskiem (tak zwana Carsko-sielska), otrzymała z inicjatywy inżyniera austriackiego *Gerstner'a*, który ją zbudował, tor o szerokości 6 stóp = 1829 mm i zachowała go do r. 1902. Później, przy budowie w r. 1843 — 51 drugiej z rzędu rosyjskiej drogi żelaznej, mianowicie z Petersburga do Moskwy (Mikołajewskiej), tor 6-stopowy został zaniechany, a zamiast niego, z porady amerykańskiego majora *Whistler'a*, przyjęto tor o szerokości 5 stóp = 1524 mm, który był rozpowszechniony w Ameryce Północnej. W następstwie tor ten został zastosowany na wszystkich drogach żelaznych rosyjskich w Europie i Azji.

W granicach b. Królestwa kongresowego droga żelazna Warszawsko-Wiedeńska, której budowę rozpoczęto jeszcze w r. 1839, otrzymała tor Stephenson'a o szerokości $4' 8\frac{1}{2}'' = 1435 \text{ mm}$. Droga ta wraz z odnogami: z Ząbkowic do Sosnowca i ze Skierniewic do granicy pruskiej w bliskości Aleksandrowa, a także łącząca się z dr. żel. Warszawsko-Wiedeńską dr. żel. Fabryczno-Łódzka były w b. dzielnicy rosyjskiej jedynymi drogami żelaznymi, które posiadały tor Stephenson'a, dopóki pozostałych nie przebiły na tenże tor władze niemieckie i austriackie podczas okupacji w latach 1915—18, poczęści zaś władze polskie po ustaleniu granic Państwa Polskiego.

Oprócz toru normalnego Stephenson'a i normalnego rosyjskiego, stosowane są w Europie jeszcze inne szerokości toru jako normalne, a mianowicie na drogach żelaznych irlandzkich, na których szerokość toru wynosi $5' 3'' (1600 \text{ mm})$, i na drogach żelaznych hiszpańskich, na których szerokość ta równa się $5' 6'' (1676 \text{ mm})$. Ostatnia szerokość stosowana jest również na drogach żelaznych w Indjach Wschodnich. Na wszystkich pozostałych drogach żelaznych szerokotorowych w innych częściach świata stosowana jest prawie wyłącznie szerokość toru Stephenson'a, nieznaczne zaś odstępstwa od niej, spotykane w Ameryce i również w Europie, nie przeszkadzają przechodzeniu pociągów z jednej kolei na drugą. Tak np., we Francji szerokość toru, określona przez prawo, wynosi $1,5 \text{ m}$, licząc między osiami szyn, wskutek czego szerokość toru w świetle zmienia się tam w zależności od szerokości główki szyny, a mianowicie w granicach od 1440 do 1450 mm .

Przejście taboru na własnych zestawach kół¹⁾ nie jest już możliwe z sieci o torze Stephenson'a na sieć rosyjską, jakkolwiek różnica toru wynosi zaledwie $1524 - 1435 = 89 \text{ mm}$.

Według umowy międzynarodowej z r. 1882 w sprawie jedności technicznej dróg żelaznych (por. str. 63), szerokość toru w świetle wynosić winna w linii prostej nie mniej jak 1435 mm , największa zaś w łukach nie więcej jak 1470 mm . Cyfry te określiły granice, w których zmieniać się może tor Stephenson'a, przyjęty jako *tor normalny* na olbrzymiej większości dróg żelaznych.

¹⁾ W celu umożliwienia przejścia taboru na inną kolej, mającą tor odmienny, proponowane były różne pomysły urządzenia.

Jednorazowa zmiana rozstępu kół lub obręczy przez nasadzenie ich początkowo nieco węższej, stosowana była przy zamówieniach zagranicą taboru dla dróg żelaznych rosyjskich i da się dość łatwo wykonać. Natomiast zestawy o kołach rozsuwnych nie znalazły zastosowania ze względu na skomplikowane ich urządzenie i koszt.

Jednym z lepszych sposobów, umożliwiających przejście wagonów towarowych na kolej o innym torze, jest zmiana pod nimi zestawów kół według pomysłu *Breidsprecher'a*. Zmiana ta dokonywa się przy przejściu wagonów nad długim dołem, zagłębiającym się ku środkowi swej długości, do którego przedniej części staczają się z pod wagonu zestawy kół wymieniane wraz z maźnicami, w tylnej zaś części mieszczą się zestawy kół innego toru, na które wagon stopniowo się wtacza. Z obu stron dołu przeprowadzona jest kolejka, po której toczą się wózki, podtrzymujące wagon w czasie wymiany osi. Po wymienieniu osi pod wagonem, dążącym w jednym kierunku, następuje wymiana osi w kierunku odwrotnym, co pozwala obchodzić się jednym kompletem osi wymiennych.

Urządzenia systemu *Breidsprecher'a* były stosowane przed r. 1914 w dość dużym zakresie w kilku punktach na pograniczu Rosji z innymi państwami.

Próby ogólnego zastosowania szerszego toru nie udały się, po części wskutek tego, że doświadczenie dowiodło celowości stosowania toru Stephenson'a pod względem ekonomicznym i technicznym nawet przy bardzo znacznym ruchu i szybkościach jazdy, po części zaś wskutek rozwoju sieci kolejowej i niemożliwości przechodzenia taboru z jednej kolei na drugą przy rozmaitych szerokościach toru. Z drugiej jednak strony dążenie do zmniejszenia kosztów budowy dróg żelaznych wywołało potrzebę stosowania toru węższego.

Drogi żelazne wąskotorowe budowane są od drugiej połowy wieku ubiegłego, o torze różnej szerokości od 1270 mm (4' 2") do 457 mm (1' 6"). W Europie najczęściej stosowany jest tor 1 m, 0,75 m i 0,60 m lub zbliżonych szerokości, z zaokrągleniem w stopach angielskich.

Zastosowanie toru wąskiego ma na celu osiągnięcie korzyści komunikacji kolejowej w takich warunkach co do ilości ruchu i warunków terenu, w których nie opłaciłaby się budowa drogi żelaznej o torze normalnym.

Wprawdzie przy tychże promieniach łuków i pochyleniach podłużnych, oraz jednakowych innych warunkach budowy, koszt budowy drogi żelaznej zmniejsza się ze zwężeniem toru względnie niewiele i mniej niż zdolność przewozowa. Według *Tschertou* kosztu budowy dróg żelaznych o różnej szerokości toru, przy jednakowym największym pochyleniu podłużnym, zmieniają się w następującym stosunku:

Szerokość toru w metrach	1,435	1,00	0,80	0,75
Koszt budowy	1	0,7	0,6	0,5
Zdolność przewozowa	1	0,64	0,42	0,27

Tor wąski posiada jednak nader ważną zaletę możności zastosowania przy nim łuków małych promieni.

Dodatkowy opór ruchowi pociągu w *kg/t* wskutek krzywizny linii może być wyrażony wzorem (p. str. 108)

$$c = \frac{0,5 s}{R} \dots \dots \dots (24)$$

i wynosi dla toru normalnego, przy $R_{\min} = 100 m$, $7,5 kg/t$, to jest mniej więcej tyle, ile opór zasadniczy w linii prostej i poziomej przy szybkości 80 *km/godz.*

Jeżeli opór ten przyjąć jako największy dopuszczalny przy różnych szerokościach toru, to krańcowe promienie łuków ¹⁾ wynosić będą przybliżenie:

przy $s = 1 m$	$R_{\min} = 70 m$
„ $s = 0,75 m$	$R_{\min} = 53 m$
„ $s = 0,6 m$	$R_{\min} = 43 m$

¹⁾ Najmniejsze wielkości promieni przy różnych szerokościach toru, przytoczone powyżej, przyjęto w zależności od oporu ruchowi, który powoduje zmniejszenie szybkości jazdy i nadmierne zużycie szyn, oraz od rozstępu i nastawności osi taboru, nie mogą więc być uważane jako granice bezwzględne. Na bocznicach o torze normalnym, po których przetaczane są wyłącznie wagony, przepisy polskie dopuszczają zastosowanie łuków o promieniu 70 m. W Stanach Zjednoczonych A. P. promienie łuków w torach głównych dochodzą do 67 m, *Wellington* zaś przytacza, że w czasie wojny, w celu umożliwienia aprowizacji wojsk, zaryzykowano tam

Według przepisów technicznych polskich (P. T. M.), przy torze o szerokości 1 m promień łuków może dochodzić do 50 m , przy torze zaś o szerokości $0,6\text{ m}$ do 30 m , natomiast przy torze normalnym, o ile pozwala się przejazd parowozów linii znaczenia ogólnego, promień łuków nie może być mniejszy jak 180 m , wogóle zaś nie mniejszy jak 100 m . Ograniczenia te odpowiadają również przyjętym w praktyce dróg żelaznych zagranicznych. Doświadczenie zaś wskazuje, że w miejscowościach górzystych zmniejszenie promienia łuku o kilkadziesiąt metrów w porównaniu z tym, jaki się dopuszcza przy torze normalnym, pozwala często obniżyć kilkakrotnie kosztą budowy spodniej, t. j. torowiska i dzieł sztuki.

Na drogach żelaznych znaczenia miejscowego, do których linje wąskotorowe z natury swojej należą, szybkość jazdy pociągów i ich ciężar są wogóle niewielkie. Wynika stąd, że o ile drogi te posiadać będą tabor własny, nie przechodzący na linje, na których warunki ruchu pociągów są inne, to tabor ich może być lżejszy, t. j. o korzystniejszym stosunku ciężaru własnego do ciężaru ładunku. Chociaż więc korzyść ta, jako też uproszczenia w budowie i eksploatacji, dopuszczane na liniach znaczenia miejscowego, mogą być osiągnięte również przy torze normalnym, ale w połączeniu z główną zaletą toru wąskiego, jaką jest możliwość zastosowania małych promieni, sprawiają, że w pewnych wypadkach tor wąski może przeniknąć do miejscowości mało dostępnych dla dróg żelaznych o torze normalnym, lub może być ułożony w charakterze tramwaju, na poboczu istniejących dróg bitych lub zwyczajnych, przez co unika się urządzenia dla niego osobnego torowiska, i pozwalają budować drogi żelazne wąskotorowe wogóle z dużo mniejszym nakładem, niż drogi żelazne o torze normalnym. Mniejszy zaś kapitał, potrzebny do budowy dróg żelaznych wąskotorowych, daje możliwość przeprowadzenia tychże w takich miejscowościach, w których nie można liczyć na przewóz dużych ilości towarów ze względu na ich słaby rozwój ekonomiczny, wynikający właśnie z braku taniej i dogodnej komunikacji, i w ten sposób rozwój ten przyspieszyć.

Korzyści zastosowania toru wąskiego w pomienionych warunkach tem więcej się uwydatniają, im większa jest sieć połączonych linii, które one tworzą, gdyż wtedy mniej się dają odczuwać niedogodności przeładunku i łatwiej się wyrównują różnice w zapotrzebowaniu taboru. Natomiast zastosowanie toru wąskiego dla krótkich linii w miejscowości otwartej może okazać się odpowiednim tylko w wyjątkowych okolicznościach.

Co do szerokości toru wąskiego zauważyć należy, że moc parowozów, a co za tem idzie zdolność przewozowa dróg żelaznych o torze szerokości poniżej $0,75\text{ m}$ przy trakcji parowej i poniżej 1 m przy trakcji elektrycznej, niepomniernie spada, zastosowanie więc toru o szerokości poniżej tych granic nie jest do polecenia.

z pomyslnym skutkiem przepuszczenie parowozu po czasowej odnodze kolejowej o torze normalnym, ułożonej w łuku o promieniu $15,24\text{ m}$ ($50'$).

Na kolejach podmiejskich o charakterze tramwajów, których wagony mają krótki rozstęp osi, promienie łuków dopuszczane są do 15 m .

Ilość kolei w linjach głównych zależy od natężenia ruchu. Pod względem ilości kolei odróżniać należy *drogi żelazne o kolei pojedynczej i podwójnej*.

Jeżeli do jazdy w obu kierunkach służy tylko jedna kolej, to wymijanie się pociągów, biegnących w przeciwnych sobie kierunkach, może odbywać się wyłącznie na stacjach, co ogranicza ilość pociągów. Gdy istnieją dwie koleje, to każda z nich przeznaczana się dla pociągów jednego tylko kierunku, a wskutek tego ilość pociągów, dążących jeden za drugim, może być znacznie większa.

Przyjmują zwykle, że droga żelazna o kolei pojedynczej może przepuścić nie więcej jak 24 pary pociągów na dobę. Urządzając bardzo gęsto mijanki można byłoby zwiększyć tę ilość pociągów nie więcej jak o połowę. Natomiast przy kolei podwójnej można przepuścić na dobę do 120 par pociągów; jeżeli zaś daje się zastosować wykres równoległy, to pociągi mogą być wyprawiane w odstępach 3 do 2 minut, tak np. na drodze żelaznej miejskiej w Berlinie kursuje 24 pary pociągów, w Londynie zaś 40 par pociągów na godzinę.

Druga kolej rzadko buduje się jednocześnie z pierwszą. Zwykle kolej buduje się początkowo pojedyncza, dla ułatwienia zaś w następstwie ułożenia drugiej kolei, wykonywają się niektóre tylko roboty, np. buduje się od razu na dwie koleje podpory mostów, a czasem także wykonywa się na dwie koleje roboty ziemne.

Drogi żelazne, któreby posiadały więcej niż 2 koleje główne, rzadko się napotyka, zwykle na krótkich tylko szlakach w bliskości dużych miast, jako powstałe wskutek ułożenia obok siebie, na wspólnem torowisku, zbiegających się linii kolejowych lub też przy bardzo dużym ruchu wskutek potrzeby przeznaczenia osobnej pary kolei do ruchu osobowego dalekiego i osobnej do podmiejskiego i towarowego.

Szybkość pociągów zależy od mocy i ustroju parowozów, budowy kolei, sygnalizacji i rozlicznych warunków niezbędnych dla bezpieczeństwa ruchu. Wynika stąd, że szybkość biegu pociągów na drodze żelaznej jest cechą bardzo charakterystyczną jej urządzenia i eksploatacji.

Pod względem szybkości pociągów można rozróżniać:

- 1) drogi żelazne, na których są w biegu pociągi pośpieszne, których szybkość przewyższa 50 km/godz.
- 2) drogi żelazne, na których szybkość pociągów nie przewyższa 50 km/godz.
- 3) drogi żelazne, na których szybkość pociągów nie przewyższa 35 km/godz.

Do pierwszej kategorii należą po większej części linje kolejowe pierwszorzędne, łączące w ruchu międzynarodowym stolice państw i duże środowiska handlowe i przemysłowe; do drugiej kategorii linje znaczenia drugorzędnego, łączące oddzielne punkty linii kolejowych pierwszorzędnych i przeznaczone przeważnie do zaspokojenia ruchu miejscowego; wreszcie do trzeciej kategorii linje, mające znaczenie wyłącznie miejscowe, głównie odnogi linii kolejowych pierwszych dwóch kategorii.

Szybkość pociągów, odpowiadająca charakterowi i wielkości ruchu, może na drodze żelaznej zmieniać się zczasem, wskutek czego droga ta może prze-

chodzić z jednej z powyżej zaznaczonych kategorii do drugiej. Jednak nie wszystkie urządzenia kolejowe mogą być zmieniane stosownie do potrzeby. Tak na przykład, zmiany, dotyczące kształtu linii kolejowej w przekroju podłużnym lub planie, ułożenia kolei na torowisku oddzielnym lub też wspólnym z drogą kołową, szerokości toru i t. p. wywołują zwykle wielkie trudności i koszty. Wobec tego kategoria, do jakiej należeć ma droga żelazna pod względem szybkości pociągów, winna być wyjaśniona przed jej budową. Odwrotnie, dla bezpieczeństwa ruchu szybkość pociągów winna być utrzymana w pewnych granicach w zależności od urządzenia drogi żelaznej (por. niżej p. 3).

2. Klasyfikacja dróg żelaznych według ich przeznaczenia. Linje pierwszorzędne i pierwszorzędnego znaczenia. Drogi żelazne drugorzędne i trzeciorzędne. Kolejki polowe i przenośne. Klasyfikacja dróg żelaznych przyjęta w różnych krajach a w Polsce. Drogi żelazne użyteczności publicznej i prywatnej. Drogi żelazne znaczenia ogólnego i miejscowego.

Podział dróg żelaznych, z punktu widzenia technicznego, podany powyżej, w którym za podstawę przyjęto kształt linii kolejowej w planie i w przekroju, tor, ilość kolei lub szybkość pociągów, nie daje podstaw do ogólnej klasyfikacji technicznej dróg żelaznych, ponieważ kombinacje wymienionych cech charakterystycznych tychże dróg mogą być najrozmaitsze. Jeżeli jednak przyjmując za podstawę klasyfikacji dróg żelaznych ich przeznaczenie, a mianowicie ilość i charakter przewozu, to okaże się, że cechy te określają dość dokładnie techniczne właściwości drogi.

Ze względu na swe przeznaczenie drogi żelazne mogą być podzielone na następujące grupy:

1) *Linje kolejowe pierwszorzędne*, łączące stolice państw i wielkie środowiska przemysłowe i handlowe.

Te drogi żelazne powinny być oczywiście przysposobione do przewozu masowego osób i ładunków. Przewóz ten odbywa się przeważnie w komunikacji bezpośredniej między krańcowymi punktami linii. Wobec tego projektowana linja kolejowa pierwszorzędna winna łączyć wspomniane punkty w kierunku najkrótszym. Przytem jednak pochyłości jej i zwroty winny być możliwie łagodne w celu zmniejszenia wydatków eksploatacyjnych na siłę pociągową. Dla zadośćuczynienia potrzebom znacznego ruchu osobowego w komunikacji bezpośredniej, na liniach kolejowych pierwszorzędnych winny być zaprowadzone pociągi pośpieszne i z tego względu budowa wierzchnia takich linii powinna posiadać dużą stateczność i trwałość. Linje kolejowe pierwszorzędne mają najczęściej kolej podwójną. Zastosowanie udoskonalonych systemów sygnalizacji staje się tu wobec dużego ruchu nieodzownem. Wszystkie budowle i dzieła sztuki winny mieć ustrój mocny i trwały w celu zmniejszenia kosztów ich utrzymania i naprawy.

2) *Linje kolejowe pierwszorzędnego znaczenia*, które wskutek niedostatecznego rozwoju przemysłu i handlu, ubóstwa i niezaludnienia kraju lub innych przyczyn nie będą na razie pierwszorzędnymi, lecz posiadają dane, aby stać się niemi w przyszłości.

Pod względem kształtu linii kolejowej w przekroju podłużnym i planie, linje te powinny być projektowane z zachowaniem tychże przepisów, jakie były wskazane powyżej dla linii kolejowych pierwszorzędnych. Buduje się je pod koleją pojedynczą, wszakże, w oczekiwaniu szybkiego rozwoju ruchu i konieczności ułożenia w następstwie drugiej kolei, podpory dzieł sztuki, niekiedy zaś także i torowisko, urządzone są pod dwie koleje. Co się zaś tyczy takich budowli i urządzeń, których zamiana lub wzmocnienie w miarę rozwoju ruchu nie przedstawia trudności, to te wykonywają się odpowiednio do rzeczywistej potrzeby. Wierzchnia budowa tego rodzaju dróg żelaznych może być słabsza niż pierwszorzędnych, odpowiednio do mniejszej szybkości pociągów, jako też do mniejszej ich ilości i ciężaru. Również stacje mogą mieć skromniejsze rozmiary, niż na drogach żelaznych pierwszorzędnych, pod warunkiem, aby były tak zaprojektowane, żeby powiększenie ich w miarę rozwoju ruchu mogło być dokonane z łatwością i bez nadzwyczajnych kosztów. W tym celu powinno być przedewszystkiem przewidziane wywłaszczenie pod stacje dostatecznej powierzchni gruntu, którego nabycie w następstwie mogłoby przedstawiać poważne trudności.

Większość linii kolejowych pierwszorzędnego znaczenia pod względem kierunku, w krajach nowych i słabo uprzemysłowionych, jak np. Rosja, Stany Zjednoczone A. P. i in., należała pierwotnie do kategorii dróg żelaznych o ruchu słabym, które zaledwie stopniowo stały się pierwszorzędnymi.

3) *Linje kolejowe łączące ze sobą oddzielne punkty linii pierwszorzędnych* lub stanowiące ich odgałęzienia i przeznaczone przeważnie do komunikacji miejscowej.

Te drogi żelazne mogą być nazwane *drugorzędnymi*. Ze względu na charakter ruchu wskazany powyżej oraz dla ułatwienia dojścia do punktów przemysłowych i handlowych, położonych w bliskości, ogólny kierunek tych linii może podlegać daleko większym odchyleniom, niż to ma miejsce na liniach kolejowych pierwszorzędnych, mających przeważnie na celu osiągnięcie najkrótszej komunikacji między krańcowymi punktami linii. Zresztą ustrój takich dróg żelaznych może być pod wieloma względami podobny do ustroju dróg żelaznych pierwszorzędnego znaczenia, lecz o ruchu słabym, z tą tylko różnicą, że ponieważ nie przewiduje się na nich ruchu pociągów pośpiesznych i wielkiego ruchu towarowego, wszystkie budowle i dzieła sztuki mogą być zaprojektowane jeszcze oszczędniej i z mniejszym zapasem na wypadek potrzeby ich rozszerzenia. Dopuszczenie na tego rodzaju drogach więcej stromych pochyłeń i mniejszych promieni łuków, w celu zmniejszenia kosztów budowy, jest ze względu na mniejszy ruch bardziej usprawiedliwione, niż na liniach kolejowych, wymienionych w punkcie poprzednim.

4) W liczbie dróg żelaznych, otwartych do użytku ogólnego, są jeszcze takie, które, mając znaczenie wyłącznie miejscowe w niewielkim obrębie, przeznaczone są do wykonywania bardzo nieznacznego przewozu, wskutek czego szybkość pociągów, jak również największe obciążenie osi taboru mogą być na nich znacznie ograniczone.

W takich warunkach ustrój tego rodzaju dróg żelaznych, które można nazwać *trzeciorzędnymi*, może być bardzo uproszczony, a zatem koszt ich budo-

wy sprowadzony do minimum, od czego bardzo często zależy wogóle możliwość ich urzeczywistnienia. Szybkość pociągów na takich drogach żelaznych ogranicza się zwykle do 30 *km/godz.* Szerokość toru bywa rozmaita, w zależności od warunków terenu. Pochylenia podłużne dopuszczone być mogą bardzo znaczne w celu zmniejszenia o ile możliwości robót ziemnych. Drogi takie prowadzi się często po plancie istniejących dróg zwyczajnych lub bitych, co jeszcze więcej zmniejsza kosztą ich budowy.

5) Jeżeli droga żelazna nie jest przeznaczona do użytku ogólnego, lecz pobudowana na potrzeby przemysłowe, rolne i t. p. jednego właściciela, to w jej ustroju mogą być dopuszczone jeszcze pewne uproszczenia ze względu, że ruch osobowy wcale się nie przewiduje. Drogi żelazne parowozowe do użytku prywatnego stanowią formę przejściową do tak zwanych *kolejek polowych i przenośnych*, po których przewóz towarów odbywa się przy pomocy ludzi lub zwierząt. Tego rodzaju koleje znalazły w ostatnich czasach szerokie zastosowanie w Europie Zachodniej i u nas.

Klasyfikacja dróg żelaznych, przyjęta w różnych krajach, ujawnia się w odnośnych przepisach prawnych, które nie są dla wszystkich dróg żelaznych jednakowe.

Prawo odróżnia zwykle dwie lub więcej kategorii dróg żelaznych, jednakże, jeżeli nawet podział na kategorie jest jednakowy, to zachodzą różnice w określeniu dróg żelaznych, które się do pewnej kategorii zaliczają, i w prawach, z których one korzystają. Nadto, zaliczenie dróg żelaznych do jednej z kategorii, zależy często od decyzji władz, a więc często nie da się z góry przewidzieć. Wynika stąd, że jedynie trafnym określeniem typu czy kategorii drogi żelaznej jest prawo, któremu ona podlega w danym kraju.

We wszystkich krajach prawo czyni zasadniczą różnicę pomiędzy *drogami żelaznymi użyteczności publicznej*, głównie wymagającymi zabezpieczenia interesów państwowych i społecznych, a *drogami żelaznymi użyteczności prywatnej*.

Z pośród dróg żelaznych użyteczności publicznej bywają zwykle odróżniane, jako kategoria najniższa, *ekonomiczne drogi żelazne znaczenia miejscowego*. Rola, jaką odgrywają te drogi w rozwoju gospodarczym państwa, była już zaznaczona wyżej (por. str. 40 i 54). Budowa i eksploatacja tych dróg żelaznych, w celu popierania ich rozwoju, podlega często odrębnym ustawom (por. str. 62) i z tego względu noszą one często inną nazwę (kolejki, tramwaje i t. p.), niż pozostałe drogi żelazne, które są jedynie za takie wobec prawa uważane i traktowane jednolicie lub dzielone jeszcze na dwie kategorie.

Ustawodawstwo angielskie odróżnia dwie kategorie dróg żelaznych, z których niższa obejmuje drogi żelazne lekkiego typu (*light railways*), korzystające ze specjalnych ulg i gwarancji ze strony państwa (por. str. 30).

We Francji drogi żelazne dzielą się na trzy kategorie, jako to: drogi żelazne znaczenia ogólnego, znaczenia miejscowego i tramwaje (*chemins de fer d'interêt général, d'interêt local, tramways*). Do kategorii tramwajów zaliczane są drogi żelazne ekonomiczne, przeprowadzone po torowisku dróg zwyczajnych.

Ustawy rosyjskie rozróżniają drogi żelazne główne, mające znaczenie ogólne, i koleje dojazdowe (*podjezdnyje puti*), mające znaczenie wyłącznie miejscowe. Dro-

gi żelazne główne dzielą się na pierwszorządne (*magistralne*) i drugorzędne. Budowa i eksploatacja dróg żelaznych głównych, o torze szerokim rosyjskim, dokonywa się na zasadzie ukazu i według warunków koncesji. Budowa i eksploatacja kolei dojazdowych nie wymaga wyjednania ukazu i koncesji i podlega osobnej ustawie i warunkom ulgowym. Koleje dojazdowe mogą posiadać tor linii głównych lub węższy, do 0,6 m włącznie, i silnik mechaniczny lub żywy. Szybkość pociągów na kolejach dojazdowych nie powinna przewyższać 27 km/godz., w razie zaś przeprowadzenia po torowisku drogi zwyczajnej 13 km/godz.

W Austrii istnieje podział dróg żelaznych na główne i miejscowe (*Hauptbahnen, Lokalbahnen*) oraz kolejki (*Kleinbahnen*). Do kolejek zaliczają się drogi żelazne, obsługujące potrzeby jednej gminy lub paru gmin sąsiadujących ze sobą, oraz drogi żelazne linowe, wiszące i t. p. O zaliczeniu drogi żelaznej do pewnej kategorii decyduje koncesja.

Ustawy pruskie rozróżniają drogi żelazne główne i drugorzędne (*Hauptbahnen, Nebenbahnen*) i kolejki (*Kleinbahnen*). Drogi żelazne drugorzędne mogą posiadać tor o szerokości normalnej, 1 m lub 0,75 m. Szybkość pociągów na drogach drugorzędnych nie powinna przewyższać 30 km/godz. i, za specjalnem pozwoleniem, pociągów osobowych zaopatrzonych w hamulce ciągłe 50 km/godz. Na budowę drogi żelaznej głównej lub drugorzędnej wymagane jest wyjednanie koncesji. Kolejki służą do komunikacji w obrębie gminy lub dwu gmin sąsiednich i mogą mieć ustrój różny. Budowa i eksploatacja kolejek podlega osobnej ustawie, według której pozwolenia na budowę kolejki udziela naczelnik okręgu administracyjnego.

Polska ustawa o udzielaniu koncesji na koleje żelazne prywatne z d. 14 października 1921 r. rozróżnia tylko koleje żelazne użytku publicznego, na których budowę i eksploatację niezbędne jest wyjednanie koncesji i dekretu nadawczego, i koleje żelazne użytku prywatnego, na których budowę wyjednanie koncesji nie jest potrzebne i tylko w pewnych wypadkach zezwolenie ministra kolei żelaznych. Koleje żelazne użyteczności publicznej dzielą się według P. T. O. na koleje znaczenia ogólnego, które bywają pierwszorządne i drugorzędne, i na koleje znaczenia miejscowego. Koleje żelazne znaczenia ogólnego mają tor normalny 1435 mm. Dla kolei żelaznych drugorzędnych przewidziane są w warunkach technicznych pewne ulgi, których zastosowanie, w całości lub częściowo, podlega każdorazowo zatwierdzeniu ministerjum kolei żelaznych w zależności od znaczenia projektowanej kolei i przewidywanego jej rozwoju. Tym sposobem różnica pomiędzy drogami żelaznymi pierwszorzędnymi a drugorzędnymi nie jest w przepisach polskich ściśle określona.

Szerokość toru kolei znaczenia miejscowego według P. T. M. może być normalna lub wąska: 1000 mm, 750 mm lub 600 mm. Największa szybkość jazdy na tych kolejach nie powinna przewyższać, w zależności od szerokości toru, 30 do 20 km/godz., w pociągach zaś osobowych, zaopatrzonych w hamulce zespolone, odpowiednio 40 do 30 km/godz.

ROZDZIAŁ IV.

Wiadomości ogólne o kosztach budowy i eksploatacji
dróg żelaznych parowozowych.

1. Koszt ogólny budowy i kapitał budowy na kilometr. Podział kosztów budowy. Tabor. Kolej podwójna. Szerokość toru.

Przy ocenianiu kosztu budowy drogi żelaznej bierze się zwykle w rachubę koszt jednego kilometra linii głównej. Tak określony koszt budowy zmienia się w bardzo szerokich granicach. Naprzykład w Państwie Rosyjskiem, pierwotny koszt budowy dróg żelaznych o normalnej szerokości toru wynosił 100 do 383 tys. zł. za kilometr, w Niemczech koszt budowy sześciu sieci państwowych dróg żelaznych 127 do 595 zł. i t. p.

Koszt budowy drogi żelaznej zmienia się nie tylko w zależności od warunków terenu, typu drogi żelaznej i oczekiwanego ruchu, (od którego zależy oporządzenie jej, zwłaszcza pod względem ilości taboru), lecz także w zależności od cen materiałów i robocizny, niejednakowych w różnych miejscowościach i zmieniających się z biegiem czasu. Szczególnie silnym wahaniom podlega koszt wywłaszczenia gruntów, potrzebnych do przeprowadzenia drogi żelaznej. Robocizna, drzewo i niektóre inne materiały były przy budowie pierwszych dróg żelaznych znacznie tańsze niż obecnie. Natomiast koszt części metalowych wierzchniej budowy kolei i mostów znacznie się obniżył.

Należy zaznaczyć, że niewielki pierwotny koszt budowy drogi żelaznej pochodzi niekiedy z niedostatecznego zaopatrzenia jej w tabor lub wskutek niezupełnych i niedostatecznych urządzeń, które potrzeba następnie uzupełniać podczas eksploatacji. Wobec tego dla ocenienia kosztu budowy drogi żelaznej pewniej jest brać pod uwagę koszt budowy takich istniejących dróg żelaznych, których eksploatacja świadczy już o należytem ich urządzeniu i zaopatrzeniu.

Co prawda, w miarę rozwoju ruchu zawsze zachodzi potrzeba powiększenia taboru, rozszerzenia stacyj, wzmocnienia wierzchniej budowy kolei i innych nowych urządzeń, zwiększających pierwotny koszt budowy drogi żelaznej.

Kapitał budowy, t. j. kapitał wydany ogółem na urządzenie dróg żelaznych już eksploatowanych, wynosił w r. 1913 na *km* długości eksploatacyjnej:

dr. żel. Stanów Zjedn. A. P.	253 tys. złotych
„ „ rosyjskich	270 „ „
„ „ niemieckich.	387 „ „
„ „ austriackich	390 „ „
„ „ francuskich	470 „ „
„ „ Wielkiej Brytanji.	875 „ „

W kosztorysach budowy dróg żelaznych w Polsce wszystkie roboty budowlane i dostawy dzielą się na następujące działy:

- I. *Wywłaszczenie majątności*, a mianowicie: nabycie gruntów, zniesienie budynków, wynagrodzenie za zniszczenie zasiewów.

- II. *Urządzenie torowiska kolejowego*, t. j. cięcie lasu wraz z karczowaniem pod torowisko, roboty ziemne przy urządzeniu torowiska pod linię główną i stacje, przy kopaniu rowów, prostowaniu koryta rzek, odchyłaniu dróg zwyczajnych i t. p., a także umocowanie stoków nasypów i wykopów i urządzenie murów oporowych.
- III. *Dziela sztuki*, t. j. przepusty do przepływu wody, mosty, wiadukty, tunele i t. p.
- IV. *Budowa wierzchnia*, t. j. balast, podkłady, szyny, złączki szynowe i układanie kolei.
- V. *Przynależności drogowe*, a mianowicie wskaźniki drogowe do oznaczenia kilometrów, pochyleń, łuków, narzędzia do naprawy kolei, drezyny do oględzin drogi żelaznej, przenośne zasłony odśnieżne i t. p.
- VI. *Telegraf i telefony*, t. j. przeprowadzenie linii telegraficznej i telefonicznej, urządzenie i oporządzenie stacyj telegraficznych.
- VII. *Budynki drogowe i przejazdy*, a mianowicie domy mieszkalne dla nadzorców, stróżów przejazdowych i obchodowych, zabudowania gospodarcze przy tych domach, baraki dla robotników, przejazdy w poziomie toru kolejowego.
- VIII. *Budynki stacyjne*, a mianowicie dworce osobowe i perony, magazyny towarowe i ładownie (platformy towarowe), parowozownie, wozownie na wagony i warsztaty do naprawy taboru, zabudowania wodne, domy mieszkalne dla pracowników kolejowych i inne budowle architektoniczne na stacjach.
- IX. *Wodociągi stacyjne*, t. j. urządzenia do otrzymywania, podnoszenia i rozprowadzania wody po stacjach, a mianowicie zbiorniki odsączne, studnie artezyjskie, pompy, kadzie, żórawie wodne, rury wodociągowe z przyborami.
- X. *Przynależności stacyjne*, a mianowicie urządzenia do przeprowadzania taboru z jednego toru na drugi, t. j. zwrotnice, krzyżownice, obrotnice, przesuwnice, wagi do ważenia wagonów, sygnalizacja pociągów oraz oporządzenie budynków stacyjnych i warsztatów, umeblowanie i t. p.
- XI. *Tabor*, t. j. parowozy, tendry, wagony i przybory do nich.
- XII. *Wydatki ogólne*, a mianowicie administracja budowy i eksploatacja czasowa drogi żelaznej do czasu otwarcia ruchu dla użytku ogólnego i in.

Według danych o budowie dróg żelaznych na ziemiach polskich, w niezbyt trudnych warunkach terenu, koszt budowy 1 km drogi żelaznej znaczenia ogólnego, o kolei pojedynczej, można przyjąć około 200 000 zł. wraz z taborem, obliczonym na potrzeby pierwszych lat eksploatacji w skromnej ilości trzech par pociągów na dobę.

Z kosztów budowy przypada na poszczególne działy w przybliżeniu jak następuje:

I. Wywłaszczenie majątności	10%
II. Urządzenie torowiska	15%
III. Dzieła sztuki	15%
IV. Budowa wierzchnia	20%
V, VI, IX, X. Wodociągi, telegraf, przynależności dro- gowe i stacyjne	5%
VII i VIII. Budowle architektoniczne	10%
XI. Tabor	20%
XII. Wydatki ogólne	5%
	100%

Z wymienionych kategorii wydatków tabor, wodociągi stacyjne, telegraf, przynależności drogowe i stacyjne, najkosztowniejsza część budowy wierzchniej (szyny i złączki do nich) i metal budowy wierzchniej mostów, razem około 45% kosztu ogólnego drogi żelaznej przypada na wyroby fabryczne, których cena podlega względnie nieznacznym wahaniom, ilość zaś zależy przeważnie od oczekiwanego ruchu. Pozostałe wydatki zależą w większym stopniu od warunków miejscowych, a mianowicie od kosztów wywłaszczenia i jednostkowych cen materiałów i robocizny.

Koszt taboru w zależności od ruchu oceniać można przybliżenie na 60—70 zł. na 1000 tonnokilometrów lub osobokilometrów przewozu (por. str. 75, 101 i 148 tab. 12).

Kolej podwójna, w porównaniu z pojedynczą, zwiększa koszt budowy drogi żelaznej w działach budowy spodniej i dzieł sztuki mniej więcej o $\frac{1}{3}$, koszt zaś budowy wierzchniej podwaja.

Koszt urządzenia torowiska zależy w bardzo znacznym stopniu od układu terenu i od wielkości dopuszczalnych pochyleń i promieni łuków. Z tego względu drogi żelazne wąskotorowe, których linja pochyleń i łuków może bliżej przystosować się do terenu naturalnego, dają w tej kategorii robót znaczne oszczędności. Oprócz tej przyczyny, mniejszy koszt od kilometra dróg żelaznych wąskotorowych pochodzi przeważnie wskutek mniejszego obciążenia, przypadającego na oś, wobec czego mosty i budowa wierzchnia mogą być lżej projektowane. Również, ze względu na mały ruch i małą szybkość pociągów, urządzenia stacyjne i inne mogą tu być znacznie prostszego typu. Z drugiej jednak strony, przy jednakowej zdolności przewozowej, ilość taboru drogi żelaznej wąskotorowej winna być większa, koszt zaś jego nie zmniejsza się proporcjonalnie do ładowności.

Według danych niemieckich, *Enderes* podaje przeciętny koszt budowy dróg żelaznych pierwszorzędnych na 190 do 400 tysięcy złotych w zależności od miejscowości równej lub średnio górzystej, koszt zaś budowy dróg żelaznych znaczenia miejscowego na 70 do 175 tysięcy złotych, czyli średnio $2\frac{1}{2}$ raza mniejszy. Tenże autor ocenia koszt budowy dróg żelaznych znaczenia miejscowego o torze 1000 mm i 750 mm średnio na $\frac{4}{7}$ i $\frac{3}{7}$ od kosztu przy torze normalnym.

Według *Plessner'a* koszt drogi żelaznej o torze szerokości 1 m i o najmniejszym promieniu łuków 80 m wynosi około $\frac{4}{5}$ kosztu drogi żelaznej o torze nor-

malnym, posiadającej tę samą zdolność przewozową i te same pochylenia oraz najmniejszy promień łuków 150 m. Inne dane, odnoszące się do stosunkowych kosztów budowy dróg żelaznych drugorzędnych o rozmaitej szerokości toru, przytoczone już były wyżej na str. 171. Należy jednak zaznaczyć, że wszystkie te dane nie mogą mieć znaczenia rozstrzygającego przy wyborze dla projektowanej drogi żelaznej tej lub innej szerokości toru, ponieważ jedynie tylko porównanie starannie sporządzonych projektów może dać należyte pojęcie o tem, jaka szerokość toru będzie w danym wypadku najkorzystniejsza w zależności od układu terenu, konieczności przeładunku w punktach dojścia do dróg żelaznych o innej szerokości toru i t. p.

2. Koszta eksploatacji dróg żelaznych; ich podział. Koszt ogólny eksploatacji na kilometr i pociągokilometr. Koszta zależne i niezależne od ruchu. Czynniki wpływające na koszta eksploatacji. Współczynnik eksploatacji.

Do kosztów eksploatacji dróg żelaznych zaliczają się wszystkie wydatki, dotyczące przyjmowania, wysyłania i przewożenia osób i towarów oraz utrzymania, naprawy i odnawiania taboru, kolei i budynków, w celu stałego podtrzymania ich w pierwotnym stanie; wydatki na materiały, niezbędne do ruchu pociągów oraz do utrzymania i naprawy wszystkich urządzeń kolejowych; wreszcie koszta zarządzania drogą żelazną. Natomiast wszystkie wydatki na urządzenia nowe, które przedtem nie istniały, lub na rozszerzenie i powiększenie urządzeń istniejących należą nie do wydatków eksploatacji, lecz do wydatków budowy, gdyż zwiększają one wartość drogi żelaznej.

Wydatki eksploatacji drogi żelaznej są obliczane corocznie i zamieszczane w osobnem sprawozdaniu z eksploatacji. Wydatki te podawane są w sprawozdaniach każdej drogi żelaznej nie tylko w sumach ogólnych, lecz również w stosunku do długości linii oraz do przebiegu pociągów i osi wagonowych, t. j. w stosunku do ilości wykonanych pociągokilometrów i osiokilometrów. W sprawozdaniach dróg żelaznych polskich wydatki eksploatacji pomieszczone są w 12 rozdziałach, z których ważniejsze obejmują wydatki na służbę centralną dyrekcyj oraz służby: drogową, stacyjną, konduktorską, trakcyjną, warsztatów, elektro-techniczną i zasobów, pozostałe zaś (w sumie mniej niż 10% ogółu wydatków) obejmują wydatki na przedsiębiorstwa pomocnicze, ubezpieczenia, odszkodowania, podatki, emerytury, zapomogi, pomoc lekarską i in. Rozdziały podzielone są na paragrafy (ogółem 187), te zaś na pozycje.

Jeżeli oceniać będziemy wydatki eksploatacji drogi żelaznej na kilometr jej długości, to okaże się, że wahają się one w szerszych jeszcze granicach niż koszta budowy. Biorąc tylko pod uwagę średnie koszta eksploatacji większych sieci, widzimy z tab. 14, że oceniane na *km* długości eksploatacyjnej, zmieniają się one z jednej sieci na drugą przeszło w czwórnasób.

Tab. 14. Roczne koszty eksploatacji dróg żelaznych znaczenia ogólnego.

NAZWA PAŃSTWA lub SIECI KOLEJOWEJ	Rok sprawo- zdawczy	Na <i>km</i> długości eksploatacyjnej tys. zł.	Na pociągo- kilometr zł.
Rosja Europejska	1911	24,9	3,85
" " 24 większych sieci	"	18,7—77,2	3,07—6,4
Austria	1913	29,9	3,27
Prusy	"	55,9	3,84
Niemcy, 5 sieci dr. żel. państwowych	"	48,5—59,1	3,52—4,86
Francja	"	32,8	3,18
" 6 sieci głównych	"	20,6—53,7	2,73—3,56
Polska ¹⁾	1922	13,25	2,51
" 9 dyrekcji kolejowych	"	6,3—26,0	2,16—3,06

Przyczynę tak znacznych wahań łatwo objaśnić, gdy się weźmie pod uwagę stosunek kosztów eksploatacji według główniejszych działów. Koszta eksploatacji dróg żelaznych europejskich wynoszą w procentach od ogólnej sumy:

na ogólny zarząd drogi żelaznej	5%—21%
na utrzymanie i naprawę kolei i budowli	17%—29%
na ruch	17%—45%
na tabor i siłę pociągową	24%—39%

Cyfry te wskazują, że wydatki na ruch oraz na tabor i siłę pociągową, niewątpliwie zależne od ruchu i wskutek tego podlegające największym wahanom, stanowią jednocześnie większą część kosztów eksploatacji. Z tej przyczyny koszty eksploatacyjne, obliczone na pociągokilometr lub osiokilometr, podlegają mniejszym wahanom, niż obliczone na kilometr długości linii kolejowej.

W wykazach statystycznych spotykać się daje również podział wydatków eksploatacji na 2 kategorie: zależnych i niezależnych od ruchu. Do tej ostatniej kategorii zaliczają głównie wydatki na ogólny zarząd drogi żelaznej oraz na utrzymanie i naprawę kolei i budowli, i oceniają je względnie do długości linii kolejowej; wszystkie zaś inne wydatki oceniane są względnie do ilości pociągokilometrów lub osiokilometrów. Przy takim podziale, wydatki niezależne od ruchu wynosiły, na przykład, na drogach żelaznych rosyjskich w r. 1911 około 12750 zł. na kilometr, wydatki zaś zależne od ruchu około 2,25 zł. na pociągokilometr.

Nie ulega wątpliwości, że nie można oceniać wszystkich kosztów eksploatacji według jednego miernika, ponieważ poszczególne kategorie wydatków pozostają w przeważnej zależności to od jednego, to znów od drugiego miernika. Jednakże podział tych kosztów na zależne i niezależne od ruchu jest zbyt dowolny, z drugiej zaś strony wiele wydatków eksploatacji nie pozostaje w prostej zależności ani od długości linii kolejowej, ani od ilości pociągokilometrów lub osiokilometrów. Tak na przykład, wydatki stacyjne, dotyczące przyjmowania i wysyłania osób i ładunków, nie zależą oczywiście ani od długości linii ko-

¹⁾ Określono w przybliżeniu według średniej miesięcznej ceny franka złotego w r. 1922.

lejowej, ani od przebiegu pociągów, podróży lub ładunków, lecz przede wszystkim od bezwzględnej ilości osób i ładunków, które wyprawiono w drogę ze stacyj lub też które przybyły na stacje pociągami. Również bardzo duża pozycja wydatków eksploatacji na opał parowozów nie może być oceniana w zależności od przebiegu pociągów, ponieważ rozchód paliwa pozostaje w zależności od pracy parowozu, średnia zaś siła pociągowa parowozu zmienia się wraz z przekrojem linii kolejowej. Wreszcie wydatki, spowodowane okolicznościami nadzwyczajnymi lub będące w związku z wielkimi budowlami, zmieniającymi się dla każdej drogi żelaznej w zależności od szczególnych warunków, w jakich się ona znajduje, nie mogą być oceniane według jakiegokolwiek bądź miernika, lecz winny być wyrażane w sumie ogólnej.

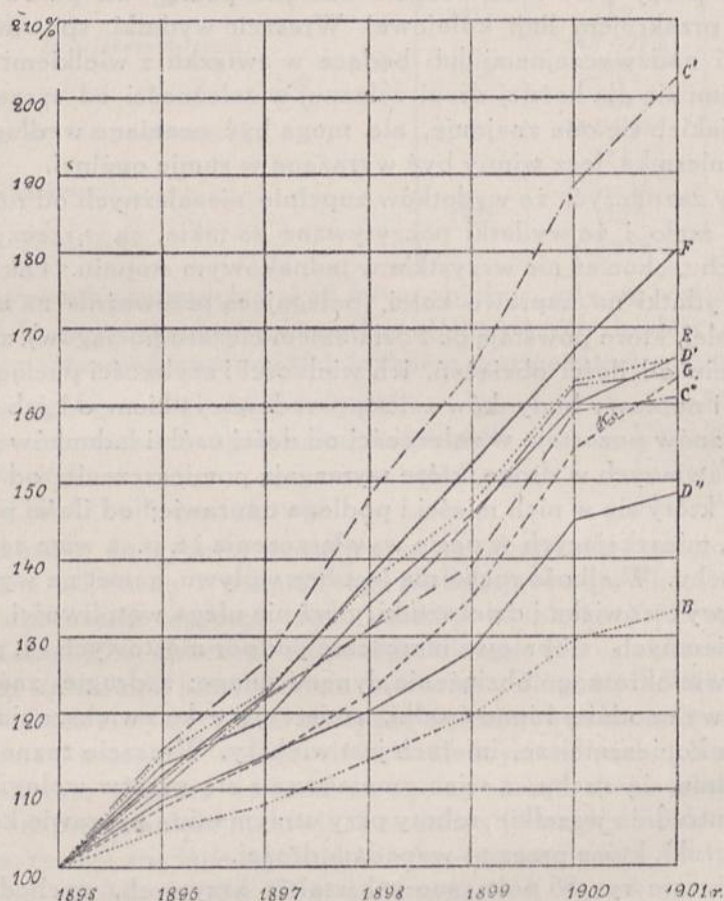
Należy zaznaczyć, że wydatków zupełnie niezależnych od ruchu jest wogóle bardzo mało i że wydatki poczytywane za takie, są w rzeczywistości zależne od ruchu, chociaż nie wszystkie w jednakowym stopniu. Tak na przykład, wszystkie wydatki na naprawę kolei, (polegającą przeważnie na usuwaniu odkształceń kolei, które powstają pod działaniem ciężaru pociągów), zależą w znacznym stopniu od ilości obciążeń, ich wielkości i szybkości pociągów. Koszta utrzymania i naprawy budynków zależą przede wszystkim od ich ilości i rozmiarów, co znów pozostaje w zależności od ilości osób i ładunków przybywających i wyprawianych w drogę, które wymagają pomieszczenia; od ilości taboru ruchomego, który się w nich mieści i podlega naprawie; od ilości pracowników kolejowych, mieszkających w pasie wyłączenia i t. p., a więc są również zależne od ruchu. Wielkość ruchu nie jest bez wpływu nawet na wydatki, dotyczące naprawy torowiska i dzieł sztuki, gdyż nie ulega wątpliwości, że odkształcenia mas ziemnych, stopniowe niszczenie podpór mostowych i t. p. występują jako skutki wielokrotnego obciążenia dynamicznego; z drugiej zaś strony osuszanie budowy spodniej i inne środki, zmierzające ku zwiększeniu jej stałości, stają się tem konieczniejsze, im ruch jest większy. Wreszcie zaznaczyć należy, że zwiększanie się ruchu, a więc zmniejszanie się przerw wolnych pomiędzy pociągami, utrudnia wszelkie roboty przy utrzymaniu i naprawie kolei, torowiska i dzieł sztuki, które przez to wypadają drożej.

Na wykresie rys. 85 pokazano w kształcie krzywych, wychodzących z jednego punktu, wzrastanie w ciągu lat 7 od r. 1895 do r. 1901 wymienionych wyżej czynników, wpływających na koszt eksploatacji, a mianowicie długości linii kolejowej, ilości tonnokilometrów brutto (łącznie z ciężarem martwym taboru), pociągokilometrów osobowych i towarowych, tonnokilometrów siły pociągowej, ilości przewiezionych osób i tonn ładunków, wreszcie ogólnych kosztów eksploatacji dróg żelaznych rosyjskich. Z wykresu tego okazuje się, że jedne z czynników wzrastają szybciej, inne zaś wolniej niż ogólne koszty eksploatacji, co potwierdza, że wpływają na nie zarówno jedne jak i drugie czynniki.

Wydatki eksploatacji oceniają często z ich stosunku do dochodów eksploatacji. Stosunek ten przyjęto nazywać *współczynnikiem eksploatacji*, używając go do oceny eksploatacji pod względem gospodarczym.

Jednakże, jak wyjaśniono wyżej, wydatki eksploatacji są w złożonej zależności od wielu czynników, właściwych danej drodze żelaznej, jako to: rodzaj

ruchu, skład pociągów, ceny materiałów i robocizny i in. To samo da się powiedzieć o dochodach eksploatacji, które zależą, prócz od ilości przewozów, także od ich rodzaju, wysokości taryf i innych przyczyn, niejednakowych na różnych drogach żelaznych. Wobec tego współczynnik eksploatacji nie może służyć do jej oceny bez szczegółowego zbadania pomienionych czynników i jest



Rys. 85.

Wykres wzrastania kosztów eksploatacji dróg żelaznych rosyjskich oraz głównych czynników, które na nie wpływały, w okresie czasu od r. 1895 do 1901.

- | | |
|---|--------------------------------------|
| B długość linii głównych. | E tkm siły pociągowej. |
| C' i C'' tkm brutto osobowe i towarowe. | F podróży. |
| D' i D'' pociągokm osobowe i towar. | G t ładunków. |
| | K ₀ rozchód eksploatacji. |

raczej wskaźnikiem warunków gospodarczych, w jakich się droga żelazna znajduje. Tak np. na drogach żelaznych polskich, w okresie czasu od r. 1919 do r. 1921, wskutek niesłychanie niskich taryf, dużego ruchu osobowego, słabego natomiast ruchu towarowego, współczynnik eksploatacji był stale większy od jedności, w roku zaś 1922 wynosił 99,6.

Tab. 15. Współczynnik eksploatacji dróg żelaznych europejskich w okresie czasu od r. 1870 do r. 1922.

PAŃSTWO	1870	1885	1895	1913	1922
W. Brytania	48	53	56	63	79
St. Zjednoczone A. P.	—	—	68	70	83
Francja	48	54	54	64	90
Polska	—	—	—	—	99,6
Rosja	51	60	73	53 ¹⁾	—
Austria	40	60	49	57	—
Niemcy	53	56	56	70	108

3. Wydatki eksploatacyjne rozmaitych kategorii na jednostkę mierników. Procenty od kapitału budowy i całkowite wydatki roczne. Wydatki stacyjne. Zyskowność ruchu osobowego i towarowego.

Zgodnie z tem, co powiedziano wyżej, oprócz wydatków ogólnych, przypadkowych lub spowodowanych urządzeniami i budowlami wyjątkowymi, jak np. tunelami, dużymi mostami i t. p., (które to wydatki mogą być wyrażone tylko w sumach ryczałtowych, jako niezależne od długości i przekroju podłużnego linii kolejowej i ilości ruchu), wszystkie wydatki eksploatacyjne zależą przeważnie od następujących czynników:

1) Od długości linii głównej. Do wydatków tych, które można nazwać *linjowemi*, powinien być zaliczony koszt utrzymania, naprawy i odnawiania poza granicami stacyj: torowiska wraz z podsypką i podkładami, drobnych dzieł sztuki, przejazdów i budynków (t. j. domków dróżniczych, domów mieszkalnych dla nadzorców drogowych i t. p.), linii telegraficznej, sygnalizacji linjowej i t. p. Jak to zaznaczono powyżej, wiele z tych wydatków pozostaje w pewnej zależności od ruchu. Jednak zależność tę trudno byłoby ściśle wyznaczyć; może być ona uwzględniona tylko przez odliczenie pewnej części tych wydatków do następnej kategorii.

2) Od ilości przewozu, t. j. od ogólnego przebiegu ładunków brutto, wyrażającego się ilością tonnokilometrów, wykonanych przez ładunki łącznie z ciężarem własnym taboru. Do tego rodzaju wydatków, które można nazwać *przewozowemi*, należą: utrzymanie, naprawa, czyszczenie i oświetlenie wagonów, wynagrodzenie obsługi konduktorskiej oraz część wydatków linjowych, odliczona ze względu na ich zależność od ruchu.

3) Od ogólnego przebiegu pociągów, t. j. od ilości pociągekilometrów. Do tych wydatków *pociągowych*, niezależnych od ciężaru pociągów, należą wydatki na wynagrodzenie obsługi parowozowej oraz nadkonduktorów i konduktorów bagażowych. Do tego rodzaju wydatków należy również odnieść utrzymanie, smarowanie i oświetlenie, naprawę i odnawianie parowozów.

¹⁾ R. 1911.

4) Od pracy parowozów, t. j. od ilości tonnokilometrów, wykonanych przez siłę pociągową. Do tych wydatków *trakcyjnych*, w najściślejszym znaczeniu tego wyrazu, należy zaliczyć wydatki na zaopatrzenie parowozów w paliwo i wodę, których spotrzebowanie jest wprost zależne od pracy, wykonanej przez parowozy, oraz wydatki na wymianę szyn, których zużycie, jak to wskazują spostrzeżenia, zależy od oporu pociągów, przewycięzanego przez siłę pociągową parowozów.

Praca siły pociągowej parowozów może być dość dokładnie określona z ilości paliwa, spotrzebowanego na opał parowozów, co do czego, jako też co do wartości cieplikowej paliwa oraz przebiegu parowozów na rozmaitym opale, pomieszczone są szczegółowe dane w sprawozdaniach z eksploatacji. Rozchód wilgotnej pary nasyconej na konia parowego w ciągu godziny wynosi przeciętnie 15 kg. Jeżeli ilość paliwa, spotrzebowanego przez parowozy, wynosi U tonn, odparowalność zaś paliwa równa się $\frac{S}{B}$, to ogólna praca siły pociągowej będzie:

$$U \frac{S}{B} \cdot \frac{75 \times 3600}{15 \times 1000} = 18 U \frac{S}{B} \text{ tonnokilometrów.}$$

5) Od ilości podróży i ładunków przyjętych i wysłanych przez stacje. Do tego rodzaju wydatków *stacyjnych* należy odnieść utrzymanie i naprawę stacji i znajdujących się na nich budowli i urządzeń oraz wydatki, dotyczące przyjęcia i wyprawiania osób i ładunków, zatrzymywania się pociągów na stacjach, przetaczania wagonów i t. p.

Oznaczmy przez:

- l długość linii kolejowej w km;
- q ilość tonn ładunków brutto, przewiezionych w ciągu roku przez całą długość linii;
- Q_m średni ciężar pociągu bez parowozu i tendra;
- Z_m średnią siłę pociągową parowozu;
- P i T ogólne ilości przewiezionych w ciągu roku osób i tonn ładunków;
- r stopę procentową;
- ql ilość tonnokilometrów brutto w ciągu roku;
- $\frac{ql}{Q_m}$ ilość pociągokilometrów (parowozokilometrów) w ciągu roku;
- B_1 wydatki linjowe na km;
- C_1 wydatki przewozowe na tkm wykonanego przewozu brutto;
- D_1 wydatki pociągowe na pociągokilometr;
- E_1 wydatki trakcyjne na tkm siły pociągowej parowozu;
- F_1 i G_1 wydatki stacyjne na każdą wyprawioną osobę i tonnę ładunku;
- H_1 wydatki ogólne i nadzwyczajne oraz wydatki, będące w związku ze znacznie większymi budowlami na linii, jako to: dużymi mostami, tunelami i t. p., a więc niezależne od długości linii i od ilości przewozu.

Ogólna suma wydatków rocznych na eksploatację wyrazi się wtedy wzorem:

$$K = B_1 l + C_1 ql + D_1 \frac{ql}{Q_m} + E_1 Z_m \frac{ql}{Q_m} + F_1 P + G_1 T + H_1 =$$

$$= B_1 l + \left(C_1 + \frac{D_1}{Q_m} + E_1 \frac{Z_m}{Q_m} \right) ql + F_1 P + G_1 T + H_1 \dots (74)$$

Wydatki zależne od ilości przewozu i liczby pociągów nie są wogóle jednakowe dla pociągów osobowych i towarowych, wskutek czego wielkości C , D i E winny być określone oddzielnie dla ruchu osobowego i towarowego. Długość linii głównych, ilość tonnokilometrów osobowych i towarowych brutto, przebieg pociągów oraz ilość osób i ładunków zamieszczane są corocznie w sprawozdaniach dróg żelaznych. Jeżeli więc dla pewnej sieci kolejowej dokonany będzie podział wydatków eksploatacyjnych na wymienione kategorie, to mogą być określone wartości współczynników B_1 , C_1 , D_1 , E_1 , F_1 , G_1 i H_1 , odpowiadające średnim warunkom tej sieci pod względem kosztu robocizny i materiałów oraz czynników drugorzędnych, które nie były brane w rachubę.

Podział wydatków eksploatacyjnych Europejskiej sieci dróg żelaznych rosyjskich znaczenia ogólnego za siedmioletnie 1895—1901 r. ¹⁾, dokonany przez inż. Wasiutyńskiego na zasadach wskazanych powyżej, wykazał następujące wielkości wydatków poszczególnych kategorii na jednostkę miernika:

- 1) Wydatki linjowe na km linii głównej

$$B_1 = 1953 \text{ zł.}$$

- 2) Wydatki przewozowe na tonnokilometr wagonów brutto:

- a) osobowych $C'_1 = 0,225$ grosza,
b) towarowych $C''_1 = 0,148$ grosza.

- 3) Wydatki pociągowe na pociągokilometr:

- a) osobowych $D'_1 = 64,4$ grosza,
b) towarowych $D''_1 = 63,9$ grosza.

- 4) Wydatki trakcyjne na tonnokilometr pracy siły pociągowej:

$$E_1 = 28,0 \text{ groszy.}$$

- 5) Wydatki stacyjne:

- a) na podróżnego $F_1 = 52,8$ grosza,
b) na tonnę ładunku $G_1 = 166,8$ grosza.

Z ogólnej sumy wydatków eksploatacyjnych zaliczono przy tym podziale do wydatków nadzwyczajnych i spowodowanych znacznie szerszymi budowlami, t. j. niezależnych od długości linii, wielkości ruchu lub od siły pociągowej, sumę, wynoszącą około $3\frac{1}{2}\%$ od innych wydatków.

Podział wydatków eksploatacyjnych wykazał prócz tego, że w przybliżeniu trzecia ich część przypada na wydatki stacyjne, które wynoszą na osobę prawie tyle, ile na $0,316 t$ ładunku. Wydatki eksploatacyjne linii głównej wyno-

¹⁾ Zastosowanie wzoru (74) ze współczynnikami, otrzymanymi według tego podziału, do następnego okresu 1902—1912 r. dało wyniki zgodne z rzeczywistością również dla tego okresu z wyjątkiem lat wojny japońskiej.

szą ogółem 1,48 grosza na osobokilometr i 1,19 grosza na tonnokilometr ładunków, t. j. na jedną osobę tyleż, co na 1,24 t ładunku¹⁾.

Z zamieszczonego wyżej określenia wydatków eksploatacyjnych widać, że dla otrzymania całkowitego rozchodu rocznego (który, aby się przedsiębiorstwo opłacało, nie powinien przewyższać rocznego przychodu) potrzeba dodać do wydatków eksploatacyjnych procenty od kapitału budowy (patrz str. 161). Jeżeli dla całej sieci dróg żelaznych znaczenia ogólnego w Rosji Europejskiej zrobić podział procentów (4%) od kapitału budowy według tychże kategorii zależności od rozmaitych mierników, które przyjęto powyżej dla wydatków eksploatacji, to dodając te procenty do wydatków eksploatacji odpowiednich kategorii, otrzymamy następujące wydatki całkowite na eksploatację i opłatę procentów:

- 1) Linjowe na km linii głównych:

$$Ar + B = 3977 + 1953 = 5930 \text{ zł.}$$

Tu wyraża A koszt budowy km linii głównej, r zaś stopę procentową (przyjęto 4%).

- 2) Przewozowe na tonnokilometr wagonów brutto:

- a) osobowych $C' = 0,26$ grosza,
b) towarowych $C'' = 0,175$ grosza.

- 3) Pociągowe na tysiąc pociągo-kilometrów

- a) osobowych $D' = 74,7$ grosza,
b) towarowych $D'' = 76,2$ grosza.

- 4) Trakcyjne na parowozokilometr w pociągach 55,3 gr., przy średniej zaś sile pociągowej, obliczonej według sposobu, wskazanego na str. 112 p. 14, i wynoszącej 1,79 t, na tkm pracy siły pociągowej $E = 31$ groszy.

- 5) Stacyjne:

- a) na podróżnego $F = 75$ groszy,
b) na tonnę ładunku $G = 259$ groszy.

- 6) Nadzwyczajne — około 7% wydatków pozostałych.

Powyżej (patrz str. 184) wykazano wydatki eksploatacyjne na osobokilometr i tonnokilometr. Całkowity wydatek roczny, rozdzielony w tenże sposób, otrzymuje się:

- na osobokilometr 3 grosze,
na tonnokilometr 2,94 grosza,

to jest na osobokilometr prawie tyle, co na tonnę towarów. Co się tyczy całkowitego przychodu, a mianowicie kosztu przewozu dla osób, które z niego korzystają, t. j. podróżnych i wysyłających towary, to przychód ten na drogach żelaznych rosyjskich wynosił przecięciowo:

- na osobokilometr 2,75 grosza
na tonnokilometr 3,25 grosza.

¹⁾ Przy określeniu tego stosunku wydatki trakcyjne rozdzielono na ruch osobowy i towarowy proporcjonalnie do tonnokilometrów brutto, linjowe zaś proporcjonalnie do wszystkich innych kategorii wydatków.

Stąd widać, że drogi żelazne miały zyski tylko z ruchu towarowego, ruch zaś osobowy, rozpatrywany oddzielnie, przynosił straty, chociaż rozwój ruchu osobowego i rozwój ruchu towarowego pozostają niewątpliwie we wzajemnej zależności.

Przy projektowaniu drogi żelaznej kosztą budowy wynikają wprost z projektu i mogą być obrachowane dla danych warunków według kosztorysu, sporządzonego na podstawie projektu. Dla tego też przy obliczaniu przewidywanego rozchodu rocznego projektowanej drogi żelaznej w celu wyjaśnienia, o ile budowa jej będzie zyskowna, średnie dane, odnoszące się do innych dróg żelaznych, służą zwykle do określenia tylko tej części rocznego rozchodu, która obejmuje wydatki na eksploatację. Dane zaś, dotyczące średniej wielkości całkowitego rozchodu rocznego, w szczególności zaś tej jego części, która jest zależna od ruchu, znajdują zastosowanie w rozdziale następnym przy określaniu względnej zyskowności rozmaitych kierunków linii kolejowej.

ROZDZIAŁ V.

Warunki techniczne projektowania dróg żelaznych parowozowych.

Przy projektowaniu drogi żelaznej należy mieć stale na uwadze, ażeby budowa jej możliwie najlepiej czyniła zadość potrzebom przyszłej eksploatacji. Cel ten winien być osiągnięty najmniejszym kosztem z zachowaniem warunków, zabezpieczających stateczność budowli i bezpieczeństwo ruchu.

Dla wyjaśnienia, jakimi względami należy się kierować przy przeprowadzeniu linii kolejowej, należy rozpatrzyć głównie wpływ na eksploatację kształtu linii i rozmieszczenia stacji i wodociągów oraz warunki najkorzystniejszego ustroju budowy spodniej, zabezpieczenia jego stałości i należytego przejścia rzek i dróg zwykłych.

1. Kształt linii kolejowej w przekroju podłużnym. Wzniesienie miarodajne. Stosunek ciężaru pociągu i parowozu. Wzniesienia przebiegane z rozpędu. Zmniejszenie pochylenia miarodajnego w tunelach. Wzniesienia miarodajne niejednakowe w obu kierunkach jazdy. Trakeja podwójna i pchanie pociągów. Pochylenia nieszkodliwe i szkodliwe. Wysokość wzniesienia ciągłego. Strata wzniesienia. Zaokrąglenie załomów przekroju.

W rozdziałach IV i VI działu II-go rozpatrzono szczegółowo wpływ pochylenia i krzywizny toru na opór pociągu oraz zależność między składem pociągu, szybkością ruchu i przekrojem linii kolejowej. Z tego, co tam było powiedziane, wynika, że pochylenie i krzywizna toru kolejowego wywierają bardzo znaczny wpływ na pracę parowozów i że dla danego składu pociągu szybkość jazdy zależna jest od kształtu linii kolejowej. Jeżeli więc szybkość ta jest dana, to skład pociągu powinien zależeć od największego pochylenia i najostrejszej krzywizny linii. Tym sposobem pochylenia i łuki toru kolejowego mają ważne znaczenie dla eksploatacji głównie z dwojakiego względu, mianowicie ponieważ ograniczają skład pociągów i określają pracę siły pociągowej.

Bardzo ważne jest dla eksploatacji, ażeby zapomocą pewnego typu parowozów można było prowadzić pociągi w jaknajwiększym składzie, a to nie tylko ze względu, że, jak wiadomo, bardzo znaczna część wydatków eksploatacji pozostaje w bezpośredniej zależności od ilości pociągów, lecz i dlatego, że ilość pociągów, które można przepuścić przez pewną linię kolejową, jest oczywiście ograniczona, a więc skład pociągu ogranicza również ilość przewozów, jaką można uskutecznić przy danem urządzeniu drogi żelaznej.

Po wybudowaniu linii kolejowej, zmiany jej kształtu w przekroju poprzecznym i w planie przedstawiają wielkie trudności. Dlatego też wpływ, jaki wywiera kształt linii kolejowej na jej eksploatację, winien być szczegółowo zbadany.

Jak ważne znaczenie dla eksploatacji posiada krańcowe pochylenie linii, sądzić można z olbrzymich kosztów, jakie bywają niekiedy ponoszone w celu jego zmniejszenia. Tak np. odchylenie linii na drodze żelaznej Mikołajewskiej przy przecięciu rzeczki Werebji w celu zmiany pochyłości $7,8\text{‰}$, która ciągnęła się na długości 16 km , na mniej stromą 6‰ , przerywaną poziomami, wymagało wydłużenia linii kolejowej o 5 km i kosztowało 13 milionów złotych. Obejście górskiej przełęczy Suramskiej na dr. żel. Zakaukaskiej zmniejszyło pochylenie linii do 28‰ , gdy przedtem wynosiło ono 48‰ . W tym celu musiało zbudować tunel, który kosztował wraz z dojazdami około 15 milionów złotych.

Pod wzniesieniem krańcowem i_1 , które ma być brane w rachubę przy obliczaniu składu pociągu i z tego powodu zowie się *wzniesieniem miarodajnem*, należy rozumieć największą sumę $i_1 = i + c$, jeżeli i oznacza największe wzniesienie rzeczywiste, c zaś opór na jednostkę ciężaru pociągu wskutek łuku przypadającego na tem wzniesieniu.

Wynika stąd, że największe wzniesienie rzeczywiste, przyjęte na danej linii, winno być na łukach łagodzone o wartość dodatkowego oporu wskutek krzywizny.

Jeżeli L jest ciężar parowozu z tendrem, Q ciężar pociągu, w zaś opór pociągu na prostej poziomej w kg/t , to niezbędna siła pociągowa:

$$Z_{max} = zL = (L + Q)(w + i_1) \dots \dots \dots (75)$$

stąd:

$$Q = \frac{z - w - i_1}{w + i_1} \cdot L \dots \dots \dots (76)$$

Jak wiadomo, współczynnik sprawności parowozu o parze nasyconej z wyraża się w przybliżeniu:

$$z = \frac{0,5}{v_{min}} \dots \dots \dots (15a)$$

Jeżeli przyjmiemy $v_{min} = 5\text{ m/sek}$ (18 km/godz), to $z = 0,1$. Opór pociągu na prostej poziomej można przyjąć z pewnym zapasem $w = 0,004$ na jednostkę ciężaru pociągu.

Jeżeli wyrazimy Q i L w t , z i w w kg/t , zaś i_1 w tysięcznych częściach, to otrzymamy z równania (76):

$$\frac{Q}{L} = \frac{100 - 4 - i_1}{4 + i_1} = \frac{96 - i_1}{4 + i_1} \dots \dots \dots (77)$$

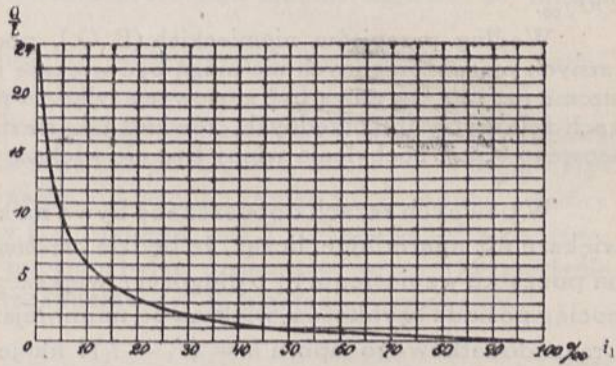
Przybliżone wyniki, otrzymane z wzoru (77), pokazane są na wykresie (rys. 86). Jak widać z tego wykresu, w miarę zwiększania się wzniesienia ciężar pociągu, szczególnie w początku przy małych wzniesieniach, bardzo szybko się zmniejsza. *Stosunek ciężaru pociągu do ciężaru parowozu z tendrem* dochodzi przy wzniesieniu 5‰ do 10,1, a przy wzniesieniu 25‰ wynosi nie więcej jak 2,4. Gdy wzniesienie wynosi 46‰ , ciężar pociągu otrzymuje się nie większy od ciężaru samego parowozu. Dla parowozu o parze przegrzanej, którego współczynnik sprawności wyraża się przybliżonym wzorem:

$$z = \frac{0,7}{v_{min}} \dots \dots \dots (15b)$$

stosunek $Q : L$ według wzoru (77) otrzymuje się przy małych wzniesieniach o 42‰ , przy 20‰ i 25‰ , o 50‰ do 60‰ większy, niż dla parowozu o parze nasyconej. Największe wzniesienie, po którym możliwy jest jeszcze ruch samego parowozu bez pociągu, wynosi 96‰ przy parze nasyconej i 136‰ przy parze przegrzanej¹⁾.

Doświadczenie wykazało, że dla dróg żelaznych górskich pierwszorzędno znaczenia nie należy wogóle dopuszczać pochyłości większych niż 25‰ . Na dr. żel. Arlbërskiej, na której istnieją długie 30‰ pochyłości, klocki hamulcowe z żelaza lanego często zużywają się już po jednorazowym zjechaniu w dolinę i muszą być zmieniane, co jest wielce uciążliwe dla eksploatacji. Oczywiście, że na drogach żelaznych, znajdujących się w mniej trudnych warunkach terenu, na których przytem przewidywana jest duża ilość przewozu, jest do życzenia, aby skład pociągu przy danej szybkości był możliwie większy, a więc krańcowe pochylenie możliwie mniejsze.

¹⁾ Jest to zgodne z warunkiem, aby składowa ciężaru parowozu z tendrem, równoległa do toru, nie była większa od przyczepności kół napędnych do szyn. Przyjmując w najgorszych warunkach współczynnik przyczepności koła do szyny $f = \frac{1}{10}$ do $\frac{1}{7}$ widzimy, że parowóz tendrowy, którego wszystkie osie są sprzężone, nie może wznosić się po pochyłości większej jak 100‰ do 140‰ , choćby nawet moc silnika parowozowego była dostateczna. Na wzniesieniach mniejszych od tej granicy zalety parowozów o parze przegrzanej pod względem składu pociągu występują tem jaskrawiej, im wzniesienie miarodajne jest większe.



Rys. 86.

Przepisy polskie nie określają największego pochylenia, jakie może być dopuszczone na drogach żelaznych znaczenia ogólnego. Zastrzega się tylko (P. T. O.), że winno być ono ustalone odpowiednio do wymagań ruchu przewozowego oraz warunków terenu. Na drogach żelaznych znaczenia miejscowego (P. T. M.) pochylenie nie powinno być większe jak $40^{0/00}$, z wyjątkiem trakcji elektrycznej, przy której może być dopuszczone do $70^{0/00}$. Na drogach żelaznych zębnicowych pochylenie nie powinno być większe jak $100^{0/00}$, jeżeli po nich ma przechodzić tabor dróg żelaznych pierwszorzędnych, w innych zaś wypadkach nie powinno być większe jak $250^{0/00}$.

Według przepisów niemieckich (B. O.), pochylenia podłużne na drogach żelaznych pierwszorzędnych nie mogą być większe jak $25^{0/00}$, pochylenia zaś bardziej strome niż $12\frac{1}{2}^{0/00}$ mogą być stosowane tylko za pozwoleniem ministerjum. Na drogach żelaznych drugorzędnych, również jak na drogach żelaznych znaczenia miejscowego (Gz.), pochylenia winny być nie większe jak $40^{0/00}$.

W pewnych razach dopuszczane bywa na krótkich odległościach *wzniesienie* większe niż miarodajne, licząc, że będzie *przebiegane siłą rozpędu*. Przypuśćmy, że na początku wzniesienia i'_1 o długości l , większego niż wzniesienie miarodajne i_1 , pociąg posiada szybkość v , większą od najmniejszej szybkości dopuszczalnej v_{min} . Praca dodatkowego oporu $h = (i'_1 - i_1)l$ na jednostkę ciężaru pociągu ponad pracę, odpowiadającą mocy parowozu, może być wykonana kosztem jego energii kinetycznej, o ile będzie spełniony warunek:

$$\frac{\alpha(v^2 - v_{min}^2)}{2g} \geq (i'_1 - i_1) l \dots \dots \dots (78)$$

skąd

$$l \leq \frac{\alpha(v^2 - v_{min}^2)}{2g(i'_1 - i_1)} \dots \dots \dots (79)$$

We wzorach (78) i (79) nie brano w rachubę zmniejszania się oporu pociągu w miarę zmieniania się szybkości od v do v_{min} , co oczywiście daje pewien zapas przy określaniu największej długości l . Współczynnik α wyraża zwiększenie bezwładności pociągu, pochodzące wskutek ruchu obrotowego kół (patrz str. 46).

Tak więc parowóz może przewycięzać z rozpędu krótkie wzniesienia nieco większe od miarodajnego, o ile są tak rozmieszczone, że parowóz, zbliżając się do nich, może rozwinąć dostateczną szybkość, t. j. o ile wzniesienia te nie są położone przy wyjeździe ze stacji, nie następują po innym wzniesieniu i t. p.

Jeżeli szybkość pociągu towarowego na początku wzniesienia przyjmiemy $v = 30 \text{ km/godz.}$, najmniejszą zaś szybkość w końcu wzniesienia dopuścimy $v_{min} = 15 \text{ km/godz.}$, to wysokość wzniesienia może być zwiększona ponad wysokość, odpowiadającą wzniesieniu miarodajnemu, o wielkość:

$$h = (i'_1 - i_1)l = \frac{1,06(30^2 - 15^2)}{3,6^2 \times 2 \times 9,81} = 2,82 \text{ m,}$$

t. j. wzniesienie miarodajne może być zwiększone np. o $2^{0/00}$, jeżeli długość jego jest większa jak $2,82 : 0,002 = 1410 \text{ m}$.

Oczywiście, że energia kinetyczna pociągów, przebiegających z większą szybkością, będzie na jednostkę ich ciężaru większa niż pociągów towarowych, wskutek czego tego rodzaju wzniesienia będą dla nich mniej uciążliwe.

Ponieważ nie można mieć zupełnej pewności, że szybkość pociągu na początku wzniesienia nie będzie z przyczyn przypadkowych mniejsza od tej, jaka była przyjęta do obliczenia, przeto rozpęd pociągu rzadko przyjmuje się pod uwagę i zwykle wszystkie wzniesienia projektuje się nie większe od miarodajnego.

W tunelach (zwłaszcza długich) przyczepność między kołem a szyną zmniejsza się wskutek stałego zawilgocenia szyn. W zależności od tego niezbędne jest odpowiednie *zmniejszenie pochylenia krańcowego w tunelach*. Dla jednego i tego samego parowozu największa siła pociągowa, obliczona według przyczepności kół, będzie proporcjonalna do współczynnika przyczepności, który niech będzie na zewnątrz tunelów f , w tunelach zaś f' . Ponieważ siła pociągowa winna odpowiadać oporowi pociągu, więc oznaczając przez i_1 wzniesienie krańcowe (miarodajne) nazewnątrz tunelów i i'_1 w tunelach, otrzymamy:

$$\frac{w + i'_1}{w + i_1} = \frac{f'}{f} \dots \dots \dots (80)$$

skąd

$$i'_1 = i_1 \frac{f'}{f} - w \left(1 - \frac{f'}{f}\right) \dots \dots \dots (81)$$

Przyjmując $f' = \frac{1}{10}$, $f = \frac{1}{7}$, $w = 4\text{‰}$, otrzymamy:

$$i'_1 = 0,7 i_1 - 1,2 \dots \dots \dots (82)$$

Stąd, gdy np. $i_1 = 20\text{‰}$, to $i'_1 = 12,8\text{‰}$.

Według przepisów obowiązujących na polskich drogach żelaznych (P. T. O.), pochylenia w tunelach winny wynosić nie więcej jak 0,7 pochylenia miarodajnego, przyjętego poza tunelami.

Jeżeli na projektowanej linii kolejowej oczekiwany jest *ruch towarowy niejednakowy w obu kierunkach*, to wzniesienie miarodajne może być dla każdego kierunku inne. Przypuszczając, że pociągi będą przebiegać w obu kierunkach w jednakowym składzie, lecz z niejednakowym ładunkiem, i oznaczając przez T ciężar własny pociągu próżnego, przez G i i_1 jego ładunek i wzniesienie miarodajne w kierunku przeważającego ruchu towarowego, przez G' zaś i i'_1 w kierunku odwrotnym, możemy określić wzniesienie miarodajne w tym ostatnim kierunku z równania:

$$(w' + i'_1)(T + G') \leq (w + i_1)(T + G) \dots \dots \dots (83)$$

Oznaczając $\frac{T + G}{T + G'} = \chi$ otrzymamy, że:

$$i'_1 \leq (w + i_1) \chi - w' \dots \dots \dots (84)$$

Zmiana składu pociągów w punktach przejścia pomiędzy odcinkami linii o różnym wzniesieniu miarodajnym, wymagająca przetaczania wagonów w celu zgrupowania ich w nowe jednostki, powoduje duże niedogodności i zwiększa

koszta eksploatacji, również jak zastosowanie parowozów o niejednakowej sile pociągowej, a więc rozmaitych typów. Z tych względów wskazane jest zachowanie jednakowego wzniesienia miarodajnego na całej długości linii kolejowej, po której odbywa się ruch masowy w komunikacji bezpośredniej.

Jednakże w pewnych wypadkach może okazać się korzystnym podzielenie projektowanej linii kolejowej na *szlaki o różnym wzniesieniu miarodajnym*. Naprzykład, jeżeli droga żelazna przeprowadzona jest na znacznej długości w miejscowości równej i tylko na niewielkiej części jej długości napotyka się układ terenu, nie pozwalający na zachowanie tegoż samego wzniesienia miarodajnego, co na pozostałej długości, lub wymagający do urzeczywistnienia tego wzniesienia zbyt wielkich kosztów (jak to się często zdarza na szlakach górskich), to może stać się koniecznym wyodrębnić eksploatacji szlaku o większym wzniesieniu miarodajnym i zmniejszenie na nim składu pociągów lub zastosowanie silniejszych parowozów lub większej ich ilości, t. j. dwu lub więcej parowozów w pociągu.

Jeżeli ruch jest duży, to nawet na liniach o łagodnych wzniesieniach stosowane są silne typy parowozów w celu osiągnięcia jaknajwiększego składu pociągów. Z tego powodu na krótkich odcinkach, posiadających strome wzniesienia, stosuje się często trakcja podwójna lub popychanie pociągów zapomocą parowozów dodatkowych.

Trakcja podwójna nie jest wogóle korzystna, gdyż siła parowozu dodatkowego nie może być całkowicie wyzyskana. Przytem możność zastosowania trakcji podwójnej ogranicza wytrzymałość sprzęgieł. Na polskich drogach żelaznych sprzęgła nowego wzmocnionego typu obliczone są na siłę pociągową 15 t; jednakże przeważna część taboru posiada jeszcze sprzęgła typów dawniejszych, obliczone na siłę pociągową 12 t, w których naprężenie materiału przy sile pociągowej 24 t dochodzi już do granicy sprężystości. Obciążenie na oś napędną parowozów towarowych dochodzi do 17 t, a więc już pojedynczy parowóz o czterech osiach sprzężonych może dać siłę pociągową, wynoszącą nieco więcej niż 12 t. Sprawia to, że trakcja podwójna stosowana bywa przeważnie przy słabych parowozach lub w pociągach osobowych.

Parowóz popychający często nie dochodzi z pociągiem do następnej stacji, lecz po dopchnięciu pociągu do szczytu wzniesienia powraca nazad. W tym przypadku nie zczepia go się z pociągiem. Według przepisów ruchu, szybkość pociągów ciągnionych i popychanych nie powinna wynosić więcej jak 50 km/godz.

Parowozy dostawione rzadko mogą być wyzyskane w obu kierunkach, przebieg ich zaś luzem powoduje koszta i zmniejsza zdolność przepustową linii.

Dopuszczając pochyłości wyjątkowo strome na linii kolejowej, mającej wogóle łagodny przekrój, należy starać się, ażeby były one skupione na jaknajkrótszej długości. Gdyby takie pochyłości były rozrzucone w różnych punktach linii kolejowej, to ze względu, że częsta zmiana składu pociągów lub parowozów byłaby zbyt uciążliwa, wypadłoby przyjąć jednakowe wzniesienie miarodajne dla całej linii i utrzymywać jeć jednakowy skład pociągów odpowiednio do tego wzniesienia, co byłoby oczywiście wielce niekorzystne.

Pochylenia mniejsze od miarodajnego wywierają niejednakowy wpływ na pracę siły pociągowej stosownie do tego, czy są one mniejsze lub większe od współczynnika oporu pociągu na poziomej.

Jeżeli pociąg biegnie równomiernie pod górę po wzniesieniu i o długości l , którego wielkość nie przewyższa współczynnika oporu w na prostej poziomej, to praca siły pociągowej wynosi:

$$Z_1 l = (L + Q) (w + i) l$$

przy ruchu zaś odwrotnym ku dołowi, gdy opór pociągu na jednostkę jego ciężaru $w - i > 0$, praca siły pociągowej parowozu będzie:

$$Z_2 l = (L + Q) (w - i) l.$$

Jeżeli ciężar pociągów, biegnących w jednym i w drugim kierunku, jest jednaki, to średnia praca siły pociągowej parowozu będzie:

$$Zl = \frac{(Z_1 + Z_2) l}{2} = (L + Q) w l \dots \dots \dots (85)$$

to jest będzie także sama, jak na poziomej. Pochylenia, których wielkość jest mniejsza od współczynnika oporu w i które wskutek tego nie zwiększają pracy siły pociągowej parowozu, zowią się *pochyleniami nieszkodliwymi*.

Granica pochylenia nieszkodliwego jest tem wyższa, im większy jest stały opór pociągu, jednakowo ujawniający się podczas jego biegu zarówno w jednym jak i w drugim kierunku. Ponieważ współczynnik oporu pociągu w zwiększa się wraz z szybkością, więc granica pochylenia nieszkodliwego jest wyższa dla pociągów osobowych niż dla towarowych.

Łuki w planie również powodują opór, którego wielkość nie zmienia się wraz ze zmianą kierunku ruchu. Z tego powodu na łukach granica pochylenia nieszkodliwego zwiększa się o wielkość tego oporu. Jeżeli łuk położony jest na pochyłości, współczynnik zaś dodatkowego oporu w łuku jest c , to, póki $i \leq w + c$, średnia praca siły pociągowej podczas ruchu tam i z powrotem pozostaje stałą i jest równa:

$$Zl = (L + Q) (w + c) l \dots \dots \dots (86)$$

Przeciwnie, *pochylenia* $i > w + c$ są *szkodliwe*, bo podczas ruchu pod górę po wzniesieniu praca siły pociągowej:

$$Z_1 l = (L + Q) (w + c + i) l = (L + Q) \{ (w + c) l + h \} \dots \dots (87)$$

jeżeli h oznacza wysokość wzniesienia; w odwrotnym zaś kierunku pociąg, będąc w ruchu pod działaniem siły ciężkości, która przewyższa z nadmiarem jego opór, nabiera przyspieszenia i , aby prędkość jego nie przekroczyła dopuszczalnych granic, winien być hamowany. Praca siły pociągowej w drodze powrotnej $Z_2 l = 0$, a zatem średnia praca podczas ruchu tam i z powrotem:

$$Zl = \frac{Z_1 + Z_2}{2} l = (L + Q) \frac{(w + c) l + h}{2} \dots \dots \dots (88)$$

Jak widać, część pracy, spotrzebowanej podczas ruchu pod górę po wzniesieniu, równa $(L + Q)(i - w - c)l$, nie może być odzyskana, gdyż ją zużywają w drodze powrotnej hamulce, i z tego powodu średnia siła pociągowa wypada na szkodliwych pochyłościach większa niż na poziomej.

Jeżeli jednak spadek jest krótki, to choćby wielkość jego przewyższała współczynnik oporu pociągu na linii poziomej, nie potrzeba hamować pociągu, ponieważ on nie zdąży nabyć szybkości, przewyższającej szybkość krańcową. Jeżeli, na przykład, szybkość pociągu towarowego na początku spadku szkodliwego i wynosi 25 kilometrów na godzinę i największa szybkość dopuszczana normalnie wynosi 40 kilometrów na godzinę, to wysokość h spadku o długości l , na którym nie potrzeba hamować, będzie większa od tej, jakaby się otrzymała w razie spadku i' równego współczynnikowi oporu $w + c$ na poziomej, o wielkość, która może być określona ze wzoru (78):

$$h = l(i - i') = \frac{1,06(40^2 - 25^2)}{3,6^2 \times 2 \times 9,81} = 4,07 \text{ m.}$$

Jak widać, pochyłości nie dłuższe od jednego kilometra, za którymi następują wzniesienia, poziome lub spadki mniejsze od współczynnika oporu na poziomej, mogą być uważane za nieszkodliwe, chociażby były o $3^0/00$ do $3^{1/2}0/00$ większe od współczynnika oporu $w + c$ na poziomej.

Praca parowozu jest szczególnie uciążliwa na długich i stromych wzniesieniach. Jak widać z równania (81) praca ta, o ile szybkość ruchu nie jest zbyt wielka, a zatem współczynnik w jest niewielki względnie do wzniesienia i , zależy przeważnie od wysokości h tegoż wzniesienia. Jeżeli ciężar pociągu jest dobrze obliczony i normalna wydajność pary w kotle jest dostateczna do podtrzymania na wzniesieniu odpowiedniej stałej szybkości, to wysokość wzniesienia ciągłego może wymagać ograniczenia tylko ze względu na zapas wody w parowozie i jego tendrze. Zasilanie kotła wodą, pompowaną z tendra, powinno być dokonywane równomiernie dla uniknięcia obniżenia ciśnienia pary w kotle. Jeżeli wysokość wzniesienia nie jest zbyt wielka i parowóz zaczyna wznosić się po niem, mając pełne ciśnienie pary w kotle i palenisko w porządku, to zapas wody w kotle gotowy do użycia (który we współczesnych typach parowozów wynosi zwykle około 1 m^3 i wystarcza w przybliżeniu na $1/6$ część godziny pracy parowozu pełną siłą), może nie być uzupełniany, i przyjąć można, że w tych warunkach moc parowozu może być zwiększona chwilowo w przybliżeniu do 30% ponad normalną stałą. Im większa jest wysokość wzniesienia, tem więcej można się obawiać, że z powodu niedoświadczenia maszynisty lub niedostatecznego obeznania się jego z przekrojem linii kolejowej, może nastąpić spadek ciśnienia pary w kotle, co znów może spowodować zmniejszenie się szybkości lub nawet zupełne zatrzymanie się pociągu.

W czasie ruchu w kierunku powrotnym ku dołowi, po długich i stromych spadkach, klocki hamulcowe szybko się zużywają i tak silnie się rozgrzewają, że okoliczność ta może mieć wpływ na dokładność działania hamulców. Z tego powodu należy dążyć do przedzielania długich wzniesień poziomami dla możliwości zatrzymywania na nich pociągów.

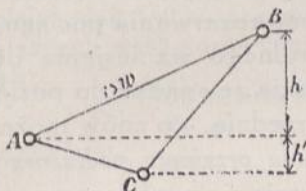
Przepisy polskie (zarówno jak niemieckie) nie stawiają ograniczeń co do największej wysokości wzniesienia ciągłego.

Według warunków technicznych budowy dróg żelaznych magistralnych w Rosji, w razie wzniesień większych niż 2‰ , ciągłych lub następujących jedno bezpośrednio po drugim, wysokość ogólna tych wzniesień nie powinna przewyższać $53,3\text{ m}$. Na niektórych drogach żelaznych górskich (na Tyflisko-Karskiej, na szlaku górskim dr. żel. Środkowo-Syberyjskiej i in.) wysokość tę pozwolono doprowadzać do 85 m .

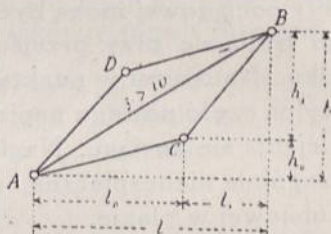
Na drogach żelaznych w Alpach, trafiają się wzniesienia ciągłe daleko większej wysokości, dochodzącej na Semmering'u (25‰) do 116 m , na dr. żel. Św. Gotarda (26‰) do 193 m , na Arlberskiej (32‰) do 143 m , na linii kolejowej Landquart-Davos (45‰) do 332 m .

Dotychczas rozpatrywaliśmy wpływ na pracę parowozu rozmaitych pochyłeń branych z osobna. Jeżeli będziemy rozpatrywać ogólny wpływ na tę pracę kilku pochyłeń po sobie idących, to okaże się, że względna wielkość i wzajemne rozmieszczenie pochyłeń nie są również pozbawione znaczenia.

Jeżeli różnica wysokości dwóch punktów, połączonych linią kolejową, jest taka, że pochylenie tej linii $i < w$, to zastąpienie tego jednostajnego pochylenia przez pochylenie łamane, składające się z kilku pochyłeń dowolnego kierunku, o ile tylko wielkość każdego pochylenia będzie mniejsza od w , nie ma wpływu na średnią pracę parowozu, która, jak to już wykazano, pozostaje taka sama,



Rys. 87.



Rys. 88.

jak na poziomej. Jeżeli zaś różnica wysokości dwóch punktów A i B (rys. 87) jest taka, że łącząca je linia ma pochylenie szkodliwe $i > w$, to przyjąwszy zamiast tego pochylenia jednostajnego jakiekolwiek inne łamane ACB , z pochyleniami AC w odwrotnym kierunku, chociażby nawet nieszkodliwymi, zwiększymy pracę siły pociągowej wskutek straty h' w wysokości wzniesienia, już osiągniętej w punkcie A .

Zastąpienie jednostajnego pochylenia szkodliwego AB (rys. 88) pochyleniem łamanem ACB pociąga za sobą zwiększenie pracy siły pociągowej, t. j. stratę wzniesienia, nawet w razie, jeżeli przekrój łamany składa się z samych tylko wzniesień, o ile między nimi są i nieszkodliwe. W istocie, praca siły pociągowej na pochyleniu szkodliwym AB podczas ruchu tam i z powrotem równa się $(L + Q) \frac{wl + h}{2}$. Jeżeli zaś pochylenie AC jest nieszkodliwe, to takąż pracę na wzniesieniach ACB będzie:

$$(L + Q) \left\{ wl_0 + \frac{wl_1 + h_1}{2} \right\} = (L + Q) \left\{ \frac{wl_0}{2} + \frac{wl + h_1}{2} \right\} > (L + Q) \frac{wl + h}{2},$$

gdyż

$$\frac{wl_0}{2} > \frac{h_0}{2}.$$

Takiż wynik otrzymamy, przyjąwszy zamiast pochylenia jednostajnego AB pochylenie łamane ADB , jeżeli pochylenie DB jest nieszkodliwe. Przeciwnie, jeżeli zamiast jednostajnego pochylenia szkodliwego przyjmujemy pochylenie łamane, składające się z pochyłeń szkodliwych tegoż samego kierunku, to praca siły pociągowej pozostanie bez zmiany.

Z tego, co powiedziano powyżej, okazuje się, że praca siły pociągowej będzie najmniejsza w przypadku, gdy przekrój podłużny linii kolejowej składa się będzie z pochyłeń wyłącznie nieszkodliwych. Obojętne jest przytem, czy to będą wzniesienia, czy spadki. Jeżeli zaś dla połączenia dwóch punktów konieczne jest zastosowanie pochyłeń szkodliwych, to dla uniknięcia straty wzniesienia, powodującej zwiększenie pracy parowozów, wszystkie pochylenia winny być szkodliwe i mieć jednakowy kierunek.

Praca parowozu jest najkorzystniejsza, gdy jego szybkość, a zatem i siła pociągowa, są możliwie stałe. Częste zmiany napełnienia cylindrów i otworu przepustnicy wpływają szkodliwie na rozchód paliwa i spokój jazdy. Wobec tego należy unikać częstych i silnych załamań przekroju podłużnego linii kolejowej i projektować ją o ile możności o pochyleniu jednostajnem. Silne i nagłe zmiany siły pociągowej mogą być przyczyną rozerwania pociągu, co szczególnie często trafia się przy przejściu ze stromego wzniesienia do poziomu albo do spadku. Natomiast w punktach przejścia ze spadku do poziomu lub do wzniesienia tylna część pociągu napiera na przednią, co znów może być przyczyną wykolejenia się pociągu. Nagłe *załamania przekroju podłużnego* linii kolejowej są szczególnie niebezpieczne, gdy zbiegają się z miejscami zmiany krzywizny linii kolejowej w planie.

Wobec powyżej przytoczonych okoliczności kąty, które tworzy linja kolejowa w przekroju podłużnym, powinny być zaokrąglone łukami możliwie dużego promienia. Pomiędzy pochyłościami, skierowanemi w odwrotne strony, pożądane jest urządzenie poziomów. Wreszcie załamania przekroju podłużnego nie powinny być urządzone w punktach przejścia od prostych do łuków, gdyż wyznaczenie i utrzymanie toru o podwójnej krzywiznie w przekroju podłużnym i planie byłoby trudne i wskutek tego przejście taboru w takich miejscach nie dość bezpieczne.

Według przepisów polskich (P. T. O.), na drogach żelaznych znaczenia ogólnego załomy przekroju podłużnego winny być zaokrąglone łukiem o promieniu nie mniejszym jak 10 000 m, w obrębie zaś stacyj i dojsć do nich łukiem o promieniu nie mniejszym jak 5 000 m. Długość poziomych lub łagodnie pochyłych wstawek pomiędzy stromemi a rozciągłemi pochyleniami, liczona łącznie z łukami zaokrąglenia załomów, winna być możliwie nie krótsza jak długość pełnoładownych pociągów. Na drogach żelaznych znaczenia miejscowego (P. T. M.) załamania przekroju podłużnego są dozwolone nie bliżej jak o 10 m od punktów przejścia od prostej do krzywej lub punktów przejścia pomiędzy dwiema krzywymi o różnych promieniach. Algebraiczna różnica dwóch sąsiednich pochyłeń nie ma przewyższać 0,01. Załamania przekroju podłużnego winny być zaokrąglone promieniem 5 000 m.

Według przepisów niemieckich (B. O.) załamania przekroju podłużnego w torach głównych winny być zaokrąglone łukiem o promieniu nie mniejszym jak 5000 m; promień ten może być zmniejszony do 2000 m na odcinkach prostych. Zastosowanie takiegoż promienia 2000 m poleca się na drogach żelaznych znaczenia miejscowego (Gz.).

2. Kształt linii kolejowej w planie. Promienie łuków. Krzywe przejściowe i wstawki proste. Praca siły pociągowej na łukach. Pochylenie zastępcze linii kolejowej.

Krańcowe wielkości promieni, stosowane na drogach żelaznych rozmaitych typów, były podane już na str. 96 i 99. Pochylenie linii kolejowej, jakie dopuścić można w łuku o danym promieniu, określa się w zależności od wzniesienia miarodajnego. Krańcowe pochylenia winny być w łukach odpowiednio zmniejszane.

Według przepisów polskich (P. T. O.), w torach głównych należy stosować promienie łuków możliwie wielkie i nie mniejsze jak 300 m na drogach żelaznych pierwszorzędnych i 180 m na drugorzędnych. Na drogach żelaznych znaczenia miejscowego (P. T. M.) normalnotorowych, po których dozwala się przejazd parowozów dróg żelaznych pierwszorzędnych, promień łuków nie może być mniejszy jak 180 m; na drogach żelaznych, po których przechodzi wszelki inny tabor dróg żelaznych pierwszorzędnych i drugorzędnych, z wyjątkiem parowozów, promień łuków nie może być mniejszy jak 140 m, w innych zaś przypadkach nie mniejszy jak 100 m. Na drogach żelaznych wąskotorowych promień łuków w torach głównych nie może być mniejszy jak

100 m	przy szerokości toru	1000 mm
75 m	„	750 mm
60 m	„	600 mm

na stacjach zaś i bocznicach nie mniejszy jak

50 m	przy szerokości toru	1000 mm
40 m	„	750 mm
30 m	„	500 mm.

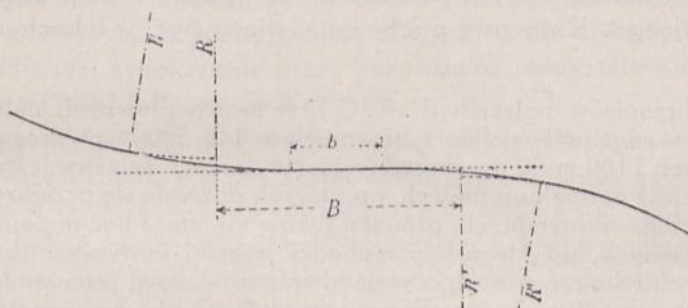
Mniejsze promienie mogą być stosowane nie inaczej jak z zezwolenia ministerjum kolei żelaznych.

Według przepisów niemieckich (B. O.), najmniejszy promień łuków w torach głównych dróg żelaznych pierwszorzędnych dopuszcza się 180 m, lecz promienie mniejsze niż 300 m mogą być zastosowane nie inaczej jak za zezwoleniem ministerjum. Na drogach żelaznych drugorzędnych (B. O.), o ile po nich przechodzi ma tabor dróg żelaznych pierwszorzędnych, promień łuków nie może być mniejszy jak 180 m, w innych przypadkach nie może być mniejszy jak 100 m. Na kolejkach wąskotorowych (Gz.) promień łuków winien wynosić conajmniej 50 m przy szerokości toru 1000 mm, 40 m przy 750 mm i 25 m przy 600 mm. Jeżeli tabor posiada urządzenia, ułatwiające przejście w ostrych łukach, to promienie łuków mogą być mniejsze. Poleca się nie przekraczanie następujących granic rozstawu sztywnego skrajnych osi parowozów w zależności od najmniejszych promieni łuków:

przy promieniach m	180	150	100	75	50	40	25
największy rozstaw osi m	3,2	2,9	2,3	2,0	1,6	1,5	1,1.

Rozstaw sztywny osi wagonów może być o 25% większy.

Dla przeciwdziałania bocznemu naciskowi kół w łukach stosuje się zwykle pewne *wzniesienie szyny zewnętrznej* nad wewnętrzną. Przejście od takiego położenia szyn do położenia normalnego na prostej powinno być uskutecznione stopniowo na pewnej długości, na której w razie, jeżeli łuk jest ostry, pożądane jest również urządzenie stopniowego przejścia w planie od promienia skończonego w łuku do nieskończonego na prostej. Nie wchodząc w szczegóły ustroju *krzywych przejściowych*, które podane są poniżej w dziale IV, zaznaczymy tylko, że krzywa przejściowa ciągnie się w obie strony od stycznych łuku kolistego i że dla osiągnięcia spokojnej jazdy pochylenie szyny zewnętrznej na długości krzywej przejściowej powinno być tem łagodniejsze, im większa jest szybkość jazdy.



Rys. 89.

Dla możności urządzenia krzywej przejściowej potrzeba, aby była umieszczona *prosta wstawka pomiędzy łukami, skierowanymi w odwrotne strony* (rys. 89). Długość B tej wstawki winna być taka, aby między dwoma przejściami, skierowanymi w różne strony, pozostawał jeszcze kawałek b toru prostego o szynach w jednym poziomie, na którym wagony, pochylone poprzecznie na łukach, powracałyby do położenia normalnego.

Zamiast łuku, zatoczonego jednym promieniem, można stosować łuk kabłąkowy o kilku promieniach w razie, gdyby to ze względów topograficznych okazało się koniecznym. Należy jednak w tym przypadku układać jedną krzywą bezpośrednio za drugą, unikając umieszczania między krzywymi, zwróconemi w tę samą stronę, krótkich wstawek prostych, na których szyny, z powodu braku miejsca dla krzywych przejściowych, nie mogłyby być doprowadzone do normalnego położenia w jednym poziomie.

Według przepisów polskich (P. T. O.), na drogach żelaznych znaczenia ogólnego, w torach głównych zasadniczych, przejścia pomiędzy prostymi i łukami, lub łukami tegoż kierunku o znacznej różnicy promieni, winny być złagodzone zapomocą krzywych przejściowych. Zgodnie z tem, pomiędzy dwoma łukami kolistymi kierunku odwrotnego przy trasowaniu linii winna być wstawiona prosta o długości co najmniej dostatecznej do umieszczenia krzywych przejściowych. Pomiedzy łukami skierowanymi w jedną stronę należy unikać krótkich wstawek prostych. Na drogach żelaznych znaczenia miejscowego (P. T. M.) w torach głównych pomiędzy prostą a łukiem o promieniu mniejszym niż 600 m na liniach normalnotorowych i mniejszym niż 300 m na liniach wąskotorowych należy wstawić krzywą przejściową. Dwa łuki o przeciwnej krzywości należy łączyć prostą wstawką, wynoszącą co najmniej

10 m pomiędzy początkami wzniesień toku zewnętrznego. Wyjątki mogą być dopuszczone dla kolei budowanych nie na własnym torowisku.

Według przepisów niemieckich (B. O.), na drogach żelaznych pierwszorzędnych pomiędzy prostymi a łukami winny być urządzone krzywe przejściowe. Wstawka prosta pomiędzy łukami odwrotnej krzywizny winna wynosić conajmniej 30 m, licząc między początkami wzniesienia toku zewnętrznego. Na drogach żelaznych znaczenia miejscowego (Gz.) wstawka ta winna wynosić conajmniej 10 m, urządzenie zaś krzywych przejściowych pomiędzy prostymi i łukami jest polecone.

Łuki są szkodliwsze od pochyłości *pod względem pracy siły pociągowej*, ponieważ wywołują dodatkowy opór w obu kierunkach biegu pociągów.

Dla łuków, których promienie nie są krańcowo małe, zamiast doświadczalnych wzorów oporu, podanych na str. 119, można zastosować wzór (24) (patrz str. 108) dostatecznie przybliżony:

$$c = \frac{500 s}{R} \dots \dots \dots (89)$$

dla normalnej zaś szerokości toru i rozstawu szyn około 1,5 m:

$$c = \frac{750}{R} \dots \dots \dots (90)$$

w których c wyrażono w kg/t , s zaś i R w metrach.

Jeżeli kąt środkowy łuku wynosi α stopni, to jego długość:

$$l = \frac{\pi}{180} \alpha R$$

praca zaś siły pociągowej, przewyżczająca opór wskutek łuku, wyniesie w kilogramometrach na tonnę ciężaru pociągu:

$$cl = \frac{500 \pi \alpha s}{180} = 8,75 \alpha s \dots \dots \dots (91)$$

t. j. zależy wyłącznie od środkowego kąta łuku.

W razie, gdy łuk położony jest na pochyłości szkodliwej, praca siły pociągowej dla przewyżczenia oporu wskutek krzywizny toru równa się, zgodnie z równaniem (88), tylko połowie tej pracy, jaka się otrzymuje z wzoru (90).

Przy pomocy wzorów (86), (88) i (91), *praca siły pociągowej przy zmiennym przebiegu* może być określona z następującego równania:

$$Zl = (L + Q) \left\{ wl_0 + \frac{wl_1}{2} + \frac{h}{2} + 8,75 s \left(\alpha_0 + \frac{\alpha_1}{2} \right) \right\} \dots \dots \dots (92)$$

W tem równaniu oznacza:

- $L + Q$ ciężar całkowity pociągu w tonnach;
- l_0 długość ogólną poziomów i pochyłości nieszkodliwych w km ;
- l_1 takąż długość pochyłości szkodliwych;
- h sumę wysokości wszystkich pochyłości szkodliwych;
- α_0 sumę kątów środkowych (w stopniach) łuków, położonych na poziomach i na pochyłościach nieszkodliwych;
- α_1 toż samo na pochyłościach szkodliwych;
- s szerokość toru (rozstaw szyn).

Taką pracę siły pociągowej otrzymałoby się, gdyby linja kolejowa miała na całej swej długości jednostajne pochylenie i_2 , którego wielkość może być określona z równania:

$$(L + Q) \frac{w + i_2}{2} l = (L + Q) \left\{ wl_0 + \frac{wl_1}{2} + \frac{h}{2} + 8,75t \left(\alpha_0 + \frac{\alpha_1}{2} \right) \right\} \quad (93)$$

$$i_2 = \frac{1}{l} \left\{ wl_0 + h + 8,75s (2 \alpha_0 + \alpha_1) \right\} \quad (94)$$

Pochylenie i_2 nazwiemy *pochyleniem zastępczym* linii kolejowej. Posiłkując się niem, łatwo określić pracę siły pociągowej i zmiany jej w zależności od kształtu linii kolejowej w przekroju i w planie.

3. Rozmieszczenie stacyj. Zdolność przepustowa i przewozowa drogi żelaznej. Mijanki. Położenie stacyj w łukach i na pochyłościach. Długość równi stacyjnej. Rozmieszczenie parowozowni i wodociągów. Wybór źródła wody. Dzielne zapotrzebowanie wody.

Dla zadośćuczynienia interesom ludności, jako też mając na względzie korzyść własną budowanej drogi żelaznej, należy doprowadzić jej linję o ile możliwości jaknajbliższej i jaknajdogodniej do zaludnionych środowisk przemysłowych i handlowych, położonych w jej okolicy, o ile takie poprowadzenie linii nie wywołuje kosztów nadzwyczajnych wskutek trudnych warunków terenu lub konieczności przecięcia działek zabudowanych albo też przedstawiających wysoką wartość z innych względów.

Drogi żelazne otrzymują prawie cały swój dochód za pośrednictwem stacyj, których urządzenie przyciąga do kolei podróżnych i towary oraz zwiększa stopniowo ich ilość, przyczyniając się do rozwoju przemysłu i handlu w danej miejscowości. Przeto w interesie projektowanej drogi żelaznej leży zaczepienie możliwie jaknajwiększej ilości środowisk zaludnienia i przemysłu, napotykanym po drodze, chociażby osiągnięcie tego celu wymagało pewnego zwiększenia długości linii kolejowej.

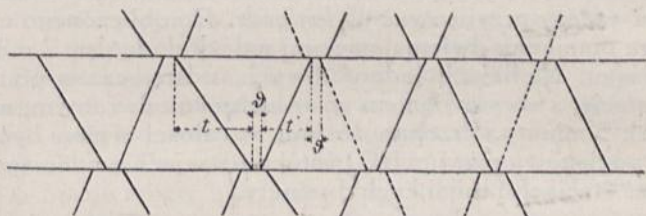
Pytanie, o ile opłaci się wydłużyć linję kolejową i ponosić inne wydatki, które wywołałyby zbliżenie się do danego punktu, zależy od znaczenia, jakie ten punkt posiada, jako też od charakteru ruchu, oczekiwanego na projektowanej drodze żelaznej. Jeżeli droga ta ma służyć przeważnie do komunikacji bezpośredniej i ruchu tranzytowego, t. j. do przewozu, który mało obchodzi stacje pośrednie, to, wogóle mówiąc, powinna być poprowadzona w kierunku możliwie najkrótszym. Jednak i w tym razie, o ile nie zachodzi obawa współzawodnictwa innych linii kolejowych w przewozach tranzytowych, opuszczenie, w celu skrócenia długości linii, jakiegoś punktu nieco z boku położonego, który mógłby dać drodze żelaznej pewną ilość przewozu, może mieć wprawdzie znaczenie ogólno-ekonomiczne, lecz rzadko bardzo przedstawia interes dla drogi żelaznej, która pobiera dochód od jednostki wykonanego przewozu, t. j. od osobokilometra i tonnokilometra.

Wobec przytoczonych okoliczności rozmieszczenie stacyj w miejscowościach zaludnionych zależy przeważnie od położenia punktów, w których pociągi winny zatrzymywać się dla przyjęcia i wysadzenia podróżnych oraz dla

naładowania i wyładowania towarów. Jednakże zatrzymywanie pociągów konieczne jest nie tylko w pomienionym głównym celu handlowym, lecz też dla zadośćuczynienia wymaganiom technicznym samego ruchu. Pociągi pośpieszne muszą wyprzedzać pociągi powolne, na kolejach zaś jednotorowych pociągi, dążące w kierunkach odwrotnych, muszą mieć możliwość wymijania się. Parowozy przy pociągach muszą nabierać po drodze zapas wody i paliwa i t. p. Z tego powodu w miejscowościach nie zbyt gęsto zaludnionych rozmieszczenie stacyj zależy od ilości pociągów na dobę, do których przepuszczenia droga żelazna winna być przysposobiona, t. j. od tak zwanej *zdolności przepustowej* drogi żelaznej inaczej *przelotnością* zwanej.

Zdolność przepustową drogi żelaznej należy odróżniać od jej *zdolności przewozowej*, która może być mniejszą od pierwszej, ponieważ zależy od środków przewozu, t. j. od ilości taboru, który droga żelazna posiada.

Możliwość przepuszczenia po drodze żelaznej określonej ilości pociągów stwierdza wykres jazdy pociągów należycie zestawiony. Podstawą do ułożenia tego wykresu służy czas, jakiego potrzebuje pociąg na przebieżenie poszczególnych szlaków między stacjami. Sposób określenia tego czasu podany został powyżej na str. 138.



Rys. 90.

O przelotności linii stanowi zwykle przelotność tego jej odcinka, na którym przebieg pociągu pomiędzy dwiema sąsiednimi stacjami lub mijankami tam i z powrotem wymaga najdłuższego czasu. Długość postoju pociągów na stacjach, określona w zależności od wymagań handlowych i technicznych, nie wpływa, jak to widać z wykresu 79 na str. 155 i rys. 90, na zdolność przepustową szlaków na linii jednotorowej. Co się tyczy odstępu czasu Δ między przybyciem jednego pociągu i wyprawieniem następnego na tenże sam szlak w kierunku odwrotnym, to odstęp ten przyjmuje się zwykle nie mniejszy jak 2 minuty. Jeżeli na przebieżenie szlaku między dwiema stacjami pociąg potrzebuje w jednym kierunku t minut, w odwrotnym zaś t' , to czas zajęcia szlaku przez jedną parę pociągów wynosi conajmniej $t + t' + 2\Delta$ minut, a największa ilość takich par pociągów na dobę będzie:

$$n = \frac{1440}{t + t' + 2\Delta} \dots \dots \dots (95)$$

Jeżeli ilość ta nie odpowiada żądanej zdolności przepustowej, to odległość między stacjami powinna być odpowiednio zmniejszona. Jeżeli zaś rozmieszczenie

stacyj zmienione być nie może, to między nimi powinna być urządzona *mijanka* do rozmijania się pociągów lub wyprzedzania pociągów powolnych przez szybkie.

Według przepisów polskich (P. T. O.), na drogach żelaznych znaczenia ogólnego w pobliżu miast, znaczniejszych osad i punktów przemysłowych winny być pobudowane stacje z urządzeniami stosownie do oczekiwanego przewozu, połączone z istniejącymi drogami publicznymi, a w odpowiednich wypadkach również i wodnemi. Wymaganą przelotność linii określają szczegółowe warunki techniczne. Przy projektowaniu i budowie dróg żelaznych winna być uwzględniona możliwość rozwoju ich przelotności odpowiednio do przewidywanych potrzeb (czyniąc zadość dla linii kolejowych, mających znaczenie strategiczne, wymaganiom obrony Państwa), dla linii zaś kolejowych pierwszorzędných wogóle możliwie jaknajwiększa. Stacje, mijanki i posterunki blokowe winny być rozstawione możliwie równomiernie co do czasu przebiegu pomiędzy nimi pociągów i w takich odstępach, aby projektowana kolej mogła osiągnąć wymaganą przelotność. Przy otwarciu ruchu winny być czynne te stacje, mijanki i posterunki blokowe, które są niezbędne ze względu na wymaganą początkową przelotność linii i na zaspokojenie współczesnych potrzeb przewozu.

Wymaganą przelotność linii przy projektowaniu dróg żelaznych znaczenia ogólnego oblicza się dla ładownych pociągów towarowych, poruszanych parowozem typu 0—4—0 ser. Тр4 (patrz N. 9 tab. 9 na str. 102—103). Największą szybkość pociągu należy przyjmować 45 km/godz. Do obliczonego czasu biegu pociągu na przebiegu pomiędzy dwiema stacjami należy dodać po 2 minuty na rozpęd i zatrzymanie pociągu. Na liniach jednotorowych, odstęp czasu pomiędzy przybyciem pociągu na stację, a wyprawieniem go w kierunku odwrotnym, należy przyjmować nie mniej jak 3 minuty. Przelotność linii w całości winna być udowodniona wykresem jazdy pociągów, przyjmując postój na stacjach wodociągowych 6 minut, na pozostałych zaś stacjach i mijankach 3 minuty.

Stacje i mijanki winny być urządzone o ile możliwości w linii prostej i poziomej.

Położenie stacji w łukach jest niedogodne nietylko ze względu na trudności, jakie stąd wynikają przy układaniu rozjazdów, łączących tory stacyjne pomiędzy sobą, lecz głównie dla tego, że w tych warunkach budynki, drzewa i inne przedmioty zasłaniają tory stacyjne i sygnały na krótką odległość przed pociągiem, co wpływa szkodliwie na bezpieczeństwo ruchu. Dla powyższych przyczyn należy wogóle unikać umieszczania stacyj w łukach, zwłaszcza skierowanych wężykowato w odwrotne strony, w razie zaś niemożności zastosowania się do tego warunku, promień łuku, w którym ma być urządzona stacja, powinien być możliwie jaknajwiększy.

Jeżeli *tory stacyjne* położone są na *pochyłości* większej niż 2,5‰, to stojące na nich wagony, wprawione w ruch przez wiatr lub zderzenie się, mogą potoczyć się dalej pod działaniem siły ciężkości i ujść ze stacji, co bywało nieraz przyczyną nieszczęśliwych wypadków. Wobec tego należy unikać, zwłaszcza na liniach znaczenia ogólnego, umieszczania stacyj na pochyłościach, chociażby nawet mniejszych niż 2,5‰. Również należy unikać dojścia do stacji ze stromym spadkiem, co utrudnia zatrzymywanie pociągów przy wejściu na stację, a także rozpęd pociągów przy wyjściu ze stacji. Przeciwnie, dojście do stacji po wznie-

sieniu może być pod tym względem dogodnie, o ile tylko wzniesienie to nie będzie zbyt strome.

Długość równi, przeznaczonej do urządzenia stacji, zależy od długości pociągów, które mają być w obiegu, i od ilości i rozmieszczenia torów stacyjnych; z drugiej zaś strony skład pociągów zależy jest, jak wiadomo, od przekroju podłużnego linii, mocy parowozów i wytrzymałości sprzęgieł. Dane co do największego składu pociągów, stosowanego obecnie na drogach żelaznych znaczenia ogólnego, podane były wyżej (por. str. 132 i 133). Należy jednak pamiętać, że wymagania co do składu pociągów w celu zwiększenia zdolności przewozowej, a co za tem idzie moc parowozów i wytrzymałość sprzęgieł dla zadosyćczenia tym wymaganiom, stale się zwiększają, i projektować długość równi stacyjnych z dobrym zapasem, gdyż ulepszenia przekroju podłużnego, dokonywane w tym celu w czasie eksploatacji, bywają nadzwyczaj trudne i kosztowne.

Pożądaną jest, aby równia pod stacją nie wypadła na zbyt stromym pochyleniu poprzecznym terenu, ze względu na roboty ziemne. Przytem należy mieć na uwadze, że szerokość stacji małych i średnich bywa nie mniejsza jak 30 do 60 m.

Według przepisów polskich (P. T. O.), na drogach żelaznych znaczenia ogólnego stacje winny być położone zasadniczo na poziomie, w każdym razie pochylenie podłużne torów stacyjnych, za wyjątkiem torów przetokowych, nie powinno przekraczać $2,5\text{‰}$. Końce torów mijankowych mogą zachodzić na spadki przyległych szlaków. Długość równi stacyjnych winna odpowiadać projektowanemu układowi torów stacyjnych i przewidywanemu ich rozwojowi, conajmniej zaś długości użytkowej torów z uwzględnieniem rozmieszczenia rozjazdów krańcowych i zaokrągleń załomów. Pochylenia na dojeźciach do stacji i mijanek powinny być o ile możliwości łagodzone. Stacje winny być położone o ile możliwości na prostych, a przynajmniej posiadać z obu końców proste albo łagodne łuki, dostatecznie długie do dogodnego ułożenia rozjazdów wejściowych. Na drogach żelaznych znaczenia miejscowego (P. T. M.), tory stacyjne oraz tory ładunkowe bocznic, na szlaku pomiędzy stacjami położonych, nie powinny mieć pochylenia większego jak 3‰ , z wyjątkiem mijanek, które dozwala się urządzać na pochyleniach do 7‰ .

Z wiadomości, podanych w rozdz. VI działu II wynika, że *rozmieszczenie parowozowni* na projektowanej linii kolejowej zależeć będzie od warunków natury technicznej zaopatrzenia parowozów w paliwo i należytego ich utrzymania i naprawy oraz od warunków natury administracyjnej zmiany we właściwym czasie obsad parowozowych, stosownie do przyjętych zasad ich pracy i odpoczynku.

Określiwszy dla danej linii kolejowej ilość paliwa, jaką spotrzebowywać będą parowozy pociągowe (patrz str. 148 i 149), łatwo się przekonać, czy przy odległościach, jakie przyjęto pomiędzy stacjami, przeznaczonemi do nabierania tego materiału, zapas jego w tendrach okaże się dostatecznym. Czy przyjęte rozmieszczenie parowozowni jest odpowiednie pod innemi względami, najlepiej sądzić można z porównania wykresów obiegu parowozów (por. str. 146), w których byłyby uwzględnione wszystkie potrzeby służby parowozowej.

Wodociągi powinny być urządzone nietylko na wszystkich stacjach, gdzie się znajdują parowozownie, lecz również na stacjach pośrednich, ponieważ zapas wody w tendrze wyczerpuje się znacznie prędzej niż zapas paliwa. Krańcowa odległość, na jakiej zapas wody w tendrze jeszcze nie zostanie wyczerpany,

określa się według rozchodu wody w tendrze. Sposób określenia tego rozchodu dla linii kolejowej o wiadomym przekroju podłużnym wskazany był powyżej (patrz str. 148 i 149). Gdyby jednak wodociągi były rozmieszczone na linii kolejowej w największych odstępach, na jakie tylko pozwala rozchód wody w tendrach parowozów pociągowych, to zepsucie się choćby jednego z wodociągów uniemożliwiłoby kursowanie pociągów po tej linii. Z tego powodu, o ile stacje nie posiadają zapasowych kotłów i pomp, ilość wodociągów winna być obrachowana z takim zapasem, aby potrzeby parowozów pociągowych i stacyj były zabezpieczone.

Przy wyborze *źródła wody dla wodociągu* należy zwracać uwagę na jakość i ilość wody, którą to źródło dostarcza. W tym celu należy wybierać przede wszystkim źródła żywe, jako to: rzeki, jeziora i stawy, zasilane przez źródła. W braku takich źródeł urządzone bywają studnie artezyjskie.

Woda powinna być czysta, miękka, bez znacznej domieszki ciał mineralnych i organicznych. Szczególnie szkodliwymi są węglan i siarczan wapnia i magnezja. Sole, zawierające się w wodzie, osadzają się przy wysokiej temperaturze na ścianach kotłów parowozowych. Tworzy się w ten sposób *kamień kotłowy*, który zmniejsza wydajność pary w kotłach i przeżera ich ścianki. Zdatowność wody do zasilania kotłów należy zbadać za pomocą analizy chemicznej. Do oczyszczania wody uznanej za niezdatną stosowane bywają różne przyrządy, co jednak pociąga za sobą znaczne koszty.

Wodociągi kolejowe mają na celu dostarczanie wody nie tylko parowozom pociągowym, lecz i manewrowym oraz do przemywania kotłów parowozowych, do warsztatów, na potrzeby pracowników kolejowych, mieszkających na stacji, dla przewożonych wojsk i t. p. *Dzienne zapotrzebowanie wody* dla parowozów pociągowych na stacjach, na których znajdują się parowozownie główne lub zwrotne, t. j. gdzie parowozy przyczepia się do pociągów, nie jest także samo jak na wszelkich innych stacjach, na których pociągi zaopatrują się w wodę. Na stacjach mających parowozownie, ilość wody dostarczana w ciągu doby na potrzeby pociągów powinna być dostateczną do napełnienia wszystkich tendrów, wyprawianych ze stacji w ciągu tegoż czasu; na innych zaś stacjach, posiadających wodociąg, ilość ta winna wystarczać tylko do pokrycia rozchodu wody, spotrzebowanej na długości szlaku od poprzedniego wodociągu, i, o ile to jest możliwe, od przedostatniego ze względu, że najbliższy wodociąg może się zepsuć.

Co się zaś tyczy ilości wody na potrzeby stacji, to zależy ona od pracy stacji i może wahać się w bardzo szerokich granicach.

Według przepisów polskich (P. T. O.), na drogach żelaznych znaczenia ogólnego rozmieszczenie parowozowni oraz ilość w nich stanowisk winny odpowiadać warunkom i potrzebom gospodarki parowozowej i mają być określone, odpowiednio do tychże, dla każdej poszczególnej linii w szczegółowych warunkach technicznych. Przy rozmieszczeniu parowozowni na linii należy uwzględnić również późniejszą zmianę warunków obrotu parowozów odpowiednio do przewidywanego rozwoju sieci kolejowej.

Stacje wodne winny być tak rozstawione i posiadać taką wydajność, aby były w stanie o każdym czasie zaspokoić własne potrzeby stacyj i zaopatrzyć w wodę

parowozy całkowitej ilości pociągów, przewidzianej według szczegółowych warunków technicznych, oraz aby posiadały możliwość dalszego rozwoju odpowiednio do przewidywanego zwiększenia przelotności linii.

Odległość między stacjami wodnymi należy określać odpowiednio do warunków ruchu pełnoładownego pociągu towarowego, ciągniętego parowozem typu 0-4-0 ser. Tp 4 (p. str. 204) z tendrem o pojemności skrzyni wodnej $16,5 m^3$. Przyjmując dla tego parowozu spożycie wody na $MK/godz. 8 kg$, z dołączeniem zaś 30% na straty nieprzewidziane $10,4 kg$, czyli na każdą tonnę siły pociągowej wskazanej i km przebiegu $38,5 kg$, należy stacje wodne rozstawić w takich odstępach, aby uzupełnienie zapasu wody mogło nastąpić już po wyczerpaniu 80% pojemności tendra. Dla linii kolejowych lub pojedynczych odcinków, obsługiwanych zapomocą parowozów bez-tendrowych, należy przy rozstawianiu stacji wodnych mieć na względzie odpowiednie zmniejszenie odległości między nimi.

Wodociąg stacyjny ma dostarczyć w ciągu doby, prócz ilości wody niezbędnej do zasilenia wszystkich parowozów pociągowych, przechodzących przez stację przy napięciu ruchu, określonym w szczegółowych warunkach technicznych, nadto 1) ilość niezbędną do pracy przetokowej, na rezerwy, mycie kotłów, a także do użytku naprawni taboru i na potrzeby stacji, co powinno być obliczane na stacjach z parowozownią główną nie mniej jak na $100 m^3$ na dobę, na stacjach z parowozownią zwrotną nie mniej jak na $40 m^3$ i na wszystkich pośrednich stacjach nie mniej jak na $10 m^3$ na dobę, i 2) ilość wody zdanej do picia, do użytku przewożonych wojsk, która winna wynosić na stacjach z punktami żywnościowymi nie mniej jak $40 m^3$, na stacjach zaś pośrednich nie mniej jak $10 m^3$ na dobę.

Dobra woda do zasilania kotłów parowozowych winna zawierać w litrze nie więcej jak $150 mg$ ciał, tworzących kamień kotłowy. Przy zawartości w jednym litrze ponad $350 mg$ takich ciał, oczyszczanie chemiczne wody jest konieczne.

4. Wyznaczenie linii kolejowej pod względem stateczności i trwałości torowiska. Badania geologiczne. Trasowanie linii w wykopach. Posadowienie i materiał nasypów. Wzniesienie torowiska. Roboty ziemne. Wiadukty i tunele.

Dla zabezpieczenia stateczności i trwałości torowiska należy unikać prowadzenia linii kolejowej przez takie miejsca, w których uwarstwienie gruntu lub jego właściwości mogłyby stać się przyczyną osunięć, rozplywów lub też innych uszkodzeń torowiska, albo gdzie jego odwodnienie byłoby utrudnione.

W tym celu miejscowość, przez którą projektuje się poprowadzenie linii kolejowej, powinna być zbadana pod względem geologicznym, zapomocą szczegółowych oględzin oraz odkrywek i wierceń dla przekonania się o właściwościach i uwarstwieniu gruntów. Szczególnie ważne jest zbadanie stałości terenu na stokach i w miejscach, gdzie projektuje się głębokie wykopy. Pochyłe uwarstwienie gruntu z upadem w stronę doliny lub wykopu bywa nieraz przyczyną wielkich osunięć, szczególnie w glinie z warstwami wodonośnymi. Takie warstwy wodonośne bywają przyczyną osunięć nawet w gruntach skalistych. Niektóre grunty gliniaste namiekają pod działaniem wody, wywołując rozplywanie się i osuwanie się gruntu, którym zapobiec lub które powstrzymać bywa nadzwyczaj trudno.

Wogóle dla stałości i trwałości torowiska kolejowego niezbędne jest, aby ono było możliwie jaknajlepiej odwodnione. Z tego powodu w długich wykopach należy projektować torowisko o ile możliwości ze spadkiem podłużnym

w obie strony, w celu zapewnienia ścieku wody w rowach bocznych. W krótkich wykopach poziomych ściek wody w rowach może być osiągnięty przez pogłębienie tychże od środka ku końcom wykopu.

Grunty torfiaste i błotniste są bardzo niepewną podstawą dla nasypów, które nieraz przez długie lata nie przestają pogrążyć się w nie i wymagają nieustannego dosypywania.

Przyczyny odkształceń wykopów i nasypów opisane są więcej szczegółowo w rozdziale I działu IV-go, traktującym o ustroju spodniej budowy toru. Przykłady, które tam przytoczono z praktyki dróg żelaznych, świadczą o bardzo ważnym znaczeniu badań geologicznych przy projektowaniu linii kolejowej, gdyż badania te dają możliwość wykrycia miejsc niebezpiecznych dla stałości torowiska i uniknięcia przez ich obejście olbrzymich wydatków, których wymagałaby w następstwie naprawa odkształceń torowiska lub nawet przeniesienie go w inne miejsce już po wybudowaniu drogi.

Bardzo ważne także jest zbadanie gruntu wykopów w celu określenia kosztu ich rozkopania i zdatności otrzymanego z nich materiału do wznoszenia nasypów. Wypadki, w których materiał z wykopów jest niezdatny na nasypy i z tego powodu winien być składany osobno, a nasypy wznoszone z ziemi, otrzymanej z ukopów bocznych czyli rezerw, są dość rzadkie. Torf, il, niektóre gliny, łatwo namiękające i rozpływające się pod działaniem wody, nie powinny być wcale używane na nasypy.

Oprócz przypadku niezdatności materiału, otrzymanego z wykopów, mogą być jeszcze inne przypadki, gdy w zależności od cen dobywania i przewozu ziemi i od miejscowych warunków korzystniej jest składać ziemię z wykopów na boku w kształcie odkładów, nasypy zaś wznosić z ziemi, otrzymanej z ukopów. Jednakże w większości wypadków wznoszenie nasypów z materiału, otrzymanego z wykopów, okazuje się korzystnym, dlatego też przy wyznaczaniu wysokości torowiska należy starać się, aby objętości nasypów i wykopów wzajemnie się równoważyły.

W celu zmniejszenia kosztów budowy należy się starać, aby ilość robót ziemnych była wogóle możliwie jaknajmniejsza. Idąc po powierzchni terenu, potrzebaby było w większości wypadków bardzo często łamać linię pochyleń. O niedogodnościach dla eksploatacji takiego jej kształtu była już mowa powyżej; dadzą się one tem więcej odczuwać, im większa będzie szybkość ruchu i ilość przewozu. Z drugiej znów strony należy mieć na uwadze, że w miejscowościach, zasypywanych przez śniegi, niskie nasypy i niegłębokie wykopy najczęściej podlegają zaspom.

Dla uniknięcia zalewu i rozmycia, jako też w celu należytego odwodnienia torowiska, należy je projektować wogóle powyżej poziomu wód najwyższych, z zapasem conajmniej 0,6 m.

Jeżeli nasyp jest długi i wysoki, a wykop głęboki, to zamiana pierwszego na wiadukt, drugiego zaś na tunel może okazać się korzystną. Przyjmuje się zwykle, że przy 20 m wysokości nasypu lub głębokości wykopu korzystniej już bywa zastąpić je pomienionymi dziełami sztuki, niż wykonać odpowiednie robo-

ty ziemne. Dla należytego rozstrzygnięcia tego pytania wypada jednak w każdym poszczególnym wypadku wziąć pod uwagę warunki miejscowe, jako to: ilość torów, koszt robót i materiałów, szerokość wolnego pasa ziemi, koszt wywłaszczenia i t. p.

Według przepisów polskich (P.T.O.), na drogach żelaznych znaczenia ogólnego wywłaszczenie gruntów pod ukopy i odwały winno być stosowane tylko w przypadkach nieodzownej potrzeby. W celu lepszego zabezpieczenia toru kolejowego od zasp śnieżnych należy unikać płytkich przekopów i niskich nasypów na znacznej rozciągłości. W miejscach zagrożonych przez zasy śnieżne winny być zastosowane odpowiednie środki zapobiegawcze w postaci rozszerzenia płytkich przekopów, ogrodzenia kolei zasłonami stałymi lub przenośnymi i t. p. W miejscowościach zalewanych krawędź torowiska winna wznosić się conajmniej o 60 cm ponad stwierdzony najwyższy poziom wód.

Według przepisów niemieckich (Gz.), na drogach żelaznych znaczenia miejscowego zaleca się, aby szyny były wzniesione ponad poziom często powtarzających się wód wysokich; mogą one jednak być położone niżej poziomu wód wysokich, który zdarza się rzadko, w wyjątkowych przypadkach.

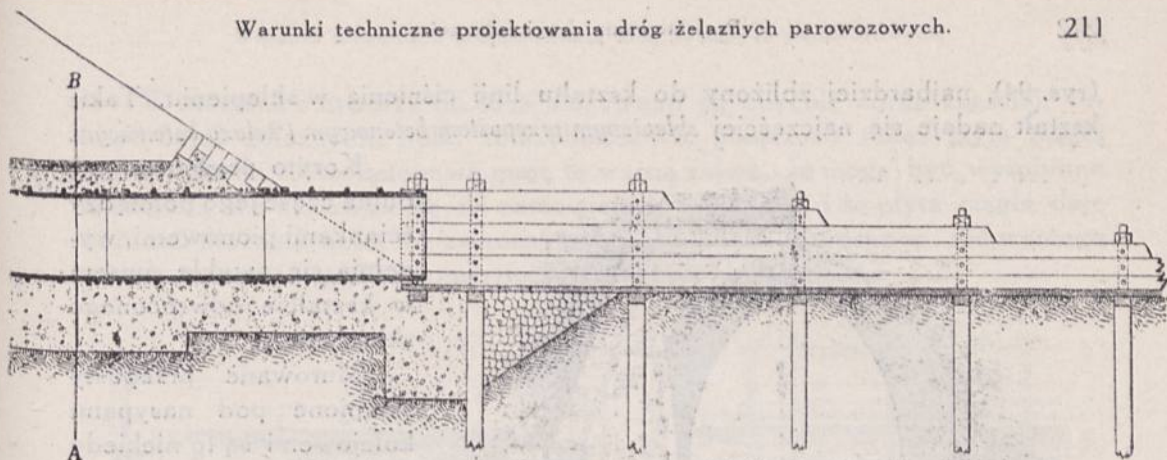
5. Przejście rzek i parowów. Położenie mostu. Dojście do mostu w planie i przekroju podłużnym. Wybór rodzaju dzieł sztuki. Rury, przepusty, mosty belkowe i sklepione. Wzniesienie dzieła sztuki nad poziomem wód. Wysokość konstrukcyjna, ilość i koszt materiałów w przepustach i mostach.

Przejście rzek i parowów należy wybierać o ile możliwości w prostej i najwęższej ich części, posiadającej brzegi wysokie i niezatapiane. Przejście to powinno być możliwie prostopadłe do doliny rzeki i kierunku przepływu wód wysokich.

Za wyjątkiem warunków szczególnie trudnych, mosty należy wogóle urządzać na linii prostej i poziomej. Urządzenie mostów żelaznych w łukach wiksła ich ustrój i wywołuje przeciążenie jednego z dźwigarów; nadto wielkość tego przeciążenia zależy od podwyższenia szyny zewnętrznej i wogóle z trudnością daje się obliczyć. Urządzenie mostów żelaznych o dużych przesłach na stromych pochyłościach, wymagających hamowania, wywołuje również dodatkowe naprężenia w części przejazdowej mostu i w jego podporach.

Przejścia z prostych na łuki, jak również załamania linii kolejowej w przekroju podłużnym, nie powinny być dopuszczane ani na mostach, ani w ich bliskości bezpośredniej. Urządzenie na mostach żelaznych łuków przejściowych w przekroju i w planie nastęrcza trudności, nadto przy przejściu taboru z nasypu na przyczółki mostu odczuwa się zawsze pewne wstrząśnienie, wywołane nagłą zmianą sprężystości budowy spodniej i mogące spowodować w takich warunkach niebezpieczne skutki.

Miejsca, w których powinny być urządzone dzieła sztuki w celu przepuszczenia wód pod torowiskiem, wskazuje położenie rzek i potoków lub też najniższych punktów parowów, które projektowana linja kolejowa ma przecinać. Dla osiągnięcia dogodniejszego przecięcia rzeki lub dla uniknięcia dwukrotnego jej przecięcia, może się niekiedy okazać korzystnym odchylenie rzeki od pierwotnego jej położenia. Na niektórych parowach nie głębokich i nie bardzo stromych, o niewielkiej zlewni, można nie urządzać dzieła sztuki, odprowadzając ściekającą temi parowami wodę w bok lub do sąsiednich parowów.



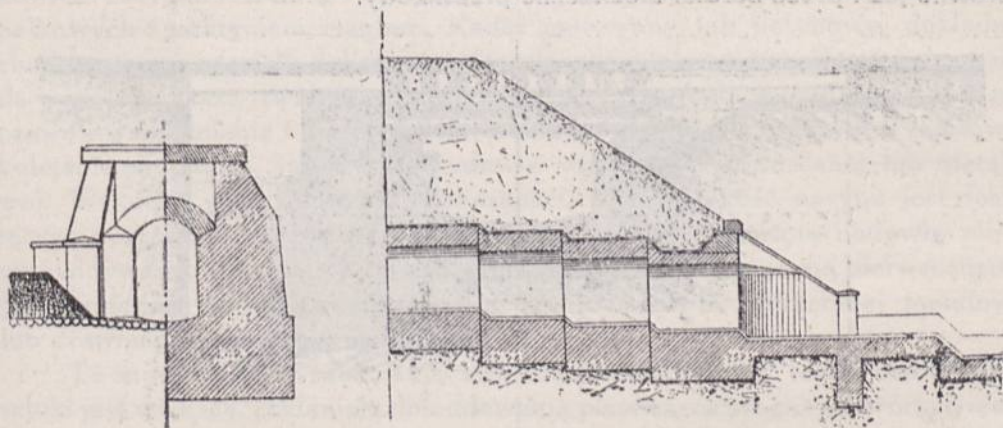
Rys. 92 a.

podłożu betonowem (rys. 92). Największa szybkość przepływu wody w rurach żelaznych lanych dopuszcza się zwykle do 6 m na sekundę. Wynika stąd, że zastosowanie rur żelaznych lanych zależy będzie od spiętrzenia wody od strony dopływu przy tej szybkości. Zamiast rur żelaznych lanych o małej średnicy używane bywają także rury z cynkowanej blachy żelaznej falistej.



Rys. 92 b.

Przepusty bywają zwykle murowane (rys. 93), w postaci dwóch ścian, połączonych sklepieniem lub pokrytych płytą, nad którymi wznosi się nasyp.

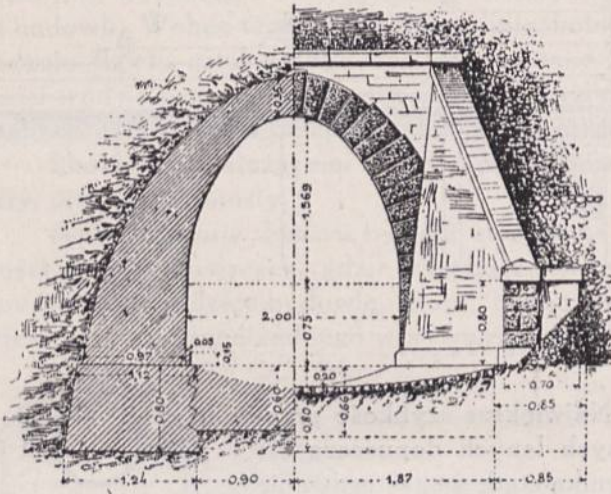


Rys. 93.

Płyty kamienne mogą być użyte do pokrycia przepustów tylko o bardzo niewielkim otworze; częściej natomiast stosuje się pokrycie płytami żelazo-betonowymi.

Sklepienia przepustów bywają półkolisty lub bardziej płaskie; niekiedy cała część górna przepustu powyżej koryta otrzymuje kształt paraboliczny

(rys. 94), najbardziej zbliżony do kształtu linii ciśnienia w sklepieniu. Takież kształt nadaje się najczęściej *sklepionym przepustom betonowym i żelazo betonowym*.



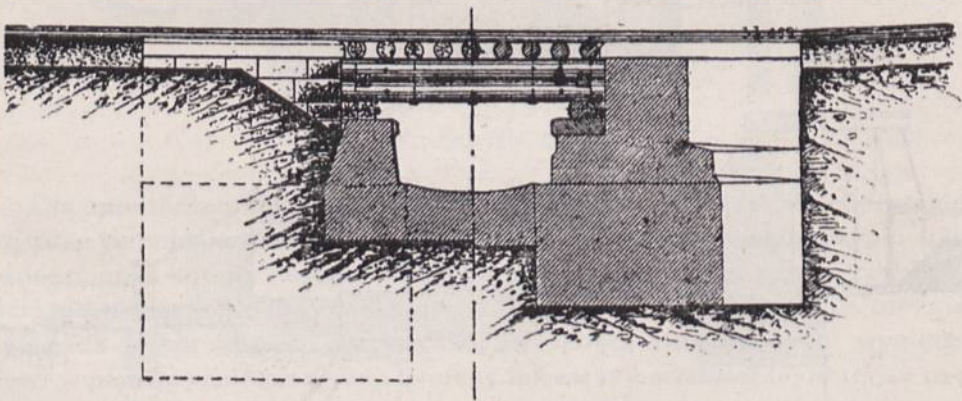
Rys. 94.

Koryto przepustu, t. j. dolna część jego pomiędzy ściankami pionowymi, wypełnia się zwykle murem w kształcie odwróconego sklepienia.

Murowane przepusty sklepione pod nasypami kolejowymi są to niekiedy budowle ogromnych rozmiarów. Naprzykład przepust w pobliżu stacji Węrebje dr. żel. Mikołajewskiej, zbudowany w roku 1877—79, w celu przepuszczenia wód rzeki Węrebji pod nasypem wysokości 34,3 m, ma otwór 6,4

m, długość zaś 107,4 m. Objętość muru w tym przepuszczeniu wynosi 3 000 m³, koszt zaś jego budowy wyniósł przeszło milion złotych.

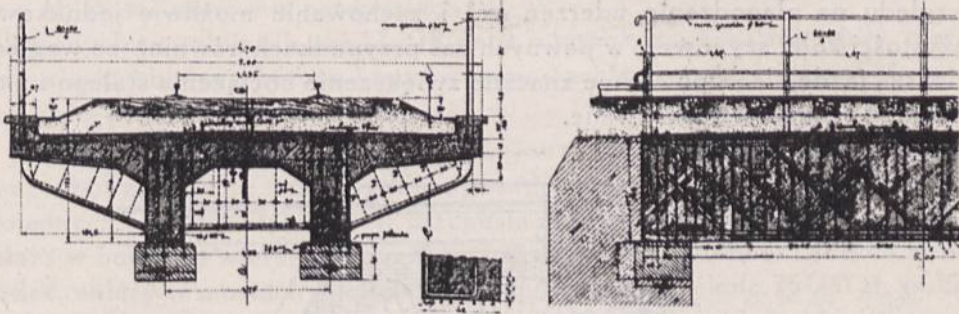
Mosty ułatwiają przeprowadzenie toru kolejowego przez bardzo wielkie, zarówno jak i przez bardzo nieznaczne przeszkody.



Rys. 95.

Małe mostki belkowe otwarte (rys. 95) stosuje się, począwszy od otworu 0,6 m, do przepuszczenia pod torowiskiem niewielkiej ilości wody w razie, gdy wysokość nasypu jest za mała do ułożenia rury lub przepustu sklepionego. Na przyczółkach takich mostów (połączonych zwykle u dołu, jak w przepustach, pełnym korytem murowanem), układa się belki drewniane lub żelazne, podtrzymujące szyny bezpośrednio lub zapomocą poprzecznic.

W mostach o otworze do 10 m stosowane są obecnie coraz częściej, zamiast belek żelaznych, belki żelazobetonowe, połączone takąż płytą ciągłą (rys. 96). Belki żelazobetonowe mają tę ważną zaletę, że mogą być wyrobione na miejscu, nie uciekając się do zamawiań w fabrykach, i że płyta ciągła daje możliwość ułożenia kolei na zwyczajnych podkładach i podsypce, nie wymaga zaś tak znacznej wysokości nasypu, jak przepust sklepiony.



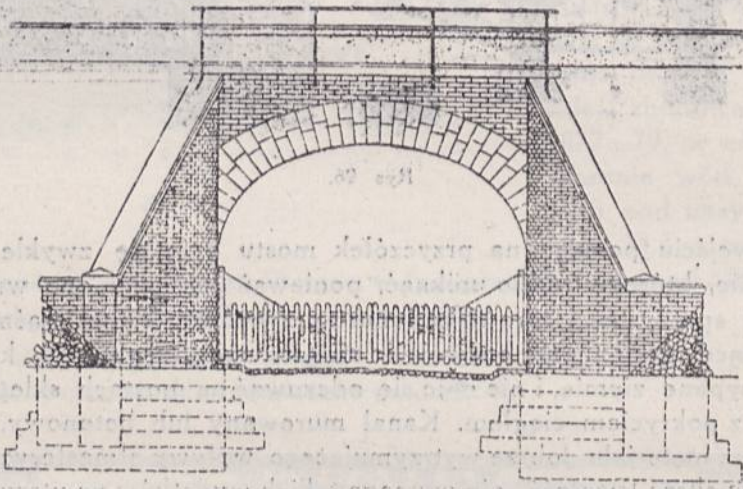
Rys 96.

Przy wejściu pociągu na przyczółek mostu daje się zwykle odczuwać wstrząśnienie, którego trudno uniknąć, ponieważ pochodzi ono wskutek niejednakowej sprężystości torowiska i muru przyczółka. To wstrząśnienie przykre i niszczące mury nie ma oczywiście miejsca nad przepustami, które są całkowicie zasypane ziemią, i nie daje się odczuwać na mostach sklepionych lub belkowych z pokryciem ciągłym. Kanał murowany lub betonowy, dokładnie zbudowany z materiału dobrze wytrzymującego wpływy atmosferyczne, posiada wogóle większą trwałość, nie wymaga takich wydatków na utrzymanie, naprawę i wzmocnienie i nie przedstawia takiego niebezpieczeństwa w razie wykolejenia się taboru, jak most o budowie wierzchniej drewnianej lub metalowej. Wskutek wymienionych okoliczności, o ile wysokość nasypu jest dostateczna i przejazd lub przepędzanie bydła pod projektowaną budowlą nie są przewidywane, przepust murowany lub betonowy zasługuje na pierwszeństwo pod względem technicznym przed mostem o budowie wierzchniej metalowej lub drewnianej.

Te same względy zachowują swe znaczenie również, jeżeli otwór dzieła sztuki jest większy, i skłaniają do oddawania pierwszeństwa przy otworach małej i średniej wielkości *mostom kamiennym* (rys. 97) przed żelaznami, które w ciągu lat kilkudziesięciu były przeważnie stosowane na drogach żelaznych. Rozpiętość sklepień mostów kamiennych, wybudowanych w nowszych czasach, dochodzi na polskich drogach żelaznych do 65 m (most przez Prut pod Jaremczem na linii ze Stanisławowa do Woronienki, zbudowany w r. 1892 — 94), na drogach zaś zagranicznych do 85 m.

Z drugiej strony belkowe *mosty żelazne* mają te zalety, że wykonanie ich jest łatwiejsze niż mostów sklepionych, że część przejazdowa nie wiele wznosi się nad podporami i że rozpiętość ich może być bardzo duża.

Wobec znacznego obciążenia statycznego i dynamicznego, jakiemu podlegają mosty kolejowe, należy przy ich budowie zwrócić szczególną uwagę na stateczność i trwałość fundamentów i podpór mostu, chociażby otwór jego nie był wielki. Możliwość zmniejszenia ilości kosztownych podpór przez zastosowanie dużych rozpiętości jest jedną z bardzo cennych zalet mostów żelaznych. Zachowanie na mostach żelaznych takiego samego ustroju budowy wierzchniej jak na pozostałym szlaku, to jest na podsypce pod podkładami, jest pożądane ze względu na złagodzenie uderzeń kół i zachowanie możliwie jednakowej sprężystości kolei szynowej, w pewnych zaś przypadkach również ze względu na cichszą jazdę, lecz powoduje znaczne zwiększenie obciążenia stałego i z tego powodu rzadko jest stosowane.



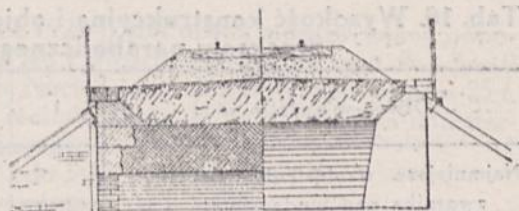
Rys. 97 a.

Mosty drewniane na drewnianych podporach, ze względu na ich krótkotrwałość i palność, urządzone bywają tylko na drogach żelaznych drugorzędnych lub jako budowle czasowe.

Dla zabezpieczenia trwałości i stałości mostów niezbędne jest, aby opory sklepień mostów kamiennych i zastrzałów mostów drewnianych, jako też części metalowe mostów żelaznych i żelazobetonowych (dźwigary i wierzch ciosów poddźwigarowych) nie były zalewane przez wodę. Wynika stąd warunek odpowiedniego wzniesienia części przejazdowej mostów nad poziomem wysokich wód w zależności od ustroju mostów. Dla pewności, że warunek ten będzie zachowany, wzniesienie pomienionych części nad poziomem wód wysokich winno być przyjęte z zapasem co najmniej 0,6 m. Przy przejściu rzek spławnych należy oprócz tego mieć na uwadze, aby wzniesienie dolnych powierzchni przęseł mostu nad najwyższym poziomem wody odpowiadało wymaganiom żeglugi i spławu.

Strzałki sklepień mostów kamiennych pod drogę żelazną bywają bardzo rozmaite i wynoszą zwykle co najmniej: w sklepieniach dużej rozpiętości $\frac{1}{4}$, w sklepieniach zaś małej rozpiętości $\frac{1}{8}$ tejże. Grubość sklepienia w zworniku

zależny od rozpiętości i kształtu sklepienia i dochodzi przy większych rozpiętościach (40—60 m) do 2 m. Grubość nadsypki sklepienia (rys. 97 b) powinna wynosić conajmniej 0,70 m, licząc do spodu podkładu.



Rys. 97 b

W tablicy 16 pomieszczono dane o objętości murów w przepustach sklepionych, w tablicach zaś 17 i 18 dane o wysokości konstrukcyjnej, ciężarze żelaza oraz objętości betonu i murów w mostach żelaznych i żelazobetonowych pod kolej pojedynczą.

Koszt muru na zaprawie cementowej w przyczółkach mostów wraz z kosztami robót ziemnych, przy płytkim posadowieniu, wynosi według cen przedwojennych 65 do 75 zł. za m^3 , w przepustach sklepionych do 85 zł. za m^3 ; koszt żelaza w budowie wierzchniej mostów 620 do 680 zł. za tonnę. Do tych kosztów dodać należy w mostach o głębokich fundamentach około 75 000 zł. za każdy keson pod kolej pojedynczą, opuszczony do głębokości 12 do 14 m. Ceny obecne, nie dość ustalone, wahają się około podanych powyżej.

Według przepisów polskich (P. T. O.), na drogach żelaznych znaczenia ogólnego należy unikać rozmieszczenia mostów otwartych na całej długości łuków zaokrąglenia załomów profilu podłużnego i na długości 6 m poza nimi. Otwory przepustów winny posiadać szerokość nie mniejszą jak 0,60 m, wyznaczoną w założeniu, że najwyższy poziom spiętrzonyj wody nie zajmie więcej niż $\frac{3}{4}$ wysokości otworu. Przepusty sklepiene powinny być przykryte warstwą ziemi takiej grubości, aby odległość górnej powierzchni sklepienia od spodu szyn wynosiła conajmniej 0,65 m. Dla przepustów i mostów o płycie płaskiej grubość warstwy nadsypki, mierzona od podstawy szyny do warstwy ochronnej, winna wynosić conajmniej 0,35 m. Spód przęsła mostowych winien wznosić się nad poziomem wód spiętrzonych nie mniej jak na 0,7 m.

Do wyznaczenia otworów mostów i przepustów na małych rzeczkach i suchych parowach przyjęto *największy odpływ wód opadowych* w $m^3/\text{sek. z km}^2$ zlewni:

Długość zlewni w km	T E R E N Z L E W N I			U W A G I
	górzysty $i > 20\text{‰}$	falisty $i = 5\text{‰}$ do 20‰	płaski $i < 5\text{‰}$	
1	8,0	6,4	4,0	1. Dla krótkich dolin (o długości do 3 km) ze stromymi zboczami, ilość odpływu winna być zwiększona o 25%. 2. Dla łatwo przepuszczalnych gruntów o powierzchni nie zadarnionej oraz dla zarośli, ilość odpływu może być zmniejszona, lecz nie więcej jak o 25%. 3. Dla lasów, żwirowisk i pustkowi kamiennych lub piaszczystych ilość odpływu może być zmniejszona do 50%.
2	7,0	5,6	3,5	
3	6,0	4,8	3,0	
4	5,0	4,0	2,5	
6	4,0	3,2	2,0	
10	3,0	2,4	1,5	
14	2,0	1,6	1,0	
18	1,0	0,8	0,5	

Tab. 16. Wysokość konstrukcyjna i objętość muru w przepustach sklepionych przekroju parabolicznego pod kolej pojedynczą.

Otwór w świetle w m	1	2	4	6	U w a g i
Najmniejsze wzniesienie wierzchu zwornika nad fundamentem m	2,10	2,68	4,40	4,95	Głębokość posadowienia zwiększona do:
Objętość muru w m ³ przy głębokości posadowienia 1,6 m i przy wysokości nasypu:					1) 1,75 m
4 m	144	218	—	—	2) 1,95 m
8 m	222	342	557	786 1)	3) 1,80 m
12 m	284	443	699	1076 2)	4) 2,13 m
20 m	415	700 3)	1223 4)	1874 5)	5) 2,55 m

Tab. 17. Wysokość konstrukcyjna, ciężar metalu i objętość muru w mostach belkowych z jazdą górną pod kolej pojedynczą, obliczonych na obciążenie parowozem 100 t.

Otwór w świetle w metrach	2	4	6	8	10	15	20
1 Budowa wierzchnia żelazna.							
Wzniesienie podstawy szyny nad ciosem poddźwigarowym, m	0,85	1,10	1,30	1,60	1,80	2,75	2,90
Ciężar metalu, t	1,3	2,6	4,4	6,8	10,0	21,8	34,8
2. Budowa wierzchnia żelazobetonowa.							
Wzniesienie podstawy szyny nad ciosem poddźwigarowym, m	0,78	1,38	1,73	2,08	2,33	—	—
Objętość betonu w dźwigarach i płycie, m ³	3,9	11,0	19,4	28,9	41,5	—	—
Ciężar żelaza w uzbrojeniu, t	0,8	1,0	2,0	3,0	4,4	—	—
3 Objętość muru w przyczółkach 6)							
w m ³ przy głębokości posadowienia 1,5 m i przy wysokości nasypu:							
3 4 6 8 m							
130 190 360 600 m ³							

Tab. 18. Wysokość konstrukcyjna, ciężar metalu i objętość muru w mostach belkowych żelaznych z jazdą dolną, pod kolej pojedynczą, obliczonych na obciążenie parowozem 100 t.

Otwór w świetle w m	20	30	40	50	75	100
Wzniesienie podstawy szyny nad ciosem poddźwigarowym, m	1,70	1,80	1,90	2,00	2,20	2,40
Ciężar metalu, t	50	82	125	160	310	535
Objętość muru w przyczółkach 6) w m ³ przy głębokości posadowienia 2,25 m i wysokości nasypu:						
3 4 6 8 m						
205 290 520 830 m ³						

6) W mostach pod kolej podwójną objętość muru w przyczółkach zwiększa się przybliżenie o 55%.

Według rozporządzenia z d. 10 marca 1923 r. siła nośna mostów winna odpowiadać obciążeniu pociągiem, składającym się z dwóch parowozów typu 0—5—0 z tendrami i szeregu wagonów towarowych. Nacisk osi tych parowozów wynosi 25 t, 20 t lub 17 t w zależności od warunków technicznych, które zatwierdza ministerjum. Belki jezdni i dźwigary mostów małej rozpiętości oblicza się zwykle na nacisk koła o 3 t do 5 t większy. Na drogach żelaznych znaczenia miejscowego obciążenie do obliczenia mostów przyjmuje się w zależności od taboru, który będzie w ruchu na danej linii.

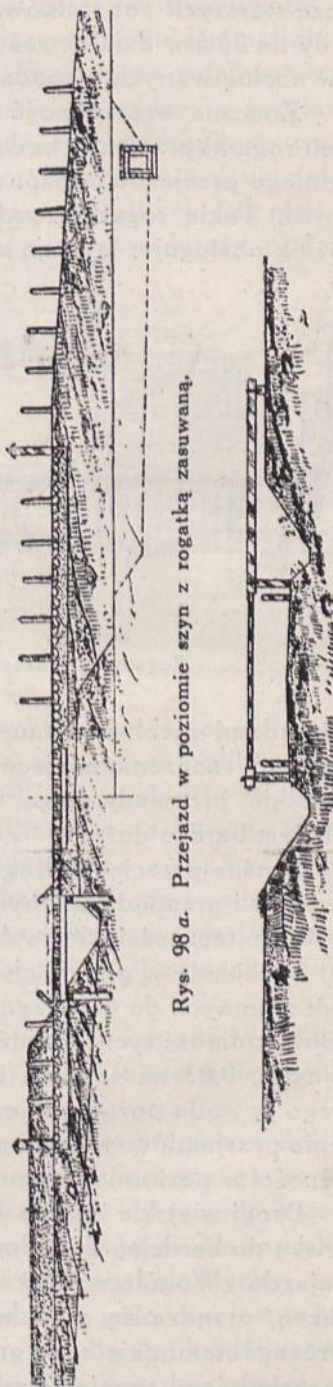
6. Krzyżowanie dróg. Przejazdy w poziomie szyn. Rogatki. Przejazdy dołem i górą. Skrajnie budowli i taboru.

Projektowana droga żelazna może krzyżować istniejące drogi zwyczajne w jednym poziomie lub też w różnych. Dla przeprowadzenia skrzyżowanej drogi pod drogą żelazną albo nad nią, powinien być urządzony wiadukt.

Przejazdy w poziomie szyn (rys. 98 i 99) wymagają względnie niewielkich wydatków na pierwotne urządzenie, z drugiej jednak strony nader obciążają eksploatację, zwłaszcza na drogach żelaznych o dużym ruchu, i pomimo zarządzanych środków bezpieczeństwa nieraz bywają przyczyną nieszczęśliwych wypadków. W celu zapewnienia bezpieczeństwa ruchu, przejazdy takie bywają zamykane zapomocą wrót albo barjer, czyli rogatek zasuwanych (rys. 98) lub zwodzonych (rys. 99). Rogatki zwodzone są dogodniejsze niż roгатki zasuwane lub wrota i obsługa ich jest bezpieczniejsza, gdyż zapomocą przewodu mogą być otwierane i zamykane z jednego stanowiska, bez przechodzenia przez szyny.

Dozór nad przejazdami i obsługę rogatek sprawują dróżnicy lub dróżniczki. Jeżeli na drodze żelaznej istnieje ruch nocny, ruch zaś kołowy przez przejazd jest dość znaczny, to przejazd musi być obsługiwany conajmniej przez dwóch dróżników, a czasem przez kilku. Na mieszkania dla straży przejazdowej buduje się w pobliżu przejazdów domki dróżnicze.

Jak widać z powyższego, przejazdy w poziomie szyn wymagają znacznych stałych wydatków na utrzymanie straży przejazdowej. Zarządy kolejowe starają się zmniejszyć te wydatki przez oddanie niektórych przejazdów pod

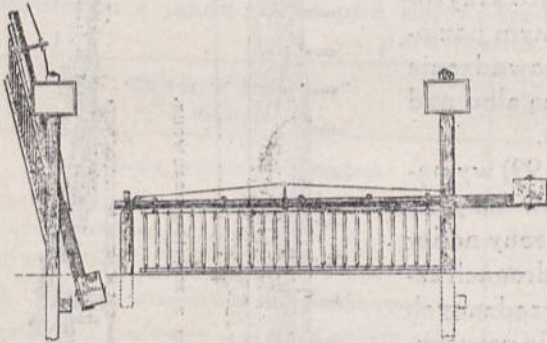


Rys. 98 a. Przejazd w poziomie szyn z rogatką zasuwaną.

Rys. 98 b.

dozór zon dróżników obchodowych lub starszych robotników, zamieszkujących wzdłuż linii kolejowej w budynkach drogowych zwanych koszarami lub półkoszarkami. Rozmieszczenie tych budynków pozostaje w zależności od podziału administracyjnego linii kolejowej na odstępy nadzorców drogowych i działki robocze starszych robotników. Ponieważ jednak długość odstępu dochodzi niekiedy do 25 km, działki zaś roboczej do 7 km, zatem przy większości przejazdów obsługiwanych wypada budować dla straży przejazdowej specjalne domy.

Znaczna oszczędność na utrzymaniu przejazdów może być osiągnięta, jeżeli rogatki przejazdu będą otwierane zapomocą przewodów drucianych z sąsiedniego przejazdu i dozór nad dwoma przejazdami poruczony jednemu dróżnikowi. Takie rogatki *zwodzone z odległości*, widoczne z miejsca, z którego je dróżnik obsługuje, bywają stosowane nawet przy kilkusetmetrowej odległości.



Rys. 99.
Rogatka zwodzona

W pewnych przypadkach przejazdy mogą być stale otwarte, a zatem bez obsługi. Na drogach żelaznych znaczenia ogólnego *przejazdy nieobsługiwane* bywają urządzone tylko przy przecięciu takich dróg zwyczajnych, na których ruch jest niewielki, i przytem w takich miejscach, gdzie pociąg i pojazd, zbliżając się do przejazdu, widzialne są wzajemnie z dostatecznej odległości i pociąg może być w razie potrzeby w porę zatrzymany. Przed

przejazdami nieobsługiwanymi ustawia się tablice ostrzegawcze. Na drogach żelaznych znaczenia miejscowego, ze względu na niewielką szybkość pociągów, wszystkie przejazdy mogą być nieobsługiwane z wyjątkiem tych, na których ruch jest bardzo duży.

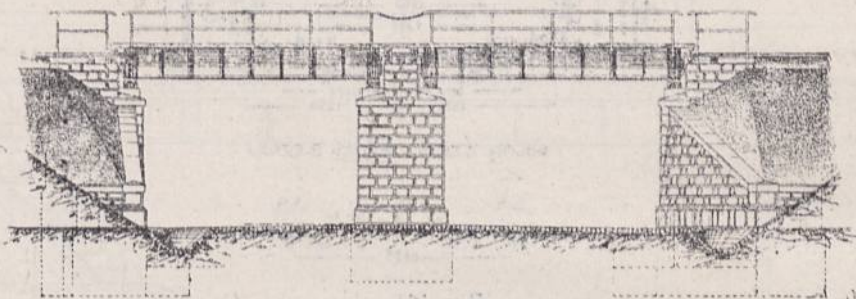
Skośne przecięcie drogi zwyczajnej koleją niedogodne jest do przejazdu powozów i przepędzania bydła. Jeżeli więc kąt przecięcia wynosi mniej niż 45° , lub w ostateczności 30° , to drogę zwyczajną należy odchylić.

Przejazdy w głębokich wykopach i wysokich nasypach wymagają dużych robót ziemnych do urządzenia wjazdów (rys. 98 a). W zależności od gładkości jezdni, stromość tych wjazdów nie powinna przewyższać 0,05 na drogach zwyczajnych, 0,03 na szosach i 0,02 na ulicach brukowanych kostką kamienną. Z tego powodu pożądanym jest, aby w miejscach, gdzie projektowane jest urządzenie przejazdów w poziomie szyn, torowisko kolejowe położone było o ile możliwości w poziomie terenu naturalnego.

Drogi wiejskie i polne bywają często odchylane i prowadzone wzdłuż torowiska do bardziej dogodnego punktu przecięcia z koleją lub do najbliższego przejazdu. Wogóle wzdłuż całego pasa gruntów, wywłaszczonych pod drogę żelazną, urządza się zwykle drogi, w celu utworzenia komunikacji pomiędzy poszczególnymi działkami gruntów, przeciętych linią kolejową, a także pomiędzy sąsiednimi przejazdami.

Krzyżowanie się dróg żelaznych pomiędzy sobą w jednym poziomie wywołuje jeszcze większe niedogodności i niebezpieczeństwo niż przejazdy na drogach zwyczajnych. Z tego powodu krzyżowanie dróg żelaznych znaczenia ogólnego dopuszcza się tylko z drogami żelaznymi znaczenia miejscowego, o małej szybkości pociągów, z warunkiem urządzenia należytej sygnalizacji.

Przejazdy dołem pod drogą żelazną nie różnią się pod względem ustroju od mostów, budowanych do przepływu wód. Bardzo często bywa możliwy ustrój, uwzględniający obydwa pomienione cele, a mianowicie urządzenie przejazdu pod mostem z przeznaczeniem tylko części jego otworu do przepływu wody, lub też przysposobienie mostu nad suchym parowem do przepuszczania powozów lub przepędzania bydła w porze suchej. W obu przypadkach, jak również wtedy, gdy most urządzony jest wyłącznie w celu przeprowadzenia pod nim



Rys. 100.
Przejazd dołem.

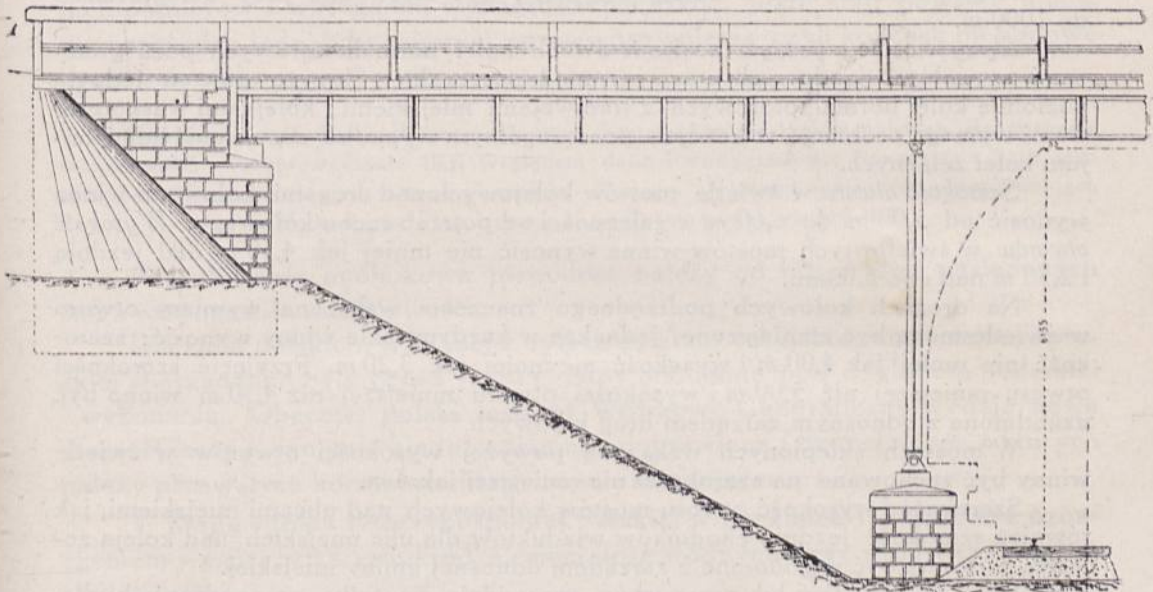
drogi zwyczajnej, szerokość otworu mostu winna być wystarczająca do swobodnego przejazdu powozów i wynosić conajmniej 6 m na szosach i traktach handlowych i pocztowych i 5 m do 4 m na drogach wiejskich i polnych. Wysokość przejazdu 4,5 m jest zwykle wystarczająca, z wyjątkiem przejazdów na ulicach miejskich. Na drogach podrzędnego znaczenia wysokość ta może być zmniejszona. Aby otrzymać wielkość wzniesienia torowiska nad drogą zwyczajną, należy dodać do wysokości przejazdu w razie wiaduktu żelaznego (rys. 100) conajmniej 0,4 m, sklepionego zaś conajmniej 0,9 m, a więc najmniejsza wielkość tego wzniesienia wynosi 4,9 m do 5,4 m.

Przejazdy górą nad drogą żelazną, również jak wszystkie inne budowle kolejowe, winny być budowane z zachowaniem pewnej najmniejszej odległości od szyn, niezbędnej do swobodnego przejścia taboru.

Obrys, po za który żadne budowle, ani ich części, nie mogą być zbliżone do szyn, nazywa się *skrajnią budowli*. Skrajnia ta, wobec niezbędnego zapasu, jest cokolwiek większa od *skrajni taboru*, t. j. krańcowego obrysu, do którego winny stosować się wymiary parowozów, tendrów i wagonów. Na rysunkach 101, 102 i 103 pokazane są skrajnie taboru i budowli dla dróg żelaznych o szerokości toru normalnej i wąskiej. W miejscach, gdzie kolej położona jest w łuku, skrajnia budowli winna być zwiększona, przyjmując pod uwagę krzywiznę toru w planie i nachylenie boczne taboru wskutek podwyższenia szyny zewnętrznej.

Swobodna wysokość przejazdu pod wiaduktami, położonymi nad drogą żelazną o torze normalnym, powinna być nie mniejsza jak 4,8 m. Do tego należy dodać wysokość dźwigarów żelaznych i części przejazdowej wiaduktu (rys. 104), wynoszącą 1 m do 1,2 m, oraz wysokość budowy wierzchniej nad krawędzią torowiska, wynoszącą około 0,54 m, a wtedy wzniesienie pomostu wiaduktu nad torowiskiem kolei żelaznej otrzymamy conajmniej 6,34 m do 6,54 m w zależności od tego, czy wiadukt budowany jest nad jednym, czy też nad dwoma torami. W razie wiaduktu sklepionego wzniesienie to okaże się jeszcze większe.

Z powyższego wynika, że różnica poziomów torowiska kolejowego i drogi zwyczajnej w razie urządzenia przejazdu górą jest conajmniej o 1,5 m większa, niż w razie urządzenia przejazdu dołem.



Rys. 104.
Przejazd górą.

Wiadukty nad drogą żelazną bywają przeważnie metalowe, gdyż wtedy wysokość wiaduktu otrzymuje się mniejsza, nadto zaś, stosując słupy metalowe do podtrzymania dźwigarów (rys. 104), otrzymuje się widok otwarty z pociągu na tor kolejowy, co ma ważne znaczenie dla bezpieczeństwa ruchu.

Wiadukty drewniane nad drogą żelazną winny być zabezpieczone od pożaru przez pociągnięcie mieszaniną przeciwpalną, wiadukty zaś żelazne zabezpieczone od szybkiego rdzewienia pod działaniem gazów z kominów parowozowych.

Według przepisów polskich (P. T. O.) dla dróg żelaznych znaczenia ogólnego, obsługa przejazdów w poziomie jest uzależniona od szybkości jazdy pociągów na szlaku, na którym się przejazd znajduje, a mianowicie od tego, czy jest ona większa czy mniejsza niż 40 km/godz.

Na szlakach, na których szybkość pociągów jest większa niż 40 km/godz. , wszystkie przejazdy na szosach i ulicach miejskich oraz na ulicach wiejskich o większym ruchu, winny być przed przejściem pociągu zamykane. Na innych drogach przejazdy winny być również zamykane z wyjątkiem tych, które są zabezpieczone zapomocą sygnałów akustycznych lub posiadają dostateczne warunki widzialności. Widzialność uważana jest za dostateczną, jeżeli przejazd jest widzialny z pociągu conajmniej na 25 sekund przed dojściem do niego pociągu przy największej szybkości, a przytem parowóz nadjeżdżającego pociągu widzialny jest z pojazdu nadjeżdżającego na przejazd na odległości conajmniej 20 m przed przejazdem.

Na szlakach, na których szybkość pociągów jest mniejsza niż 40 km/godz. przejazdy winny być zamykane tylko na ulicach miejskich, na szosach zaś i ulicach wiejskich o większym ruchu, tylko w razie jeżeli przejazd nie odpowiada warunkom widzialności. Przed przejazdami na innych drogach, nie zamykanymi i nie odpowiadającymi warunkom widzialności, winny być dawane z parowozu sygnały akustyczne.

Rogatki nastawiane z odległości mogą być stosowane przy odległościach do 1000 m .

Skrzyżowanie w jednym poziomie dwóch kolei normalnotorowych poza granicami sygnałów wjazdowych stacji jest niedopuszczalne. Skrzyżowanie w jednym poziomie kolei normalnotorowych z tramwajami miejskimi i kolejkami wąskotorowymi wymaga osobnego w każdym poszczególnym wypadku zezwolenia ministerjum kolei żelaznych.

Szerokość otworu w świetle mostów kolejowych nad drogami kołowymi winna wynosić od $5,00 \text{ m}$ do $6,60 \text{ m}$ w zależności od potrzeb ruchu kołowego. *Wysokość otworów* w świetle tych mostów winna wynosić nie mniej jak $4,50 \text{ m}$ nad jezdnią i $2,50 \text{ m}$ nad chodnikami.

Na drogach kołowych podrzędnego znaczenia wskazane wymiary otworu w świetle mogą być zmniejszone, jednakże w każdym razie winny wynosić: szerokość nie mniej jak $4,00 \text{ m}$ i wysokość nie mniej jak $3,20 \text{ m}$. Przyjęcie szerokości otworu mniejszej niż $5,00 \text{ m}$ i wysokości otworu mniejszej niż $4,50 \text{ m}$ winno być uzgodnione z odnośnym zarządem dróg kołowych.

W mostach sklepionych wskazane powyżej wysokości otworów w świetle winny być zachowane na szerokości nie mniejszej jak 4 m .

Szerokość i wysokość otworu mostów kolejowych nad ulicami miejskimi, jak również szerokość jezdni i chodników wiaduktów dla ulic miejskich nad koleją żelazną, powinny być uzgodnione z zarządem odnośnej gminy miejskiej.

Jeżeli pod mostem lub przepustem przewiduje się tylko przepędzanie bydła, to szerokość otworu takiego mostu lub przepustu winna być nie mniejsza jak 3 m , wysokość zaś nie mniejsza jak 2 m .

ROZDZIAŁ VI.

Poszukiwania techniczne.

Poszukiwania techniczne mogą mieć cel dwojaki: dostarczenie ogólnych danych technicznych do ocenienia zyskowności budowy projektowanej drogi żelaznej, lub szczegółowego materiału, potrzebnego do wypracowania całkowitego jej projektu. Stosownie do tego poszukiwania dzielą się na ogólnikowe czyli rozpoznawcze i szczegółowe.

Poszukiwania ogólnikowe polegają na wyjaśnieniu możliwości urzeczywistnienia oraz względnej zyskowności rozmaitych typów i kierunków projekto-

wanej drogi żelaznej, przyjmując pod uwagę wyniki badań ekonomicznych i warunki finansowe tego przedsięwzięcia.

Poszukiwania szczegółowe mają mniej szerokie i bardziej określone zadanie wyszukania na gruncie najkorzystniejszego położenia linii kolejowej, której typ i ogólny kierunek zostały już ustalone. Zadanie to zwykle nie odrazu daje się osiągnąć i w większości przypadków należy poszukiwania szczegółowe powtarzać, zbliżając się stopniowo do ostatecznego rozwiązania. Pod względem porządku, w jakim prowadzi się poszukiwania szczegółowe, przyjęto rozróżnić *poszukiwania początkowe czyli przedwstępne, sprawdzające i ostateczne*.

Do prowadzenia poszukiwań technicznych, mających na celu budowę drogi żelaznej użytku publicznego, powinno być wyjednanie pozwolenie, którego udziela minister kolei żelaznych w porozumieniu z ministrem spraw wojskowych. Pozwolenie to daje prawo wstępu na grunta obce i dokonywania na nich pomiarów z warunkiem wynagrodzenia szkód, jakie stąd powstać mogą, nie przesądza jednak bynajmniej sprawy pozwolenia czyli koncesji na budowę drogi żelaznej.

1. Poszukiwania ogólnikowe. Rozpatrzenie map. Istniejące mapy krajów polskich. Rozpoznanie miejscowości. Przeprowadzenie linii względem dolin i wododziałów. Rozwinięcie linii; jego sposoby. Dane orientacyjne. Ocena kierunków. Pomiarzy i poziomowania przy poszukiwaniach ogólnikowych. Plan i przekrój podłużny projektowanej linii.

Poszukiwania ogólnikowe rozpocząć należy od *rozpatrzenia* posiadanych map i rozpoznania miejscowości.

Dla ziem polskich, w każdej z byłych dzielnic: rosyjskiej, austriackiej i pruskiej sporządzone były przed r. 1919 mapy odmienne pod względem podziałki i wykonania. Obecnie, polski Instytut Wojskowo-Geograficzny wydaje nowe mapy Rzeczypospolitej, ujednostajnione, poprawione i uzupełnione, z których należy przeważnie korzystać. Mapy te są następujące:

1. Mapa ogólna Rzeczypospolitej Polskiej w podziałce 1 : 1 000 000 z oznaczeniem wzgórz w zarysie kredką, sieci dróg wodnych oraz dróg zwyczajnych i żelaznych.

2. Mapa topograficzna w podziałce 1 : 300 000 (tak zw. operacyjna) z oznaczeniem wzgórz w zarysie, lasów, wód, dróg i in. w pięciu kolorach.

3. Mapa topograficzna w podziałce 1 : 100 000 (tak zw. taktyczna) b. dzielnicy rosyjskiej z oznaczeniem warstwic co 2,13 m, lub 4,27 m, b. zaś dzielnic austriackiej i pruskiej z oznaczeniem plastyki terenu kreskami.

4. Mapa topograficzna szczegółowa w podziałce 1 : 25 000 byłych dzielnic: rosyjskiej z warstwicami co 2,13 m lub 4,27 m i pruskiej z warstwicami co 1 m lub 5 m, byłej zaś dzielnicy austriackiej kreskowana.

Ostatnie dwie mapy hipsometryczne, specjalnie nadające się do poszukiwań technicznych ze względu na oznaczenie warstwic i wysokości, są układane na podstawie dawniejszych map niemieckich w podziałce 1 : 100 000 i ich pierwowzoru w b. dzielnicy rosyjskiej, a mianowicie mapy sztabowej rosyjskiej w podziałce 1 : 84 000 (2 wiorsty na cal ang.), która była reprodukowana przez władze niemieckie w zwiększonej podziałce 1 : 25 000.

Dla miejscowości w b. dzielnicy rosyjskiej można nadto korzystać z dawnej mapy rosyjskiej w podziałce 1 : 126 000 (3 wiorsty na cal ang.), dla miejscowości zaś w b. dzielnicy austriackiej z dawnej mapy 1 : 75 000, w których plastyka terenu jest oznaczona kreskami z podaniem ważniejszych wysokości w cyfrach.

Rozpatrzenie map i nakreślenie na nich zamierzonego kierunku projektowanej linii kolejowej należy rozpoczynać od map w mniejszej podziałce, na których objąć można duży obszar jednym rzutem oka, i następnie dopiero przechodzić stopniowo do map bardziej szczegółowych. Punkty, przez które ma przechodzić droga żelazna, łączy się na mapie linjami prostymi lub łamanymi, obchodząc przeszkody naturalne, zbliżając się do punktów zaludnionych, w których mają być urządzone stacje, i krzyżując rzeki i znaczniejsze drogi o ile można najdogodniej. Najlepsze pojęcie o kształtach terenu daje kierunek rzek i potoków, na co winna być zwrócona szczególna uwaga. Pociągnięcie farbą na mapie wszystkich rzek i rzeczek bardzo ułatwia rozpatrzenie jej pod tym względem.

Dokładniejsze pojęcie o charakterze miejscowości w kierunkach, uprzednio wyznaczonych na mapie, daje *rozpoznanie miejscowości*. Zaczynając rozpoznanie od pewnego punktu, należy przekonać się, jakie byłyby warunki poprowadzenia linii w rozmaitych założeniach pod względem kierunku wyjścia z tego punktu i dalszego postępowania do punktu następnego, przez który projektowana linia kolejowa powinna obowiązkowo przechodzić. Bardzo znaczne obejście może niekiedy okazać się korzystniejszym od najkrótszego kierunku, jeżeli warunki terenu są trudne. Dlatego też oględziny miejscowości winny obejmować cały obszar w granicach możliwych kierunków i obszar ten winien być zbadany wszechstronnie i bez uprzedzeń.

Co się tyczy *ogólnego kierunku* projektowanej linii kolejowej, to może być ona całkowicie położona w dolinie jednej i tej samej rzeki, lub też biec równolegle do niej po wododziale, lub wreszcie przecinać jeden lub kilka wododziałów, gdy punkty, przez które droga żelazna ma być poprowadzona, położone są w różnych dorzeczach.

Droga żelazna, prowadzona *doliną rzeki*, przecina jej dopływy przy ujściach, co zwykle pociąga za sobą budowanie znacznej ilości dzieł sztuki. Z drugiej znów strony punkty zaludnione, dostarczające drodze żelaznej podróźnych i ładunki, położone są najczęściej w dolinach rzek.

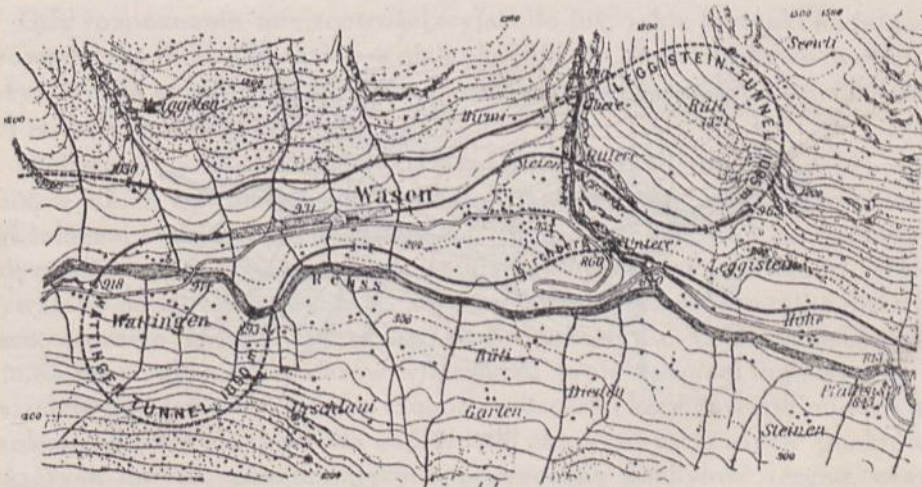
Poprowadzenie linii kolejowej *po wododziale* jest dogodne pod tym względem, że nie przecina ona wówczas bocznych parowów i rzeczek, albo przecina je u źródeł, wskutek czego nie zachodzi potrzeba wykonania znacznych dzieł sztuki i robót ziemnych. Zato oddalenie drogi żelaznej od rzek może okazać się niedogodnym wskutek braku wody do zasilania parowozów i stacyj. Doświadczenie wskazuje, że drogi żelazne, poprowadzone po wododziale, podlegają zaspom śnieżnym w większym stopniu, niż drogi poprowadzone w dolinach. Oczywiście, że poprowadzenie drogi żelaznej po wododziale możliwe jest tylko w tym przypadku, gdy ma on kształt wzniesienia mniej więcej płaskiego, nie zaś pasma gór.

Przecięcie wododziału linią kolejową, zwłaszcza w miejscowościach górzystych, jest trudniejsze, niż poprowadzenie jej w kierunku doliny rzeki, gdyż przekrój terenu w kierunku najkrótszym, przecinającym wododział, ma znaczne pochylenia. Z tego względu, przecinając wododział, należy wybierać do przeprowadzenia linii kolejowej najniższą przełęcz. Gdy miejsce to zostało wybrane i wysokość przejścia przez grzbiet wyniosłości, tworzących wododział, (zapomocą głębokiego wykopu lub tunelu) została określona, należy wznosić się do poziomu tego przejścia o ile możności ciągłym pochyleniem krańcowym. Długość wzniesienia na przełęcz i rozwinięcia linii, gdyby się ono okazało potrzebnem, określa się w zależności od ogólnej wysokości wzniesienia.



Rys. 105.

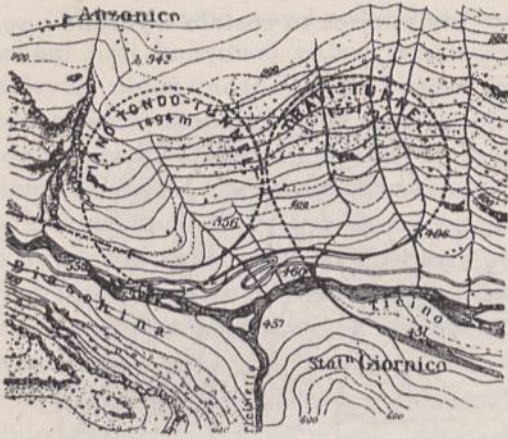
Rozwinięcie linii można osiągnąć zapomocą wyjazdów w doliny boczne (rys. 105) lub całkowitych zwrotów w tejże dolinie (rys. 106), albo też zapomocą pętlic i spirali, które w górach alpejskich nieraz urządzają wypada w tunelach (rys. 107). W trudnych warunkach topograficznych stosowany bywa również tani, chociaż niedogodny sposób prowadzenia linii kolejowej zygzakiem, z torami żeberkowemi zamiast skrętów (rys. 108).



Rys. 106.

Rozpoznanie miejscowości z mapą w rękę (o ile mapa wogóle istnieje) skutecznie należy piechotą, zwłaszcza w miejscowościach trudnych pod względem terenu. Przy tej czynności należy mieć na uwadze sprawdzenie i uzupełnienie naj-

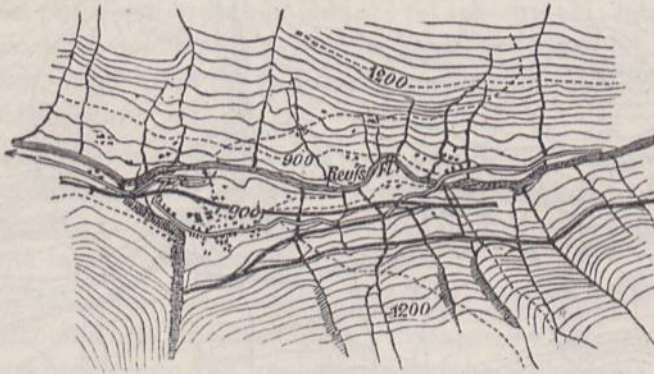
ważniejszych danych, które nie mogą być określone z dostateczną dokładnością na mapach. Odległości, zmierzone na mapie, sprawdza się i uzupełnia w ważniejszych punktach, mierząc krokami lub zapomocą lunety z dalekomierzem. W miejscowościach, nie posiadających map,



Rys. 107.

wnioskując się niekiedy o odległościach, przebytych przez człowieka lub konia, na podstawie czasu, jaki na przebycie tych odległości okazał się potrzebny. Do określenia różnic poziomów używane są niwelatory kieszonkowe najprostszej konstrukcji (np. samoustawiające się przy pomocy pionu), w miejscowościach zaś górzystych przeważnie barometry sprężynowe.

Rozpoznając miejscowość należy zwracać uwagę na układ terenu, miejscowe przeszkody przyrodzone i inne (działki zabudowane i kosztowne, cmentarze i t. p.), utrudniające przeprowadzenie linii kolejowej; na warunki geologiczne miejscowości (miejsca, gdzie można się obawiać zawaleń lub osunięć gruntu); na rodzaj gruntu (błotnisty, torfiasty, skalisty i t. p.); na dojazdy do miast, przecięcie rzek, poziomy wysokich wód, źródła wody dla wodociągów, i wogóle należy zebrać możliwie jaknajwięcej wiadomości o okolicznościach, mogących wpływać na kierunek projektowanej linii kolejowej oraz warunki jej budowy i eksploatacji. Technik, zajmujący się rozpozna-



Rys. 108.

niem miejscowości, powinien posiadać umiejętność oceny kierunków, w których przewiduje możliwość przeprowadzenia linii kolejowej, pod względem kosztów budowy drogi żelaznej i znaczenia dla eksploatacji takiego, a nie innego jej przeprowadzenia. Tylko wtedy będzie on w stanie osądzić, czy należy oddać pierwszeństwo temu lub też innemu kierunkowi linii kolejowej i jakie kierunki uznać

należy za najlepsze i jedynie zasługujące na bliższe zbadanie w celu ostatecznego między nimi wyboru.

Aby zdać sobie sprawę, jakie względne znaczenie mogą mieć rozmaite pozycje rozchodów przy budowie i eksploatacji drogi żelaznej, pożyteczne będzie przypomnieć to, co powiedziano powyżej w rozdziale IV, p. 1 i 2. Tak np. koszt budowy spodniej, t. j. torowiska i dzieł sztuki, wynosi przecięciowo nie więcej jak trzecią część ogólnego kosztu budowy drogi żelaznej (patrz str. 180), procenty zaś od całego kapitału budowy są prawie o połowę mniejsze niż roczny rozchód eksploatacji. W przypuszczeniu zatem, że projektowana droga żelazna nie będzie przynosić strat, t. j. że dochody jej po potrąceniu wydatków eksploatacji będą pokrywać procenty od kapitału budowy, opłaci się kapitał ten podwoić, koszta zaś budowy spodniej zwiększyć czterokrotnie, jeżeli zapomocą jednego z tych środków można zwiększyć dochód ogólny przynajmniej o jedną trzecią.

Rozpoznanie miejscowości ma bardzo ważne znaczenie przy poszukiwaniach ogólnikowych, dlatego też czynność tę winni wykonywać doświadczeni inżynierowie. Jeżeli przy rozpoznaniu miejscowości kierunek najdogodniejszy nie będzie wykryty wskutek niedbalstwa lub niedoświadczenia, to okoliczność ta może stać się przyczyną, że projektowana komunikacja kolejowa kosztować będzie drożej niż należy lub wogóle nie dojdzie do skutku; jeżeli niedopatrznie to będzie zauważone zbyt późno, sprowadzi ono bezużyteczną stratę pracy na badanie kierunków, które następnie trzeba będzie zarzucić. Z drugiej strony, w tymże celu zmniejszenia pracy przy poszukiwaniach, rozpoznanie miejscowości winno możliwie ograniczyć ilość kierunków, podlegających bliższemu zbadaniu.

Gdy rozpoznanie miejscowości wyjaśniło już, jakie kierunki nadają się do poprowadzenia linii, albo który z nich okazuje się bezwarunkowo najlepszym, należy określić kształt linii zapomocą *pomiarów* i *poziomowania* oraz ilość i koszt robót w tych kierunkach.

Ponieważ zadanie polega tu na zebraniu przybliżonych danych do osądzenia, w jakich warunkach może być urzeczywistniona budowa projektowanej drogi żelaznej i jakie względne korzyści mogą przedstawiać rozmaite jej kierunki, należy więc przy wszystkich pomiarach unikać takiej ścisłości, która nie wpływałaby na rozstrzygnięcie tych pytań, lecz pochłaniałaby tylko dużo pracy i czasu, a przeto byłaby zbyt kosztowna i nawet szkodliwa. O ile miejscowość pozwala na prowadzenie pomiarów w kierunku projektowanej linii, wytyka się ją w kształcie linii łamanej i mierzy długość prostych i kąty zawarte między niemi. Wysokości określa się tylko dla najbardziej charakterystycznych punktów linii i niektórych innych, znamionujących poprzeczną pochyłość terenu, oraz dla poziomów wysokich wód, znaczniejszych dróg, które projektowana linja przecina i t. p. Jeżeli wytykanie i pomiar w kierunku projektowanej linii napotyka trudności, to określenie położenia w planie oraz wysokości poszczególnych jej punktów może być dokonane, wiążąc te punkty z linią pomocniczą, przeprowadzoną w pewnej odległości od linii projektowanej, np. po istniejącej drodze.

Przyrządy najdogodniejsze do zdjęć rozpoznawczych są: busola z przyziernikami i niwelator o silnej lunecie, łatwo dający się ustawiać, albo też stolik mierniczy i celownica. Odległości mierzy się przeważnie zapomocą dalekomierza, w który winny być zaopatrzone lunety przy niwelatorze i celownicy. Wysokości mogą być określane zapomocą zdjęcia kątów w płaszczyźnie pionowej, niwelator zaś używany bywa przeważnie do poziomowania przelotnego punktów stałych (reperów) w odległości 1 do 1½ kilometra wzdłuż linii. W miejscowościach górzystych do określenia wysokości może być używany barometr sprężynowy.

Wyniki pomiarów i poziomowania przenosi się na plan przebytej miejscowości i przekrój podłużny projektowanej linii.

Na *planie* miejscowości, którego podziałka w zależności od warunków miejscowych przyjmuje się zwykle 1 : 10 000 do 1 : 2 000, należy oznaczyć linię zasadniczą (wielobok), wymierzoną w kierunku projektowanym, albo linię pomocniczą, oraz szczegóły przyległej miejscowości, zdjęte na oko lub zapomocą przyrządów.

Szerokość pasa, objętego planem, zależy od układu terenu. W miejscowości równej i gdzie projektowana linja może być bezpośrednio wytknięta w danym kierunku, odchylenie zaś tego kierunku (czego potrzeba może wyniknąć w następstwie) nie napotka trudności, dostateczne bywa niekiedy wyznaczyć na oko położenie rzek, dróg, granic lasów, łąk i t. p., które przecina projektowana linja. Przeciwnie, jeżeli wskutek pochyłości lub nierówności terenu, zabudowania i t. p. miejscowość posiada szczegóły, wymagające zbadania, to, wobec możliwych zmian w kierunku linii, szerokość pasa, którego plan winien być zdjęty, może dosięgać 2 do 3 kilometrów. Wskazanie, jaka winna być szerokość zdejmowanego pasa gruntu i jakie szczegóły winien plan ten obejmować, stanowi ważne zadanie kierującego poszukiwaniami ogólnikowemi, gdyż od trafności tego wskazania zależy celowość i powodzenie poszukiwań.

Przy poszukiwaniach rozpoznawczych zachodzi zwykle potrzeba oznaczenia położenia w planie i wysokości pewnych najważniejszych punktów. Zdjęcie planu z oznaczeniem krzywych jednakich wzniesień (warstwic) może stać się potrzebne tylko w szczególnie trudnych miejscowościach górzystych, zwykle zaś wykonywa się przy poszukiwaniach szczegółowych.

Przekrój podłużny projektowanej linii kreśli się w skróconej podziałce podłużnej, zwykle 1 : 50 000 lub 1 : 25 000. Ponieważ przy poszukiwaniach rozpoznawczych poziomowanie ciągłe na całej długości linii nie wykonywa się, zwykle więc za podstawę do przekroju podłużnego służą wysokości poszczególnych punktów, określone przy wyznaczaniu linii i zdejmowaniu planu.

2. Porównanie różnych kierunków projektowanej linii. Zależność wydatków rocznych od kształtu linii. Wpływ niejednakowej ilości przewozów w obu kierunkach ruchu. Eksploatacyjna długość zastępcza i współczynnik zastępczy linii kolejowej.

Jeżeli rozmaite kierunki projektowanej linii różnią się znacznie między sobą pod względem kosztu ich budowy lub oczekiwanych korzyści, to wybór pomiędzy nimi nie przedstawia szczególnych trudności. Jeżeli jednak zalety pe-

wnego kierunku pod względem zwiększenia dochodów lub zmniejszenia wydatków na eksploatację wypada okupić, jak to często bywa, większym kosztem budowy, to należy rozstrzygnąć pytanie, o ile w danych warunkach takie zwiększenie kosztów budowy się opłaci.

Wymaga to wyjaśnienia wpływu, jaki wywiera kształt linii kolejowej na koszt eksploatacji, oraz analizy tych kosztów.

Rozwiązaniem tego zadania zajmowało się zagranicą wielu badaczy, jako to *Amiot* i *Jaquier* na drogach francuskich, *Launhardt* na drogach niemieckich, *Wellington* i *Webb* na amerykańskich, *Mütznert* na szwajcarskich i in. Badania ich oparte są na statystyce kosztów eksploatacji pewnych sieci dróg żelaznych, zastosowanie więc wyników tych badań do projektowanej linii kolejowej będzie tem trafniejsze, im bardziej będą zbliżone do warunków owych sieci, pod względem miejsca i czasu, warunki, w których się ona znajduje.

Dla linii kolejowej, projektowanej w Polsce, byłoby oczywiście najwłaściwiej oprzeć wnioski co do kosztów jej przyszłej eksploatacji na danych co do kosztów eksploatacji sieci polskich dróg żelaznych. Jednakże obecnie nie jest to jeszcze możliwe, ze względu na nienormalne warunki eksploatacji powojennej i trudność określenia tych kosztów za lata ubiegłe w walucie stałej.

Wobec tego wypadnie zadowolić się przytoczoną powyżej na str. 187–189 analizą kosztów eksploatacji sieci europejskiej dróg żelaznych państwa rosyjskiego, w granicach z przed r. 1914, do której wchodziła przeważna część obecnych dróg żelaznych polskich. Należy zauważyć, że b. dzielnica rosyjska jest tą, w której największy brak dróg żelaznych się odczuwa i w której niewątpliwie najwięcej będzie się dróg żelaznych w najbliższym czasie projektowało i budowało.

Wydatki eksploatacyjne można określić ze średnich danych o wydatkach poszczególnych kategorii na jednostkę miernika, jeżeli wiadoma jest długość linii i ilość przewozu, a także jeżeli będą określone dla danych warunków ciężar pociągu i wymagana siła pociągowa parowozów. Dodając do kosztów eksploatacji procenty od kapitału budowy według kosztorysu, łatwo przekonać się, dla którego kierunku *całkowity wydatek roczny* wypadnie najmniejszy.

Obliczenie to znacznie się upraszcza, gdy się przypuści, że ilość stacyj pozostaje jednakową dla każdego z porównywanych kierunków, co zwykle rzeczywiście ma miejsce, jeżeli wszystkie kierunki linii winny przechodzić przez pewne najważniejsze punkty. Określenie kosztów budowy można ograniczyć do wydatków linjowych (urządzenie budowy wierzchniej i spodniej z drobnymi dziełami sztuki i budynkami drogowymi), a także do tych urządzeń poza stacjami, które nie są jednakowe dla porównywanych kierunków.

W ten sposób dla porównania korzyści, jakie mogą przedstawiać poszczególne kierunki projektowanej linii, należy dla każdego z nich określić całkowity wydatek roczny według wzoru

$$\begin{aligned}
 K &= (Ar + B)l + \left(C' + \frac{D'}{Q'_m} + E \frac{Z'_m}{Q'_m} \right) q'l + \left(C'' + \frac{D''}{Q''_m} + E \frac{Z''_m}{Q''_m} \right) q''l = \\
 &= k_0l + k'q'l + k''q''l \quad \dots \dots \dots (95)
 \end{aligned}$$

W tym wzorze B, C', C'', D', D'' i E są współczynniki, których średnie wartości podane są powyżej na str. 188, Ar procenty od kosztu budowy jednego kilometra linii głównej poza stacjami, l długość linii, $q'l$ i $q''l$ oczekiwana ilość roczna tonno-kilometrów brutto pociągów osobowych i towarowych.

Co się tyczy średniego ciężaru pociągów Q'_m i Q''_m oraz średniej siły pociągowej Z_m , to dane te mogą być wyrażone w zależności od cech zasadniczych kształtu linii w przekroju i w planie, wiadomych z projektu, a mianowicie od pochylenia miarodajnego i_1 i zastępczego i_2 linii kolejowej.

Według równania (76) na str. 190

$$Q = \frac{z - w - i_1}{w + i_1} \cdot L \dots \dots \dots (76)$$

Stosunek średniego ciężaru pociągu do największego, który określa równanie (76), można przyjąć dla pociągów osobowych $\alpha' = \frac{Q'_m}{Q} = 0,9$, a dla towarowych $\alpha'' = \frac{Q''_m}{Q} = 0,75$, wogóle zaś

$$Q_m = \frac{z - w - i_1}{w + i_1} \cdot \alpha L \dots \dots \dots (96)$$

Według równania (93) na str. 202

$$Z_m = (L + Q_m) \frac{w + i_2}{2} \dots \dots \dots (97)$$

$$\frac{Z_m}{Q_m} = \left(\frac{L}{Q_m} + 1 \right) \frac{w + i_2}{2} = \frac{\alpha z + (1 - \alpha)(w + i_1)}{\alpha(z - w - i_1)} \cdot \frac{w + i_2}{2} \dots \dots (98)$$

Jeżeli przyjmiemy najmniejszą szybkość ruchu dla pociągów osobowych 30 km/godz., a dla towarowych 18 km/godz., to stosownie do równania (15a) na str. 93 otrzymamy sprawność parowozów w pociągach osobowych $z' = 0,06$, w towarowych zaś $z'' = 0,10$. Średni ciężar parowozu z tendrem wynosił na dr. żel. rosyjskich około $L = 72 t$. Średni opór pociągu można przyjąć: osobowego $w' = 4,0 \text{ kg/t}$, a towarowego $w'' = 3,3 \text{ kg/t}^1$). Podstawiając w wyrazach drugim

¹⁾ Dla określenia średniego oporu pociągu na linii prostej poziomej skorzystamy z wzoru Frank'a (40) i przyjmiemy średni ciężar i skład pociągów według danych dla dr. żel. rosyjskich, a mianowicie:

$$L = 72 t; \quad \Omega = 8 m^2; \quad n' = 16,5; \quad Q' = 206 t; \quad n'' = 35; \quad Q'' = 433 t.$$

W pociągach towarowych znajduje się średnio wagonów niekrytych 25%, ładownych 66%, obciążenie wagonów ładownych wynosi 75% siły nośnej.

Stosownie do tych danych opór w kg/t dla pociągu osobowego będzie:

$$w' = 2,89 + 0,000519 V'^2 \dots \dots \dots (99)$$

dla pociągu zaś towarowego:

$$w'' = 2,72 + 0,000512 V''^2 \dots \dots \dots (100)$$

Średnią szybkość pociągu osobowego przyjmiemy $V' = 40 \text{ km/godz.}$, towarowego zaś $V'' = 24 \text{ km/godz.}$

Jednak średni opór nie jest równy oporowi przy średniej szybkości. Tak np., jeżeli przyjmiemy, że w ciągu czasu $\frac{l}{V}$, potrzebnego na przebieżenie odległości l pomiędzy stacjami ze średnią szybkością V , szybkość wynosiła:

i trzecim wzoru (95) wyrazy (96) i (98), a zamiast wszystkich wielkości oprócz i_1 i i_2 ich wartości liczbowe, otrzymamy następujące wzory całkowitego wydatku w złotych linii głównej na ruch i trakcję (t. j. wydatków przewozowych, pociągowych i trakcyjnych) na tonnokilometr wagonów brutto:

$$\begin{aligned} 100 k' &= 0,26 + 74,7 \times \frac{1}{Q'_m} + 31 \times \frac{Z'_m}{Q'_m} = \\ &= 0,26 + \frac{74,7}{0,9 \times 72} \times \frac{0,004 + i_1}{0,06 - 0,004 - i_1} + \\ &+ 31 \times \frac{0,9 \times 0,06 + 0,1 (0,004 + i_1)}{0,9 (0,06 - 0,004 - i_1)} \times \frac{0,004 + i'_2}{2} = \\ &= 0,26 + 1,152 \times \frac{0,004 + i_1}{0,056 - i_1} + 31 \times \frac{0,544 + i_1}{0,504 - 9 i_1} \times \frac{0,004 + i'_2}{2} \dots (101) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 100 k'' &= 0,175 + 76,2 \times \frac{1}{Q''_m} + 31 \times \frac{Z''_m}{Q''_m} = \\ &= 0,175 + \frac{76,2}{0,75 \times 72} \times \frac{0,0033 + i_1}{0,10 - 0,0033 - i_1} + \\ &+ 31 \times \frac{0,75 \times 0,1 + 0,25 (0,0033 + i_1)}{0,75 (0,10 - 0,0033 - i_1)} \times \frac{0,0033 + i''_2}{2} = \\ &= 0,175 + 1,41 \times \frac{0,0033 + i_1}{0,0967 - i_1} + 31 \times \frac{0,3033 + i_1}{0,2901 - 3 i_1} \times \frac{0,0033 + i''_2}{2} \dots (102) \end{aligned}$$

Dla wartości i_1 od 0 do 0,012 i i_2 od w do i_1 wzory (101) i (102) mogą być wyrażone z dokładnością do $1\frac{1}{2}\%$ w postaci funkcji liniowych tych zmiennych:

$$100 k' = 0,352 + 34,0 i_1 + 22,9 i'_2 \dots \dots \dots (103)$$

$$100 k'' = 0,262 + 19,1 i_1 + 19,1 i''_2 \dots \dots \dots (104)$$

na długości 0,1 l	$\frac{V}{2}$
„ „ 0,5 l	V
„ „ 0,4 l	$\frac{4}{3} V$

to średni opór na całym szlaku będzie: $0,1 \left(\frac{1}{2}\right)^2 + 0,5 + 0,4 \left(\frac{4}{3}\right)^2 = 1,24$ razy większy od oporu, obliczonego według średniej szybkości.

Wobec tego we wzorach (99) i (100) wyrazy, zawierające V^2 i obliczone według średniej szybkości, powinny być zwiększone w przybliżeniu o 25%.

Zwiększenie średniego oporu pod wpływem wiatru obliczymy w przypuszczeniu, że średnia roczna szybkość wiatru, w kierunku wzdłuż pociągu (w jedną stronę przeciw biegowi, w drugą zaś z biegiem pociągu) i prostopadle do niego, wynosi w przybliżeniu $2 \text{ m/sek.} = 7 \text{ km/godz.}$ (średni wietrzyk). Powierzchnię boczną parowozu można przyjąć $\omega_1 = 50 \text{ m}^2$, wagonu osobowego $\omega'_2 = 40 \text{ m}^2$, towarowego zaś $\omega''_2 = 25 \text{ m}^2$.

Na zasadzie tych danych i posilując się wzorami Frank'a oraz wzorem (17) na str. 105. otrzymamy średni opór pociągu osobowego w kg/t :

$$\begin{aligned} w' &= 2,89 + 0,000519 (1,25 \times 40^2 + 7^2) + 0,1225 (50 + 40 \times 11) \times \frac{7^2}{6 \times 3,6^2 \times 278} = \\ &= 2,89 + 1,02 + 0,13 = 4,0 \text{ kg/t,} \end{aligned}$$

pociągu zaś towarowego:

$$\begin{aligned} w'' &= 2,72 + 0,000512 (1,25 \times 24^2 + 7^2) + 0,1225 (50 + 25 \times 35) \times \frac{7^2}{6 \times 3,6^2 \times 505} = \\ &= 2,72 + 0,40 + 0,14 = 3,3 \text{ kg/t.} \end{aligned}$$

Podstawiając te wyrazy we wzór (95), otrzymamy całkowity wydatek roczny na budowę i eksploatację linii głównej poza stacjami (w złotych):

$$K = (Ar + 1953) l + (0,352 + 34,0 i_1 + 22,9 i_2') \frac{q'l}{100} + \\ + (0,262 + 19,1 i_1 + 19,1 i_2'') \frac{q''l}{100} \dots \dots \dots (105)$$

Wydatek ten może być wyrażony w zależności od ilości przewozu netto, a mianowicie od ilości osobokilometrów pl i tonnokilometrów towarów tl , jeżeli zauważymy, że według statystyki dr. żel. rosyjskich przypada 1,47 tonny brutto ciężaru pociągów osobowych (wagonów) na jednego podróżnego i 2,2 tonny ciężaru brutto pociągów towarowych na jedną tonnę ładunku. Na zasadzie tych danych zamiast wzoru (105) można napisać:

$$K = (Ar + 1953) l + (0,517 + 50,0 i_1 + 33,7 i_2') \frac{pl}{100} + \\ + (0,576 + 42,0 i_1 + 42,0 i_2'') \frac{tl}{100} \dots \dots \dots (106)$$

W tym wzorze oznacza p ilość podróżnych, a t ilość tonn ładunków, przebiegających całą długość linii.

Wzory (105) i (106) zestawiono na zasadzie rzeczywistych wyników eksploatacji Europejskiej sieci dróg żelaznych Państwa Rosyjskiego w okresie lat kilkunastu przed wojną 1914 r. Wyrażają one całkowity wydatek roczny w złotych na budowę i eksploatację linii głównej poza stacjami w zależności od kształtu linii kolejowej, a mianowicie od jej długości l w kilometrach i pochylenia miarodajnego i_1 i zastępczego i_2 .

Gdy dla porównywanych kierunków linii kolejowej, która się projektuje, wiadome są wydatki linjowe A na budowę jednego kilometra w każdym z tych kierunków oraz przewidywana ilość przewozu: tonnokilometrów brutto $q'l$ i $q''l$, albo osobokilometrów pl i tonnokilometrów ładunków netto tl , to można ocenić względne korzyści rozpatrywanych kierunków. Jeżeli pochylenie miarodajne linii dane jest według warunków projektu, albo pozostaje w zależności od pochylenia miarodajnego sąsiednich szlaków linii, to wielkościami zmiennymi we wzorach (105) lub (106) będą tylko: długość linii, koszt jednego kilometra teje i pochylenie zastępcze. Jeżeli zaś jest możliwość wyboru pochylenia miarodajnego, to posiłkując się wzorami (105) albo (106) można się przekonać, o ile w danym przypadku zmniejszenie lub zwiększenie jego może okazać się korzystnym. Gdyby porównywane kierunki obejmowały tylko część projektowanej linii, to należałoby przyjąć pod uwagę wydatki na budowę i eksploatację nie tylko porównywanych części linii, lecz całej linii, a mianowicie tę część pomienionych wydatków, która pozostaje w zależności od wielkości pochylenia miarodajnego linii, mającego wpływ na skład pociągów.

Kształt wzorów (105) i (106) wskazuje, że zwiększenie stromości pochylenia linii, o ile zapomocą tego środka można osiągnąć zmniejszenie długości linii, będzie tem korzystniejsze, im większe są wydatki linjowe na budowę i eksploatację jednego kilometra linii w porównaniu z ilością przewozu. Przeciwnie,

jeżeli oczekuje się znaczny ruch pociągów, korzystniejsze będzie rozwinięcie linii w celu otrzymania łagodniejszych pochyłości. Dla linii projektowanej rozmiary ruchu osobowego z trudnością wogóle dają się obliczyć. Przewidywana do przewiezienia ilość podróżnych określana bywa w cyfrach przeciętnych i może podlegać znacznym zmianom. Jeżeli zauważymy, że przy zmienianiu się pochylenia i_2 od 0,003 do i_1 wydatki na ruch i trakcję, zawarte w wyrazach drugim i trzecim wzoru (106), wynoszą na jednego podróżnego w przybliżeniu tyle, co na tonnę ładunku (por. str. 188), to można wprowadzić do obliczeń przybliżonych zamiast podróżnych odpowiadającą im ilość ładunków i określać wydatki roczny wyłącznie w zależności od ruchu towarowego.

Z powyższego wynika, że dla określenia wydatku rocznego projektowanej linii, w celu porównania zyskowności różnych jej kierunków, do wydatków, zależnych od ruchu i trakcji i wynoszących $0,576 + 42,0 i_1 + 42,0 i_2$ złotych na km i na każde 100 tonn ładunków, albo na każdych 100 podróżnych, których przewóz przewiduje się, należy dodać wydatki linjowe na eksploatację, wynoszące w przybliżeniu po 2000 zł. na km , i procenty od kosztu budowy.

Dla bliższego objaśnienia tego obliczenia na przykładzie przypuścmy, że ilość przewozu, oczekiwana na projektowanej linii, wynosi rocznie około 200 000 osobokilometrów i 800 000 000 tkm ładunków na km , t. j. że przewidywany jest przeciętny przewóz przez całą jej długość około 100 000 osób i 400 000 000 tonn ładunków rocznie w każdą stronę. Koszta przewozu 200 000 podróżnych odpowiadają w przybliżeniu kosztom przewozu tejże ilości tonn ładunków, wobec czego w dalszych obliczeniach będziemy przyjmować za podstawę wyłącznie tylko ruch towarowy, wynoszący 1 000 000 tonn rocznie.

Pochylenie krańcowe projektowanej linii wynosi 0,006 i zbiega się z łukiem o promieniu 600 m ., a zatem pochylenie miarodajne linii będzie:

$$0,006 + \frac{650}{600 - 55} = 0,0072.$$

Na pewnej długości projektowanej linii są do wyboru dwa kierunki.

Pierwszy z nich ma długość 16,8 km , z których na poziomy i pochyłości mniejsze niż 0,0033 przypada 3,1 km , ogólna zaś wysokość pochyłości szkodliwych, t. j. takich, których stromość przewyższa 0,0033, wynosi 80 $m = 0,080 \text{ km}$. Suma kątów środkowych w łukach na pochyłościach nieszkodliwych równa się 108° , na pochyłościach zaś szkodliwych 342° . Tym sposobem pochylenie zastępcze pierwszego z rozpatrywanych kierunków linii będzie:

$$i_2 = \frac{1}{16,8} \cdot \{0,0033 \times 3,1 + 0,080 + 0,0000131 (2 \times 108 + 342)\} = 0,00577.$$

Koszta budowy linii głównej w tym kierunku obrachowano na 1 170 000 zł.

Długość linii w drugim kierunku wynosi 17,2 km , z których na poziomy i pochyłości nieszkodliwe przypada 15,3 km , ogólna zaś wysokość pochyłości szkodliwych wynosi 90 $m = 0,090 \text{ km}$. Suma kątów środkowych w łukach, położonych na pochyłościach nieszkodliwych, równa się 113° . Pochylenie zastępcze linii w drugim kierunku będzie:

$$i_2 = \frac{1}{17,2} \cdot \{0,0033 \times 15,3 + 0,090 + 0,0000131 \times 2 \times 113\} = 0,00363.$$

Koszt budowy linii głównej w drugim kierunku obliczono na 1 250 000 zł.

Jeżeli wysokość procentu przyjmiemy $4\frac{1}{2}\%$, to koszt roczny budowy i eksploatacji linii w obu kierunkach przedstawi się jak następuje:

	Kierunek I.	Kierunek II.
1) Procenty od kapitału budowy linii głównej: $Arl =$	52 650	56 250
2) Wydatki linjowe na eksploatację: $2000 l =$	33 600	34 484
3) Wydatki przewozowe, pociągowe i trakcyjne:		
$0,576 + 42 (i_1 + i_2) 10\ 000 l =$		
$0,576 + 42 (0,0072 + 0,00577) 168\ 000 =$	188 284	—
$0,576 + 42 (0,0072 + 0,00363) 172\ 000 =$	—	177 308
Razem zł.	274 534	268 042

Z tego porównania wynika, że kierunek II, pomimo, że jest dłuższy od pierwszego o $0,4\ km$ i koszt jego budowy jest o $80\ 000\ zł.$ większy, w rzeczywistości okazuje się korzystniejszym, ponieważ daje w porównaniu z pierwszym roczną oszczędność, wynoszącą $6\ 492\ zł.$

Korzyści łagodniejszych pochyłeń w kierunku II byłyby nierównie znaczniejsze, gdyby ilość oczekiwanego przewozu była większa. Naprzykład, gdyby ilość oczekiwanego przewozu wynosiła nie 1 milion, lecz 1,5 miliona t/km rocznie, to kierunek II byłby korzystniejszy nawet, gdyby w nim koszt budowy linii głównej poza stacjami wynosił $1\ 500\ 000\ zł.$ Jak wskazuje bowiem następujące obliczenie rocznych kosztów budowy i eksploatacji projektowanej linii:

$$\begin{aligned} \text{w kierunku I:} & \quad 52\ 650 + 33\ 600 + 188\ 284 \times 1,5 = 368\ 676\ \text{zł.} \\ \text{w kierunku II:} & \quad 1\ 500\ 000 \times 0,045 + 34\ 484 + 177\ 308 \times 1,5 = 367\ 946\ \text{zł.} \end{aligned}$$

kierunek II dawałby nawet w tym przypadku oszczędność roczną . . . $730\ zł.$

We wszystkich rozumowaniach poprzednich przyjmowano, że ilość przewozu jest w obu kierunkach jednakowa. Założenie to w większości przypadków jest bliskie rzeczywistości, bo różnice w naładowaniu wagonów, wobec znacznego ich ciężaru własnego, mało wpływają na ogólny ciężar pociągów.

Gdy ilość przewozu w jednym kierunku jest znacznie mniejsza niż w drugim, to okoliczność ta nie będzie miała istotnego wpływu na wielkość wydatków rocznych linii głównej na tonnokilometr brutto i, posiłkując się wzorami (105) i (106), potrzeba będzie tylko wprowadzić do rachunku mniej korzystne naładowanie wagonów w jednym z kierunków. Przypuśćmy, że ilość ładunków, których przewóz przewiduje się, wynosi w jednym kierunku t' , w kierunku zaś odwrotnym $t'' < t'$. Przy wyprowadzeniu wzoru (106) ciężar pociągu brutto przyjęto 2,2 raza większy od obciążenia. Ciężar własny wagonów, które przejdą w obu kierunkach, pozostaje oczywiście bez zmiany i wynosi:

$$2 t' (2,2 - 1) = 1,2 \times 2 t'.$$

Ponieważ ilość ładunku użytecznego, który przewiozą te wagony, wynosi $t' + t''$, więc stosunek ciężaru pociągów brutto do ciężaru użytecznego, który można nazwać *współczynnikiem obciążenia*, wyniesie:

$$\beta = \frac{1,2 \times 2 t' + t' + t''}{t' + t''} = 1,2 \times \frac{2 t'}{t' + t''} + 1 \quad \dots \quad (107)$$

Jeżeli np. $t'' = \frac{1}{2} t'$, to współczynnik obciążenia $\beta = 2,6$, zamiast przyjętego 2,2 i wobec tego wydatek, określony na zasadzie wzoru (106), powinien być zwiększony o $\frac{2,6 - 2,2}{2,2} \times 100 = 18\%$.

Podany powyżej sposób porównania zyskowności różnych kierunków linii kolejowej powinien być stosowany tylko do linii projektowanych.

Gdy jednak potrzeba porównać zyskowność przewozu kolejami już istniejącymi, to przy takim porównaniu nie należy przyjmować w rachubę kosztów linjowych budowy i eksploatacji. Zmiana ilości przewozu nie może mieć wpływu na wielkość kosztów linjowych, a więc z punktu widzenia ogólno-ekonomicznego wielkość ta jest obojętna przy rozpatrywaniu zmian w ilościach przewozu. Inne wydatki linii głównej, zależne od ruchu i trakcji i pozostające w stosunku prostym do ilości przewozu, wynoszą, zgodnie z wzorami (103) i (104), na 100 tonnokilometrów wagonów brutto:

$$\text{osobowych: } 100 k' = 0,352 + 34,0 i_1 + 22,9 i_2' \dots \dots \dots (103)$$

$$\text{i towarowych: } 100 k'' = 0,262 + 19,1 i_1 + 19,1 i_2'' \dots \dots \dots (104)$$

Dla linii, która byłaby na całej swej długości prosta i pozioma, a więc dla której:

$$i_1 = 0; \quad i_2' = 0,004 \quad \text{i} \quad i_2'' = 0,0033$$

wydatki, które wyrażają wzory (103) i (104), wynoszą

$$100 k_0' = 0,444 \quad \text{i} \quad 100 k_0'' = 0,325.$$

Wynika stąd, że eksploatacyjna długość zastępcza linii kolejowej, t. j. długość λ linii prostej i poziomej, na której wydatki, zależne od ruchu i trakcji, byłyby takie same jak na danej linii o długości l , otrzyma się ze wzorów: dla ruchu osobowego

$$\lambda' = \frac{k'}{k_0'} l = (0,794 + 76,6 i_1 + 51,5 i_2') l \dots \dots \dots (108)$$

i dla ruchu towarowego

$$\lambda'' = \frac{k''}{k_0''} l = (0,808 + 58,7 i_1 + 58,7 i_2'') l \dots \dots \dots (109)$$

zaś współczynnik zastępczy η otrzyma się odpowiednio:

$$\eta' = \frac{\lambda'}{l} = \frac{k'}{k_0'} = 0,794 + 76,6 i_1 + 51,5 i_2' \dots \dots \dots (110)$$

$$\eta'' = \frac{\lambda''}{l} = \frac{k''}{k_0''} = 0,808 + 58,7 i_1 + 58,7 i_2'' \dots \dots \dots (111)$$

Jak widać, współczynnik ten pozwala wnioskować, w jakim stopniu ilość przewozu wpływa na ogólne wydatki roczne danej linii kolejowej, długość zaś zastępcza wykazuje wielkość tych kosztów. Z tego powodu obie te wielkości mają bardzo ważne znaczenie przy rozstrzygnięciu pytania, którymi z istniejących linii korzystniej jest z punktu widzenia ogólno-ekonomicznego kierować przewóz towarów, a także przy ocenianiu wyników eksploatacji.

Oczywiście, że długość zastępcza może służyć również do porównywania kierunków linii budowanych, lecz wtedy należy ją pomnożyć przez koszt tonnokilometra na prostej poziomej i przez ilość tonnokilometrów i dodać do tego kosztu linjowe. Wobec tego prościej będzie przeprowadzić obliczenie na zasadzie wzorów (106) albo (107).

3. Poszukiwania szczegółowe. Sposoby wyznaczania najkorzystniejszego położenia linii kolejowej. Linje próbne. Zdjęcie planów z oznaczeniem warstwic. Wytykanie, pomiary i poziomowanie linii.

W przypuszczeniu, że poszukiwania ogólnikowe wyjaśniły dostatecznie pytania zasadnicze co do tego, o ile budowa projektowanej linii kolejowej wogóle opłaca się, jakiego typu linja ta być powinna i jakim zasadniczym warunkiem technicznym ma ona odpowiadać, oraz że najkorzystniejszy jej *kierunek ogólny* został już mniej-więcej postanowiony, zadanie poszukiwań szczegółowych będzie polegało na wyznaczeniu najkorzystniejszego położenia linii kolejowej na gruncie, na określeniu rodzaju i ilości robót, podlegających wykonaniu, oraz na obliczeniu ich kosztu, jednym słowem na wypracowaniu całkowitego projektu drogi żelaznej.

Często się zdarza, że poszukiwania ogólnikowe zostały przeprowadzone początkowo nie dość dokładnie, wskutek czego, już po przychylnem rozstrzygnięciu pytania zasadniczego, czy projektowana droga żelazna ma się budować, i po przystąpieniu do poszukiwań szczegółowych, okazuje się koniecznym zmienić zupełnie kierunek linii i zaczynać na nowo poszukiwania rozpoznawcze. Taki porządek nie może jednak być uznany za prawidłowy.

Przy poszukiwaniach szczegółowych położenie linii bywa często po kilka razy zmieniane i zbliża się stopniowo do położenia ostatecznie przyjętego do wykonania. Jednak zmiany te powinny dotyczyć ulepszenia linii w szczegółach, albo na niewielkich odstępach kierunku ogólnego, który powinien być ustalony przy badaniach rozpoznawczych dla uniknięcia nieprodukcyjnej pracy na szczegółowe opracowanie kierunków nieprzydatnych.

Do wyznaczenia najkorzystniejszego położenia linii przy poszukiwaniach szczegółowych można dojść dwojaką drogą: albo prowadząc linię na gruncie i szukając następnie najkorzystniejszego jej położenia zapomocą szeregu prób, albo też zdejmując plan miejscowości z oznaczeniem wysokości i określając według niego najkorzystniejsze położenie linii, którą następnie przenosi się na grunt.

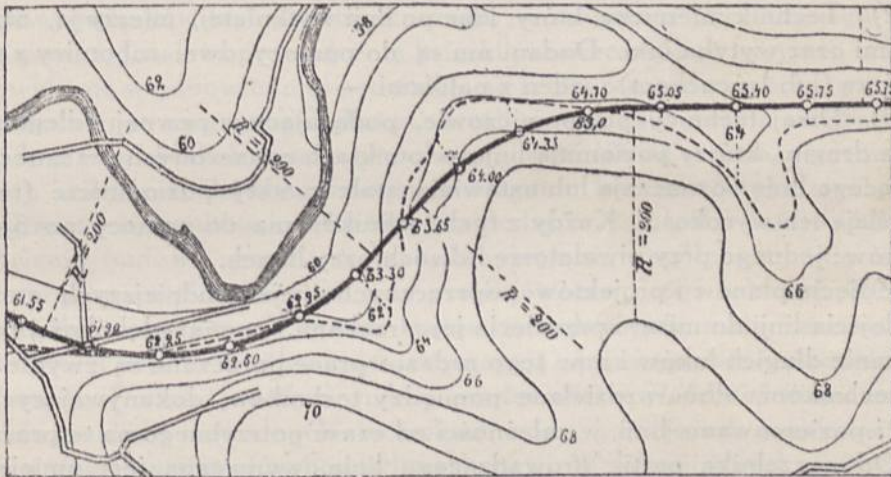
Wybór jednego z tych sposobów pozostaje w zależności od warunków miejscowych, które nawet na różnych odstępach jednej i tej samej linii mogą nie być jednakowe. W miejscowości otwartej, równej lub słabo falistej i nie przedstawiającej szczególnych trudności do poprowadzenia linii, pierwszy z pomienionych sposobów prowadzi prędzej do celu. Przeciwnie, w górach, w miejscowościach zabudowanych i wogóle trudnych uprzednie zdjęcie planu w dużej podziałce (1 : 2000 do 1 : 1000) staje się nieodzownem.

Dla zdjęcia planu z oznaczeniem wysokości przeprowadza się w projektowany kierunku linię magistralną (wielobok) i przekroje poprzeczne do niej, albo określa się wysokość poszczególnych punktów i położenie ich względnie do linii magistralnej współrzędnymi biegunowymi przy pomocy tachymetru.

Na planie z oznaczeniem wysokości położenie krzywych o jednakowym poziomie określa się, pośrednicząc pomiędzy dwoma punktami, których wysokości są wiadome. Bardzo dogodny do zdjęć planów jest stolik mierniczy z celownicą. Wadą tego instrumentu jest jednak niemożność używania go podczas

niepogody. Długość przekrojów poprzecznych albo szerokość pasa gruntu, którego plan z oznaczeniem warstwicz zdjęć wypada, zależne są od warunków miejscowych. Ponieważ ogólny kierunek linii powinien być już wyjaśniony podczas rozpoznania miejscowości, zapomocą pomiarów wówczas dokonanych, więc szerokość pasa, zdejmowanego podczas poszukiwań szczegółowych, wynosi zwykle nie więcej jak 100 m do 300 m.

W trudnych warunkach terenu plan z oznaczeniem warstwicz ułatwia bardzo znalezienie najkorzystniejszego położenia linii dla danego pochylenia krańcowego. W tym celu bierze się w cyrkiel długość, odpowiadającą różnicy wysokości warstwicz i danemu pochyleniu, i zaczynając od jednego z punktów, przez które linja kolejowa powinna obowiązkowo przechodzić, odkłada się tę długość w kierunku projektowanej linii (rys. 109), bacząc, aby każdy krok cyrkla o ile możliwości nie wychodził z granic dwóch warstwicz sąsiednich i aby zakręty linii nie były ostrzejsze, jak na to pozwalają warunki techniczne projektu. Jeżeli



Rys. 109.

w punktach, odkłótych cyrklem, będą wypisane wysokości projektowanej linii (na rys. 109 punkty te są oznaczone krążkami) i z tych punktów będą wyprowadzone prostopadłe, to odkładając na tych prostopadłych punkty terenu, posiadające tę samą wysokość, co i odpowiadające im punkty linii, można przedstawić poglądowo wysokość nasypów, głębokość wykopów i ich długość, a zatem wnioskować o korzyściach tego lub innego kierunku pod względem ilości robót ziemnych.

Linja, łącząca punkty terenu, położone na prostopadłych, wyprowadzonych z punktów projektowanej linii kolejowej, i posiadające też samą wysokość, co i pomienione punkty, nazywa się *linją robót zerowych*. Gdyby linja kolejowa mogła się dostosować do zwrotów linii robót zerowych, to ilość robót ziemnych byłaby wtedy bezwzględnie najmniejsza.

Wyznaczwszy na planie zapomocą szeregu prób najkorzystniejszy kierunek linii, przenosi się go następnie na grunt. Jednak plan z oznaczeniem

warstwic, nakreślonych według wysokości pojedynczych punktów charakterystycznych, nie może obejmować wszystkich szczegółów układu terenu. Wskutek tego linię przeniesioną z planu wypadnie poprawiać na gruncie, niekiedy nawet po kilka razy.

Z powyższego widać, że sposoby wyznaczenia najkorzystniejszego położenia linii, według planu z oznaczeniem wysokości i zapomocą stopniowych prób wytykania bezpośrednio na gruncie, wzajemnie się uzupełniają.

Roboty w polu, dotyczące poszukiwań technicznych, jako to *wytykanie, pomiary i poziomowanie linii* wykonywa, zależnie od długości linii, jedna lub kilka partji inżynierów i techników.

Skład partji bywa zwykle następujący:

1) Naczelnik partji, który prowadzi linię, wytyka ją i mierzy kąty przecięcia prostych kierunków linii. Przy nim znajduje się do pomocy dziesiętnik z dwoma robotnikami do tyczek lub żalonów i jeden robotnik do niesienia kątomierza.

2) Technik mierniczy, który, idąc po linii wytkniętej, mierzy ją, oznacza palikami oraz wytyka łuki. Dodani mu są do pomocy dwaj robotnicy z taśmą mierniczą (lub łańcuchem) i jeden z palikami.

3) Dwaj technicy poziomniczowie, podążający w pewnej odległości jeden za drugim, którzy poziomują linię w punktach oznaczonych przez technika mierzącego linię, oznaczają lub ustawiają stałe punkty poziomnicze (repery) i określają ich wysokości. Każdy z tych techników ma do pomocy po 3-ch robotników: jednego przy niwelatorze i dwóch przy łatach.

Zdjęcie planów i projektów poprzecznych miejsc trudniejszych oraz planów dojścia linii do miast i przecięcia jej z rzekami, pomiar głębokości tychże, wytykanie długich łuków i inne tego rodzaju prace poruczane są zwykle osobnym technikom, albo rozdzielane pomiędzy techników, dokonywających pomiaru i poziomowania linii, w zależności od czasu potrzebnego na te prace.

Od naczelnika partji, prowadzącego linię, wymagana jest umiejętność orjentowania się w miejscowości i oceniania na oko odległości i wysokości punktów, ostrości zakrętów i stromości pochyłeń oraz wprawa w wyborze na gruncie kierunku linii, któryby najlepiej odpowiadał warunkom, powyżej szczegółowo rozpatrzonym, i pociągał za sobą najmniejsze koszta.

Wytykanie linii wykonywa się za pomocą żalonów i tyczek. Zamiast żalonów, przenoszonych naprzód, wbija się w ziemię okrągłe niskie kołki w celu zachowania śladów linii. W punktach zmiany kierunku linii ustawia się wysokie wiechy. Wierzchołki kątów przecięcia dwóch linii prostych oznacza się mocnymi kołkami. Położenie wierzchołka kąta wskazuje ściślej gwóźdź lub krzyż nacięty na wierzchu koła. Wielkości kąta, promienia, długości łuku, oraz stycznej wypisuje się na osobnym kołku, który wbija się w ziemię obok poprzedniego z napisem, zwróconym ku środkowi łuku.

Pomiar linii wykonywa się zapomocą stalowej taśmy mierniczej lub łańcucha o długości 20 m. Co każde 100 m zabija się równo z ziemią kołek (punkt poziomniczy), obok niego zaś palik, wystający ponad ziemię na wysokość około 0,20 m i zwrócony napisem ku początkowi linii, z oznaczeniem na nim numeru po-

rządkowego hektometru czyli staja. Takież kołki zabija się również w punktach pośrednich pomiędzy stajami, na załamaniach powierzchni gruntu, na brzegach rzek dla oznaczenia granic rozlewu i poziomu wody, na przecięciach z innymi drogami i t. p. W punktach pośrednich (plusach) wypisuje się ze znakiem $+$ odległość ich od poprzedzającego staja. Pomiar prostej prowadzi się do wierzchołka kąta zwrotu, od którego odmierza się następnie długość stycznych, poczem w punktach początkowym i końcowym łuku wbija się w ziemię paliki z odpowiednim napisem. Odległość pierwszego staja, następującego po łuku, od palika, oznaczającego koniec łuku, określa się według teoretycznej długości łuku, dla uniknięcia niedokładności przy pomiarze po łuku. Staja na łuku rozstawia się według oddzielnego pomiaru, po wytknięciu łuku.

Przy poszukiwaniach początkowych w miejscowości równej i gdy kąty zwrotu są niewielkie, łuków albo się wcale nie wytyka i oznacza się tylko ich początek i koniec, albo wytyka się je co 100 m. Ścisłejsze wytknięcie, zwykle co 20 m, wykonywa się dopiero przy ostatecznym ustalaniu linii.

Do obowiązków technika mierniczego, w związku z zajęciami jego wskazanymi powyżej, należy prowadzenie książki pomiarowej i sytuacyjnej, w której odnotowuje się w odpowiedniej podziałce, na kratkowanym papierze, wszystkie punkty oznaczone na gruncie kołkami, kreśli się od ręki sytuacja miejscowości wzdłuż linii w granicach pasa o szerokości około 100 m, z oznaczeniem ważniejszych odległości, kątów przecięcia z drogami, kierunku rzek, rzeczek, rowów, granic województw i powiatów, granic lasów, łąk, pól, właściwości gruntu, położenia budowli, nazw wsi, rzek, i zapisuje się wogóle wszystkie wiadomości, mogące mieć znaczenie przy projektowaniu drogi żelaznej. Niektóre z tych wiadomości i danych są tak ważne i przedstawiają takie znaczenie dla projektowanej linii, że bardzo często wymagają w następstwie szczegółowego opracowania. Do takich danych należą wiadomości o właściwościach i uwarstwowieniu gruntu, o naturalnych zbiornikach wody, o miejscach znajdowania się i właściwościach materiałów budowlanych i t. p. W zależności od miejscowych warunków każda z tych wiadomości może być przedmiotem osobnych poszukiwań.

Poziomowania główne i sprawdzające powinny być codziennie porównywane po ukończeniu roboty i, w razie jeżeli po sprawdzeniu nie ujawnią się omyłki, powinien być według nich wykreślony w głównych zarysach odrębny przekrój podłużny z oznaczeniem linii projektowanych pochyłeń, aby można było osądzić, jakie roboty otrzymują się na długości linii przebytej w ciągu dnia i czy nie zachodzi potrzeba zmienić jej kierunku.

Przy sprawdzaniu poziomowań dla linii kolejowych przyjmuje się zwykle, że różnica pomiędzy dwoma poziomowaniami nie powinna przewyższać na długości do 10 kilometrów 2 cm/km , a na znacznie większych długościach 1 cm/km .

Punkty poziomnicze stałe, których poziomowanie bywa dokonywane jednocześnie z poziomowaniem linii, powinny być rozstawione dla dogodności sprawdzania i wykonywania robót nie rzadziej jak co kilometr i przeważnie w bliskości znacznie większych budowli, przewidzianych w projekcie. Punktami stałymi mogą być cokoły budynków murowanych położonych w bliskości linii,

duże kamienie, zacięcia na drzewach, albo mocne słupy umocowane u dołu krzyżami, zabezpieczającymi je od osiadania, zakopane w grunt poza obrębem pasa ziem, gdzie będą wykonywane roboty. Punkt stały winien posiadać miejsce wyrównane do poziomu, dogodnie do postawienia na niem łąty poziomniczej. Miejsce do postawienia łąty oznacza się krzyżem lub pokrywa farbą, obok zaś wypisuje się numer punktu stałego.

W razie znacznej pochyłości poprzecznej gruntu (większej niż 1 : 5), oprócz podłużnego poziomowania linii, powinny być zdjęte we wszystkich punktach poprzeczne przekroje dostatecznej długości dla określenia ilości robót ziemnych i warunków budowy innych budowli.

Oprócz poziomowania gruntu pod torowisko kolei, niezbędne jest dokonanie przy poszukiwaniach¹⁾ technicznych niektórych innych poziomowań w związku z przecięciem rzek i określeniem otworów dzieł sztuki, przecięciem i odchyleniem dróg i t. p.

Do obliczenia otworów dzieł sztuki na suchych parowach potrzebne są dane, dotyczące wielkości zlewni, pochylenia ścieku parowu na długości około 200 m przed dziełem sztuki, średniego pochylenia ścieku całej doliny od dzieła sztuki do wododziału i przekroju poprzecznego parowu w miejscu przecięcia go linią kolejową. Dla rzek i rzeczek określa się przekrój poprzeczny koryta i spadek podłużny rzeki, poziom wód wysoki, średni i niski oraz poziom przepływu kry.

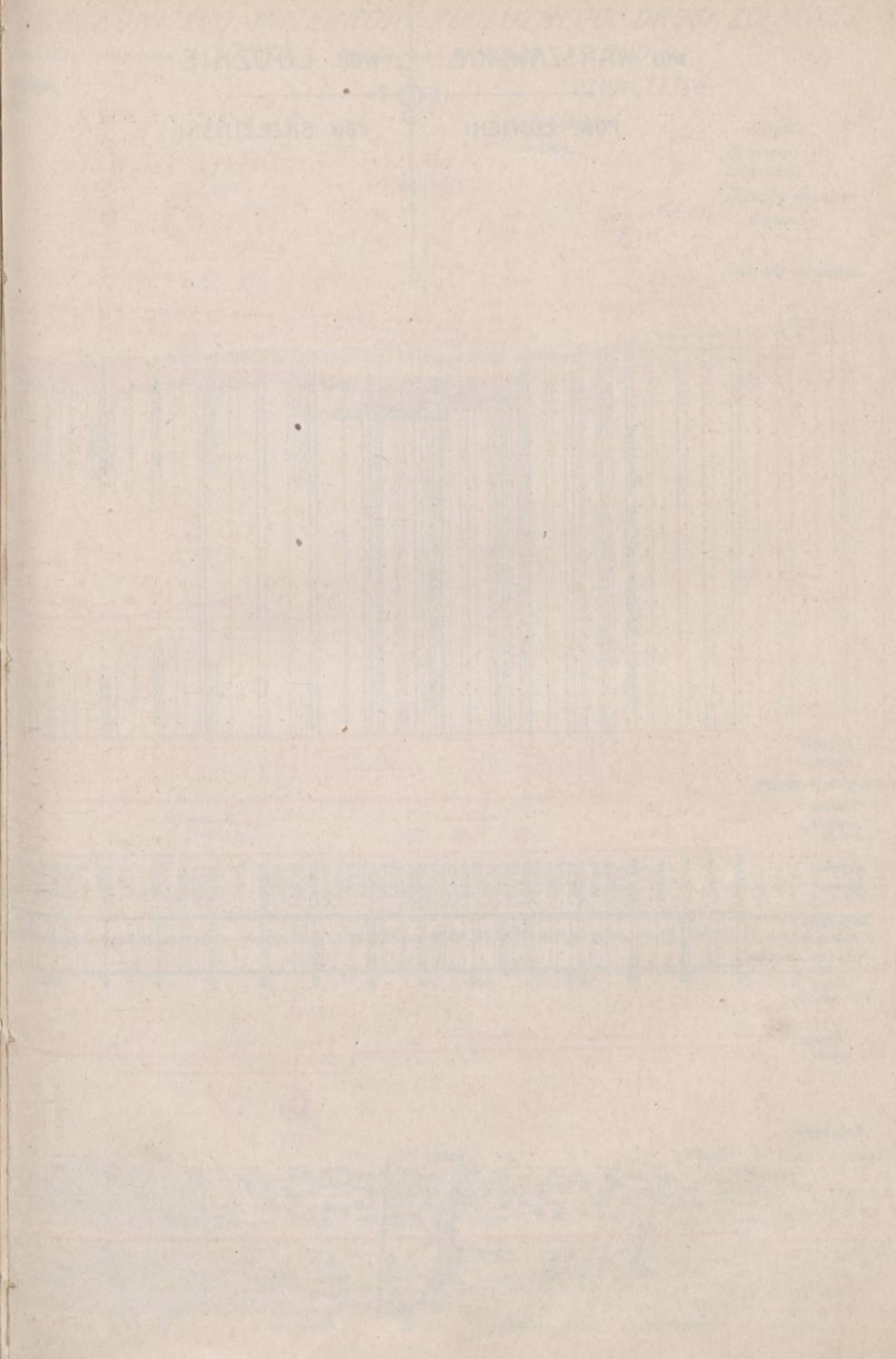
4. Plany i przekroje linii. Skład projektu przedwstępnego drogi żelaznej.

Pomiary i poziomowania, wykonane na gruncie, winny stanowić podstawę do sporządzenia planów i przekrojów, które pozwoliłyby sądzić o warunkach budowy projektowanej drogi żelaznej i obliczyć ilość robót, które trzeba będzie wykonać.

Plany sytuacyjne i plany z oznaczeniem warstwic, wykonywane przy poszukiwaniach kolejowych, nie różnią się zasadniczo od innych planów tego rodzaju. Podziałka planów przyjmuje się zwykle 1 : 2000 do 1 : 1000, pionowa zaś odległość pomiędzy warstwicami zwykle 2 do 1 m.

Szczegółowy przekrój podłużny linii przygotowuje się w podziałce 1 : 10000 dla odległości poziomych i 1 : 1000 dla wysokości. Po nakreśleniu linii gruntu¹⁾ oznacza się na przekroju linię projektowanych pochyłeń, kierując się pod względem jej kształtu wskazówkami rozdziału V działu III. Przytem wyznacza się położenie poziomów dla stacyj i mijanek, rozmieszczenie przejazdów w poziomie szyn i budynków linjowych, oraz wyjaśnia się na zasadzie zebranych danych warunki krzyżowania dróg w różnych poziomach, przepuszczenia wód pod torowiskiem i ich odprowadzenia, oznacza się otwory dzieł sztuki, rowy ochronne, miejsca, wymagające urządzenia murów oporowych, i wogóle wyjaśnia się wszystkie okoliczności, dotyczące kształtu spodniej bu-

¹⁾ Kilometrowanie winno być przyjęte od początkowego punktu, który dla każdej linii ustala ministerjum kolei żelaznych. Przekrój podłużny należy wykreślać według kilometrowa na, od lewej strony ku prawej.



dowy projektowanej linii. Oprócz linii gruntu i linii pochyłeń z odnoszaniem się do nich rzędnymi oraz rzędnymi nasypów i wykopów, na przekroju podłużnym oznacza się w dolnej jego części długość i stromość (zwykle w tysięcznych częściach) projektowanych pochyłeń linii, a także długość prostych i łuków oraz ich kąty, promienie i stycznice. Tu również oznacza się odległość od najbliższych staj punktów złamań przekroju, punktów przejścia z prostych na łuki oraz kilometrów, licząc od początku linii.

W odpowiednich miejscach, przy rzędnych przekroju, wypisuje się nazwy rzek, rzeczek i dróg, które przecina linja kolejowa, na linjach zaś gruntu i pochyłeń oznacza się projektowane dzieła sztuki: przepusty, mosty, wiadukty, ze wskazaniem ich otworów, poziomów wód i t. p. Nad linją pochyłeń oznacza się przyjętymi znakami położenie stacyj, przystanków, mijanek, ze wskazaniem ich nazw i wzajemnych odległości, oraz położenie budowli linjowych: domów mieszkalnych dla nadzorców drogowych i starszych robotników, domków dróżniczych i przejazdów w poziomie szyn.

Nad przekrojem wypisuje się nazwy osad i wsi, położonych wzdłuż linii, granic powiatów, województw i t. p.

U dołu lub u góry przekroju umieszczany bywa zwykle plan sytuacyjny linii, w teże podziałce podłużnej, co i przekrój, z zachowaniem krzywości linii lub w kształcie rozwiniętego pasa, z oznaczeniem przecinanych pól, łąk, lasów, kierunku rzek i dróg, budynków podlegających rozbiórce i t. p.

Oprócz szczegółowego przekroju podłużnego, który służy za podstawę do wypracowania projektu drogi żelaznej, wykreślany bywa zwięźlejszy, a więc dogodniejszy do szybkiego orjentowania się, skrócony przekrój podłużny linii w podziałce 1:50 000, z oznaczeniem wysokości co 100 m i z niektórymi innymi uproszczeniami.

Wzory przekrojów podłużnych, szczegółowego i skróconego, podane są na tablicach I i II.

Przekroje poprzeczne wykreśla się zwykle w podziałce skażonej 1:200 dla odległości poziomych i 1:100 dla wysokości.

Przekrój podłużny i przekroje poprzeczne dają możliwość obliczenia ilości robót ziemnych torowiska kolejowego, o ile zaś oprócz układu terenu uwzględniony będzie koszt wywłaszczenia i właściwości gruntów, pozwalają również ustalić najkorzystniejszy sposób wykonania tychże robót. Obliczenie objętości mas ziemnych i najdogodniejszego ich rozkładu znacznie się upraszcza przez zastosowanie wiadomych sposobów wykreślnych. Następnie może być określona powierzchnia wywłaszczenia, potrzebnego pod torowisko kolejowe wraz z bocznymi ukopami, odwałami i t. p., a także, zależnie od przyjętej wysokości nasypów i wyznaczonych otworów dzieł sztuki, mogą być określone główne wymiary tychże dzieł sztuki, objętość muru, ciężar dźwigarów mostowych i t. p.

Na podstawie poszukiwań ekonomicznych i technicznych wypracowuje się przedwstępny projekt drogi żelaznej, który winien być przedstawiony do ministerjum kolei żelaznych w celu otrzymania pozwolenia na jej budowę.

Według przepisów polskich o udzielaniu koncesyj na koleje żelazne prywatne (rozporządzenie ministra kolei żelaznych z d. 14 paźdz. 1921 r.), przedwstępny projekt drogi żelaznej winien obejmować następujące dokumenty:

1. Memorjał, którego działy stanowią: *a)* uzasadnienie znaczenia ekonomicznego i potrzeby budowy projektowanej drogi żelaznej; *b)* opis techniczny budowy; *c)* wykaz przypuszczalny rocznych wydatków i dochodów eksploatacyjnych z ich uzasadnieniem; *d)* zamierzony plan wykonania robót.
2. Projekt sfinansowania zamierzonego przedsięwzięcia.
3. Plan projektowanej linii na mapie topograficznej w podziałce 1 : 300 000 lub większej.
4. Przekrój podłużny w podziałce pionowej 1 : 1000 i poziomej 1 : 10 000.
5. Taki sam przekrój w podziałce pionowej 1 : 1000 i poziomej 1 : 50 000.
6. Kosztorys ogólny budowy z niezbędnymi wykazami, podzielony na 12 działów, przytoczonych wyżej na str. 178 i 179.

Treść tych dokumentów wymaga bliższego rozpatrzenia.

1a) Uzasadnienie znaczenia ekonomicznego i potrzeby budowy projektowanej drogi żelaznej. Tu winien być wskazany cel budowy, opisane warunki ekonomiczne miejscowości, którą droga ta ma przecinać i usprawiedliwiony pod względem ekonomicznym wybrany kierunek linii kolejowej. Niezbędne jest przytoczenie danych statystycznych o zaludnieniu miejscowości, przez którą ma przechodzić projektowana droga żelazna, o wytwórczości i spożyciu tej miejscowości, o jej bogactwach przyrodzonych, rozwoju przemysłu, ilości fabryk i zakładów przemysłowych, o rozwoju handlu i t. p.

1b) Opis techniczny budowy. W nim należy opisać pod względem topograficznym, geologicznym i klimatycznym miejscowość, przez którą ma przechodzić projektowana droga żelazna; umotywić wybór typu drogi żelaznej (szerokość toru, rodzaj trakcji i in.) i przyjęte zasadnicze warunki techniczne (przelotność, wzniesienie miarodajne, skład pociągów, typy budowli i in.; uzasadnić pod względem technicznym wybrany kierunek linii kolejowej, dołączając w miarę potrzeby plany i przekroje poprzeczne znaczniejszych rzek z motywami wyboru miejsc ich przejścia i wzniesienia mostów nad poziomem wody, plany dojeżdż do miast, przejść w trudniejszych miejscach i t. p.; opisać kształt linii kolejowej na zasadzie wykazu prostych i łuków, pochyłości i poziomów, ze wskazaniem ich stosunku procentowego do całej długości linii, podaniem zastępczych długości szlaków pomiędzy stacjami i dla całej linii i t. p.; udowodnić przelotność linii obliczeniami czasu biegu pociągów, zużycia wody i paliwa oraz wykresami jazdy ze wskazaniem rozmieszczenia parowozowni i stacyj wodnych; opisać ustrój ważniejszych budowli z dołączeniem projektowanych przekrojów normalnych torowiska, rysunków typów dzieł sztuki, budowli wierzchniej, budynków architektonicznych i in.

1c) Wykaz przypuszczalnych rocznych dochodów i wydatków eksploatacyjnych z ich uzasadnieniem. Wykaz dochodów wymaga obliczenia przewidywanej ilości przewozów, opartego na danych działu 1a) i na wyrachowaniach, dotyczących roz-

miarów ruchu miejscowego i przechodniego (tranzytowego), oraz na średnich opłatach przewozowych, przyjętych w zależności od rodzaju oczekiwanych przewozów. Przytem należy obliczyć również zwiększenie lub zmniejszenie przewozów i dochodu sąsiednich dróg żelaznych, należących do przedsiębiorstwa, skarbu lub osób trzecich. Wykaz wydatków eksploatacji winien być oparty na danych technicznych projektu oraz danych o ilości przewozów, projektowanej organizacji zarządu i t. p.

1d) *Plan wykonania robót* winien zawierać podział robót pod względem czasu ich wykonania, wskazywać źródła otrzymania materiałów i robotnika i uzasadnić rozkład asygnowania niezbędnych środków finansowych.

2. *Projekt sfinansowania przedsięwzięcia* winien być oparty na kosztorysie robót (p. 6) i planie ich wykonania (p. 1d), na zyskowności przedsięwzięcia (p. 1c) i na rozporządzalnych środkach materialnych. Należy tu zaznaczyć, czy wymagane jest przyznanie prawa przymusowego wywłaszczenia i pomocy ekonomicznej ze Skarbu Państwa i w jakiej formie. W obliczeniach amortyzacji kapitału budowy należy przyjąć w rachubę termin koncesji, którą według ustawy udziela się najwyżej na lat 90.

3, 4 i 5. *Plan i przekroje podłużne*. Szczegółowe objaśnienia co do tych dokumentów były już dane powyżej na str. 240 i 241.

6. *Kosztorys ogólny budowy z niezbędnymi wykazami*. Kosztorys taki przygotowuje się na zasadzie ilości robót i dostaw, określonej przy poszukiwaniach, biorąc pod uwagę zaopatrzenie drogi żelaznej, jakie okaże się niezbędnem w zależności od oczekiwanego ruchu, i posiłkując się zebranymi wiadomościami o cenach materiałów i robocizny, dla uzasadnienia przyjętych cen jednostkowych. Podział ogólny kosztorysu budowy według treści, przyjęty na drogach żelaznych polskich, podano powyżej na str. 178 i 179. W szczegółach należy stosować się do formularza kosztorysu budowy, ustalonego przez ministerjum.

Ilości robót i dostaw, przyjęte w tym kosztorysie, winny być usprawiedliwione obliczeniami i wykazami: 1) wywłaszczenia gruntów i budynków podlegających rozbiórce; 2) cięcia lasu i karczowania; robót ziemnych (kilometrami i stajami); umocowania stoków; 3) dzieł sztuki z podaniem ich otworów, sposobu posadowienia, ilości muru i t. d.; 4) długości linii głównych i stacyjnych i ilości materiałów do budowy wierzchniej; 5) przynależności drogowych i ochron śnieżnych; 6) linii telegraficznej i aparatów; 7) przejazdów i budynków drogowych; 8) stacyj i budynków stacyjnych; 9) urządzeń wodociągowych; 10) przynależności stacyjnych i oporządzenia stacyj; 11) taboru, oporządzenia warsztatów i t. p.

5. Poszukiwania ostateczne, ostateczny projekt drogi żelaznej i jego wykonanie.

W przedwstępnym projekcie drogi żelaznej projekty poszczególnych budowli i urządzeń nie są opracowywane szczegółowo, lecz tylko wskazuje się ich typy, materiały i ustrój ogólny. Opracowaniem zaś szczegółowych projektów dzieł sztuki, budynków architektonicznych, układu torów na stacjach, taboru i t. p. i opracowaniem rysunków poszczególnych budowli i urządzeń

z przystosowaniem się do terenu i innych warunków miejscowych zajmują się inżynierowie i technicy, którym poruczona została budowa drogi żelaznej, po ustaleniu przez ministra kolei żelaznych szczegółowych warunków technicznych koncesji na tę budowę i po nadaniu koncesji przez Prezydenta Rzeczypospolitej. Ciż sami inżynierowie i technicy przed przystąpieniem do budowy zwykle wykonywają również poszukiwania ostateczne, w celu ustalenia ostatecznego kształtu linii.

Poszukiwania ostateczne obejmują też same roboty, które były opisane powyżej dla poszukiwań początkowych, z tą tylko różnicą, że przy poszukiwaniach ostatecznych zwraca się większą uwagę na szczegółowe opracowanie projektu. Cała linja winna być wytknięta, wymierzona i spoziomowana na nowo, przyczem należy sprawdzić, czy jej położenie, ustalone przy poszukiwaniach początkowych, było wybrane prawidłowo, i o ile możności poprawić to położenie, zwiększając promienie łuków, zmniejszając pochyłości, długość linii, ilość i koszt robót i t. p. W celu ulepszenia dojść do miast, przecięć z rzekami i położenia linii w innych trudnych miejscach, wykonywa się szczegółowe plany, o ile nie były już przedtem wykonane. W miejscach, gdzie przy poszukiwaniach początkowych położenie linii zostało określone podług planu z oznaczeniem warstwic, bez wytknięcia krzywych na gruncie, wytknięcie to wykonywa się z wymaganą dokładnością (zwykle co 20 m) i w razie potrzeby poprawia się położenie linii.

Istotne ulepszenie linii może być w wielu razach osiągnięte bez zmiany jej kierunku, lecz tylko zapomocą umiejętnego przerobienia linii pochylen na przekroju podłużnym.

Obliczenia otworów dzieł sztuki, wydajności źródeł wody do wodociągów, rozwoju i zaopatrzenia stacyj i t. p., wykonane przy poszukiwaniach początkowych, sprawdza się i uzupełnia nowemi danemi. W celu określenia głębokości posadowienia podpór dzieł sztuki, zbadania właściwości gruntów, wyszukania wody i materiałów budowlanych, kopie się studnie próbne i wykonywa się wiercenia.

Po ostatecznem ustaleniu kształtu projektowanej linii w planie i w przekroju i po wyjaśnieniu ustroju torowiska, położenia bocznych ukopów, odwałów, budynków i innych budowli, określa się szerokość pasa wywłaszczenia, poczem geometrzy przystępują do opracowania *planu wywłaszczenia gruntów* z oznaczeniem granic działek, należących do poszczególnych właścicieli.

Nabycie majątności pod budowę drogi żelaznej dokonywa się o ile możności na zasadzie umów dobrowolnych z ich właścicielami. W tym celu i dla wyjaśnienia kosztu wywłaszczenia przed ustaleniem ostatecznego kierunku linii (gdyż potem ceny ziemi szybko idą w górę), należy zebrać podczas poszukiwań przedwstępnych wiadomości o rzeczywistych cenach ziemi podług dokonanych sprzedaży i, o ile to jest możliwe, ściągnąć deklaracje od właścicieli gruntów z wymienieniem warunków sprzedaży, na które się oni zgadzają. Drogom żelaznym użytku publicznego może być przyznane według warunków koncesji prawo przymusowego wywłaszczenia majątności nieruchomości pod budowę. Jeżeli korzysta się z tego prawa z powodu niemożności

dojścia do porozumienia dobrowolnego z właścicielami majątności, to osobna komisja szacunkowa dokonywa opisu i oceny tych majątności, poczem, oraz po zabezpieczeniu wynagrodzenia, przypadającego właścicielom, majątności te mogą być zajęte pod budowę drogi żelaznej.

Opracowanie projektów ostatecznych i nadzór nad ich wykonaniem sprawia zarząd budowy drogi żelaznej, na którego czele stoi inżynier główny budowy. Wszystkie sprawy, dotyczące budowy drogi żelaznej, ześrodkowują się w biurze budowlanem inżyniera głównego, które posiada wydział techniczny do opracowania normalnych typów budowli, warunków technicznych i instrukcyj prowadzenia robót.

Organami miejscowemi zarządu budowy drogi żelaznej są naczelnicy oddziałów (50—100 km) i ich pomocnicy albo naczelnicy dystansów (25—50 km), których obowiązkiem jest opracowanie szczegółowych projektów oddzielnych budowli i nadzór nad ich wykonaniem zgodnie z ogólnymi wskazówkami biura budowlanego.

Ostateczny projekt techniczny budowy drogi żelaznej, w szczególności zaś ostateczny plan i przekrój podłużny linii, normalny przekrój poprzeczny torowiska i wykresy ruchu pociągów, normalne rysunki dzieł sztuki, budowy wierzchniej, budynków drogowych i stacyjnych, przynależności drogowych i stacyjnych, oraz projekty mostów o wielkich otworach, układu torów na stacjach i zaopatrzenia stacyj i taboru w wodę, powinny być zatwierdzone przed przystąpieniem do robót przez ministra kolei żelaznych.

Po ukończeniu budowy wszystkie roboty podlegają oględzinom przez komisję odbiorczą, wyznaczoną przez ministra kolei żelaznych, która stwierdza należyte wykonanie robót zgodnie z zatwierdzonemi projektami i zaświadcza o gotowości drogi żelaznej do otwarcia ruchu i eksploatacji.

DZIAŁ IV.

Budowa spodnia i wierzchnia.

ROZDZIAŁ I.

Budowa spodnia.

Rodzaje odkształceń gruntu i budowli ziemnych oraz ich przyczyny.

Wobec małej stromości pochyłości, jaką zachować należy na drogach żelaznych, torowisko kolejowe (plant) nie może stosować się do naturalnych pochyłości gruntu w tym stopniu, jak droga zwyczajna, co zniwala do urządzenia go na nasypach i w wykopach, mających często znaczną wysokość lub głębokość. Wynikające stąd wielkie roboty ziemne przy urządzeniu torowiska kolejowego, obciążenie, któremu ono podlega, oraz znaczenie pierwszorzędne, jakie posiada dla bezpieczeństwa jazdy jaknajzupełniejsza stałość kolei, nakazują zwrócić szczególną uwagę na odpowiednią stateczność i trwałość budowy spodniej.

Najlepsze wskazówki co do środków, jakie zastosować należy dla dopięcia tego celu, dadzą spostrzeżenia nad odkształceniami, którym podlega grunt i budowle ziemne, zbadanie zaś przyczyn tych odkształceń wskaże sposoby ich uniknięcia.

Powierzchnia gruntu naturalnego podlega stałemu wpływowi niwelującemu siły ciężenia, której pomaga woda, zmniejszając spoistość cząsteczek gruntu i tarcie między nimi, unosząc je swoim prądem, rozmiękczać niektóre rodzaje gruntów i t. p.

Najzwyklejszym rodzajem odkształcenia jest powierzchniowe *kruszenie się* gruntu pod działaniem wody, mrozu i wietrzenia, oraz staczanie się okruchów po stromych stokach w doliny.

Prąd wody lub zmiana jej poziomu wywołują podmycie i *zawalenie się* brzegów.

Pochyły układ warstw gruntu bywa niekiedy przyczyną *osuwisk*, wskutek osuwania się jednych warstw względem drugich, szczególnie jeżeli między nie-

mi znajdują się warstwy gliny, która pod działaniem wody łatwo namięka i staje się ślizką.

Jeżeli przyczyny wspomniane wyżej powodują czasami (zwłaszcza w górach), nawet gdy grunt znajduje się w warunkach naturalnych, olbrzymie *zwały* mas ziemi, to tem zrozumialsze są takie wypadki wówczas, gdy przy wykonywaniu robót ziemnych pochyłe warstwy grunty zostaną przecięte i pozbawione podpory naturalnej. Każdy nasyp lub wykop zmienia wogóle warunki równowagi, w jakich znajdowały się masy ziemi przed ich wykonaniem. W wykopach wyprowadzeniu z równowagi mas ziemi szczególnie sprzyja woda, która dąży do wykopu przez warstwy gruntu przepuszczalnego. Jeżeli wykop znajduje się w gruncie łatwo przepuszczalnym, to dopływ wody w rzadkich zaledwie przypadkach powoduje znaczniejsze uszkodzenia stoków, w kształcie wyrw i usypisk; natomiast utrzymanie w porządku wykopów w gruntach gliniastych często nastrocza poważne trudności.

Prócz osunięć, spowodowanych pochyłym układem warstw gruntu oraz przyczynami wskazanymi powyżej, stoki wykopów w gruntach gliniastych podlegają czasem *rozpływom*. Powstają one skutkiem tego, że niektóre gatunki gliny przy dopływie wody namiękają do tego stopnia, że tworzą ciastowatą masę, osuwającą się, a raczej rozpływającą się nawet wtedy, gdy stromość stoków jest bardzo łagodna.

Grunty, zatrzymujące w sobie wodę, pęcznieją przy zamarzaniu, powodując *wysadziny*. Takie miejscowe wzniesienia gruntu szczególnie dają się we znaki w mokrych wykopach gliniastych. W nasypach rozpływy i wysadziny zdarzają się daleko rzadziej, gdyż woda przesiąka w nasypy i zatrzymuje się w nich tylko w przypadkach wyjątkowych.

Osunięcia nasypów mają miejsce przeważnie w płaszczyźnie podstawy, jeżeli ta jest stromo pochyłona do poziomu.

Oprócz wyliczonych powyżej rodzajów odkształceń, grunty naturalny i nasypowy podlegają *osiadaniu* pod działaniem obciążenia. Osiadanie gruntu naturalnego bywa znaczne przeważnie w przypadku, jeżeli jest on natury błotnistej lub torfiastej. Grunt nasypany podlega zawsze osiadaniu, ulegając się pod obciążeniem, czasami przez długie lata.

Jak zaznaczono wyżej, badania geologiczne miejscowości, w której projektowana jest droga żelazna, wchodzi w zakres prac, odnoszących się do technicznego jej wyznaczenia. Rezultaty tych badań mogą wpłynąć decydująco na wybór kierunku linii. Przesuwając linię we właściwym kierunku, można w wielu przypadkach uniknąć odkształceń torowiska kolejowego, których późniejsza naprawa pociągnęłaby za sobą duże koszty i niedogodności.

Jednakże nie zawsze sądzić można z rodzaju gruntu i jego uwarstwienia, o ile w danych warunkach stateczność budowy spodniej będzie dostatecznie zabezpieczona. Dlatego też często się zdarza, że naprawa odkształceń budowy spodniej, które nie były przewidziane w czasie budowy drogi żelaznej, staje się zadaniem eksploatacji.

Lejki ufańskie. Droga żelazna Samarsko-Złotoustowska, zbudowana w ciągu lat od r. 1888 do r. 1890, przeprowadzona jest od stacji Ufa na długości 6,4 km po stoku góry dla wejścia na wododział między rzeką Białą i Ufą.

Wkrótce po otwarciu ruchu na tym szlaku zarząd eksploatacji zwrócił uwagę na tworzenie się w bliskości linii, czasem wprost pod szynami, zapadlin formy lejko-watej. Zapadliny te tworzyły się bez żadnych widocznych powodów tak nagle, że między dwiema oględzinami linii, dokonywanymi w odstępie jednej godziny, tworzyły się jamy objętości kilkudziesięciu metrów sześciennych.



Rys. 110.

Badania geologiczne wykazały, że góra, po której stoku poprowadzona jest linia drogi żelaznej, składa się z pokładów gipsu ogólnej grubości do 64 m, pokrytych warstwą gliny z marglem, na której znów znajduje się pokład piaszczysty. Pokłady gipsowe odznaczają się tą właściwością, że się łatwo rozpuszczają w wodzie, która sączy się z powierzchni ziemi i ze źródeł i tworzy w gipsie szpary, kręte kanały i groty (rys. 110). Pokłady gliniaste składają się z cienkich warstw różnej twardości, które łatwo się łamią i podlegają rozmyciu. Przymieszka gipsu nadaje glinie tę własność, że traci ona swoją plastyczność i przy dopływie wody staje się płynną. W takich warunkach woda z opadów atmosferycznych i ze strumieni szybko wsiąka w grunt, linie zaś ścieku i rowy są zwykle suche. Działalność niszcząca wody skierowuje się natomiast pod ziemię, gdzie niewidocznie dla oka badacza wytwarzają się warunki, zagrożające stałości toru kolejowego. Lejki (rys. 111) tworzą się skutkiem podmywania i zapadania się pokładów gipsowych, poczem zapadliny zapełniają się ziemią z pokładów wyżej leżących.

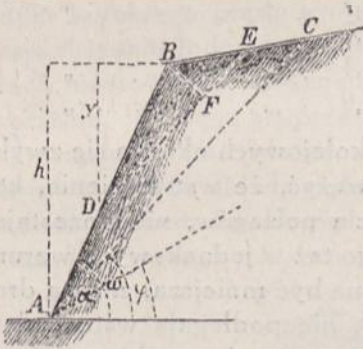


Rys. 111.

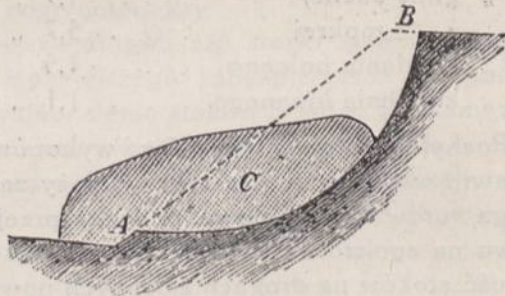
Opisane powyżej właściwości geologiczne okolic miasta Ufy były dawno znane i lejkwate zapadliny spostrzegano przed zaczęciem budowy drogi żelaznej. Niestety, okoliczności te przy jej budowie nie były wzięte pod uwagę. Zapadliny i osuwiska grożą na tej przestrzeni ciąglem niebezpieczeństwem dla ruchu kolejowego, który wymaga wzmocnionego dozoru nad torem i zastosowania specjalnych środków ostrożności, pociągających za sobą duże wydatki. Zasypywanie lejków gliną, urządzenie rowów do odprowadzania wody, nawet przesuwanie toru z miejsc najniebezpieczniejszych na pewną odległość, można zaliczyć tylko do środków czasowo zapobiegających, albowiem cały pas ziemi, po którym przeprowadzony jest tor kolejowy, przedstawia podłoże nietrwałe i niezrównoważone, warunki zaś, od których stan ten zależy, będą się z biegiem czasu pogarszać. Wobec tego może być, że w przyszłości okaże się niezbędnym kierunek drogi przyjęty na tym szlaku zupełnie zarzucić i wybrać inny, pomimo, że budowa jego wraz z dwoma mostami dużych rozpiętości na rzekach Białej i Ufie pochłonęła bardzo znaczne sumy.

2. Stoki nasypów i wykopów kolejowych. Tarcie i spoiłość gruntu. Kąt stoku naturalnego. Stoki nasypów wysokich. Wzmacnianie stoków. Obsiewanie, darniowanie, brukowanie, płotki i wiązki (faszyny).

Głębokość wykopów i wysokość nasypów zależą od przekroju podłużnego linii. Szerokość torowiska, przy jednej i tej samej ilości torów, pozostaje na całej długości linii stałą i o niej będzie mowa niżej. Oprócz tych wymiarów, na wygląd zewnętrzny budowy spodniej wpływają przedewszystkiem powierzchnie boczne też budowy, t. j. *stoki*, od których pochylenia zależy w znacznym stopniu jej stateczność.



Rys. 112.



Rys. 113.

Osuwaniu się masy ziemnej, ograniczonej stokiem AB (rys. 112), w płaszczyźnie osuwania AC zapobiega *tarcie i spoiłość cząsteczek ziemi*. Tarcie jest w stosunku prostym do ciężaru osuwającej się masy ABC , a zatem, licząc na jednostkę długości, w stosunku prostym do kwadratu wysokości stoku h , spoiłość zaś cząsteczek jest w stosunku prostym do szerokości płaszczyzny osuwania się AC , a więc do pierwszej potęgi wysokości stoku.

Z tego wynika, że przy zwiększaniu się wysokości stoku, opór osuwaniu się wzrasta wolniej niż siła działająca, t. j. wolniej niż ciężar osuwającej się masy ziemi. Dla uniknięcia osunięć stromość stoku powinna być tem mniejsza, im większa jest jego wysokość, co potwierdza kształt wklęsły powierzchni osunięcia, spostrzegany w osuwiskach (rys. 113).

Jeżeli spoistość cząsteczek jest niewielka, a więc w przypadkach gruntów sypkich i pulchnych, to opór osuwaniu wzrasta w takim stosunku, w jakim wzrasta ciężar osuwającej się bryły; to też dla takich gruntów kąt stoku naturalnego nie zależy od jego wysokości i jest wogóle mniejszy, niż dla gruntów ścisłych.

Dla ułatwienia robót ziemnych przy budowie torowiska kolejowego zwykle daje się stokom pochylenie jednakowe na całej ich wysokości, zmniejszając pochylenie wraz ze zwiększeniem wysokości stoku.

Pochylenie stoku powinno zależeć od rodzaju gruntu, t. j. od kąta tarcia i od współczynnika spoistości gruntu. Na spoistość cząsteczek gruntu rzadko kiedy liczyć można, przytem wyłącznie w wykopach w gruncie ścisłym. Z tego względu stoki wykopów mogą być bardziej strome niż stoki nasypów.

Oprócz gruntów skalistych, stosunkowo największą spoistością odznacza się sucha glina. Spoistość i tarcie gruntów ziemistych zmniejsza się, jeżeli są nasiąknięte wodą. Szczególniej glina, nasiąknięta wodą, rozplywa się tem łatwiej, im jest czystsza. Spoistość gruntów skalistych może być bardzo różna i winna być określoną w poszczególnych przypadkach doświadczalnie.

Kąt stoku naturalnego, t. j. największe pochylenie, jakie zachować może stok masy ziemnej, nie posiadającej spoistości, wynosi:

dla piasku mialkiego	1,7 do 1,5	podstawy na 1	wysokości
„ „ gruboziarnistego	1,6 „ 1,3	„ „ „ „	„
„ czarnoziemiu.	1,7 „ 1,2	„ „ „ „	„
„ gliny suchej	1,7 „ 1,1	„ „ „ „	„
„ „ mokrej	5,7 „ 1,7	„ „ „ „	„
„ kamienia polnego.	1,5 „ 1,1	„ „ „ „	„
„ kamienia łupanego	1,1 „ 0,9	„ „ „ „	„

Pochylenie stoków nasypów i wykopów kolejowych określa się zwykle na podstawie wskazówek praktyki. Należy zauważyć, że wstrząśnienia, którym podlega torowisko kolejowe podczas przejścia pociągów, nie pozostają bez wpływu na spoistość cząsteczek ziemi, dlatego też w jednakowych warunkach stromość stoków na drogach żelaznych powinna być mniejsza, niż na drogach zwyczajnych lub wogóle w budowlach, które nie podlegają wstrząśnieniom. Stokom nie bardzo wysokim (do 4 m lub 6 m) w gruncie zwykłym daje się na drogach żelaznych od 1,5 do 2 podstawy na 1 wysokości. W gruntach piaszczystych i ziemistych pochylenie stoków przyjmuje się mniejsze, niż w gruntach gliniastych i zwirowatych. Stoki wykopów, o ile nie grozi im osuwanie się skutkiem pochyłego uwarstwienia gruntu, przesiąkania wody i t. p., mogą być wobec większej spoistości cząsteczek bardziej strome niż stoki nasypów. Tak naprzykład, na niektórych drogach żelaznych zagranicznych pochylenie stoków w wykopach przyjmuje się w warunkach zwykłych 1,25 podstawy na 1 wysokości. W gruntach skalistych stoki wykopów mogą być znacznie bardziej strome, a nawet zupełnie pionowe.

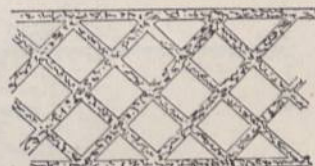
Na drogach żelaznych w Polsce przyjęto stosować w warunkach zwykłych, w wykopach zarówno jak w nasypach, stoki półtoraczne. *Stoki nasypów wysokich*, jeżeli wysokość jest większa niż 6 m, otrzymują w części dolnej poniżej

6 m pochylenie 1:1³/₄. Według przepisów (P. T. O.), szerokość podstawy wysokich nasypów ma być ustalona zawczasu, po dokładnym zbadaniu ich posadowienia i materiału.

Nasypy i wykopy zabezpiecza się zwykle przez odpowiednie *wzmocnienie stoków* od kruszenia i wymywania spływającą wodą oraz od przesiąkania tejeż wewnątrz stoku i rozmiękczenia gruntu. Jeżeli grunt jest drobnopiaszczysty, wzmocnienie jego powierzchni zabezpiecza go również od wywiania. Wskutek tego stoki wzmocnione można utrzymać w porządku przy większej stromości niż niewzmocnione.

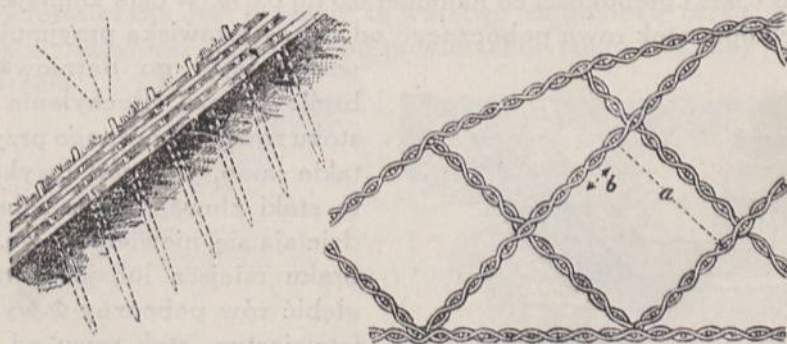
Najprostszy sposób wzmocnienia stoków polega na *obsianiu*, aby przyspieszyć ich obrastanie. Powierzchnia stoków zwykle pokrywa się przedtem warstwą ziemi rodzajnej, grubości około 10 cm.

Ponieważ ziemia narzucona nie trzyma się na stoku i deszcz ją łatwo spłókuje, przeto stoki wykopów często wzmocnia się *darniną*, pasami na krzyż, przybijając darnie kółkami. Puste miejsca pomiędzy darniną pokrywa się warstwą ziemi rodzajnej, którą się następnie obsiewa (rys. 114). Dla lepszego umocowania stoków darniuje się je na całej powierzchni, kładąc darnie w przewież i przybijając każdą darni dwoma kółkami.



Rys. 114.

Stoki nasypów na rozlewach rzek, podległe działaniu szybkiego prądu wody, uderzeniom kry w czasie ruszania lodów i t. p., w szczególności zaś stożki ziemne przy przyczółkach mostowych, wymagają mocniejszego zabezpieczenia od podmycia i zniszczenia, co osiąga się przez wzmocnienie stoków *brukiem*, płótkami z chrustu lub wiązkami (faszynami). Brukiem również najlepiej jest wzmocniać dno i stoki rowów. Bruk układa się na warstwie piasku, zapełniając odstępy między kamieniami mchem lub słomą. Na nasypach bruk należy kłaść dopiero po ich ułożeniu się.



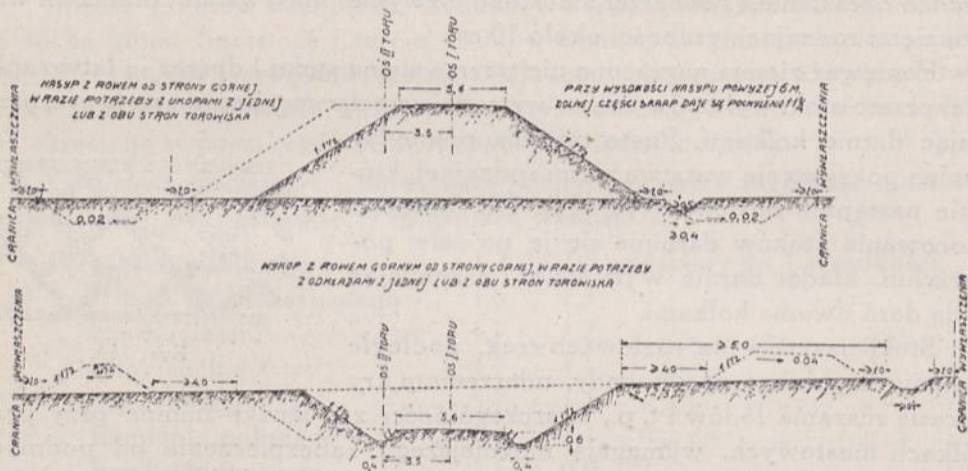
Rys. 115.

Płotki składają się z kółków wbitych w stok na $\frac{2}{3}$ swej wysokości, przeplatanych świeżym chróstem. Płotki grodzi się na krzyż, aby tworzyły klatki, do 4 m w kwadrat, które zapełnia się ziemią rodzajną lub kamieniami (rys. 115).

Wiązki ze świeżego chróstu układa się przeważnie warstwami, prostopadle do kierunku prądu, przymocowując do stoku każdą warstwę oddzielnie, zapomocą wiązkowej opaski, przez którą wbija się kołki. Pochylenie stoków wzmocnionych brukiem, płotkami lub wiązkami nie powinno być większe jak 1:1.

3. Normalny przekrój poprzeczny torowiska w wykopach. Rowy poboczne. Odkłady. Rowy górne ochronne. Odwodnienie wykopów. Rowki odsączające. Przypory. Przykład ustalenia osuwającego się wykopu.

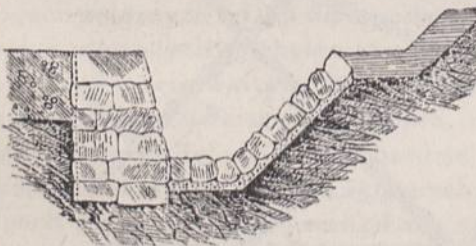
Normalny przekrój poprzeczny torowiska w wykopie, będący w użyciu na drogach żelaznych polskich znaczenia ogólnego, przedstawiony jest na rys. 116.



Rys. 116.

Normalne przekroje poprzeczne nasypów i wykopów dla dróg żelaznych znaczenia ogólnego.

Z obu stron torowiska w wykopie urządza się rowy poboczne szerokości na dnie 0,3 do 0,4 m i głębokości co najmniej 0,5 do 0,6 m. W celu zmniejszenia szerokości wykopu, stok rowu pobocznego od strony torowiska przyjmuje się 1:1,



Rys. 117.

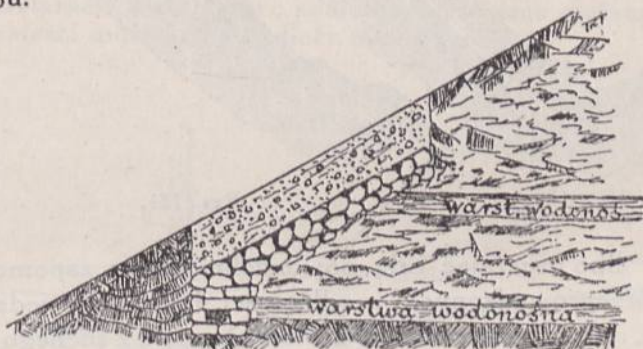
wzmacniając go darniowaniem lub brukowaniem. Pochylenie drugiego stoku rowu pobocznego przyjmuje się takie samo, jak i stoku wykopu. Oba te stoki zlewają się z sobą lub oddzielają się niewielką ławą. W razie braku miejsca lub jeżeli trzeba pogłębić rów poboczny w wykopie już istniejącym, stok rowu od strony torowiska zastępuje się niekiedy ścianką z suchego muru (rys. 117).

W kierunku podłużnym rowy poboczne otrzymują zwykle także pochylenie jak i torowisko. Jeżeli torowisko w wykopie przeprowadzone jest poziomo, to rowy poboczne powinny być wykopane ze spadkiem nie mniejszym jak 0,001.

Rowy mają na celu nietylko odprowadzenie wody, spływającej ze stoków, ale też odwadnianie torowiska, które w wykopach, zwłaszcza gliniastych, bardzo łatwo nasiąka wodą i wskutek tego rozpływa się, pęcznieje i t. p. Rowy poboczne działają jako sączki i osuszają torowisko tem lepiej, im są głębsze.

Jeżeli ziemia z wykopu nie idzie na nasyp, to składa się ją w *odkład*, który dla uniknięcia osunięć należy sypać w pewnej odległości od górnej krawędzi wykopu. Ława, która się w ten sposób tworzy między odkładem i stokiem wykopu, miewa zwykle 4 m do 8 m szerokości. Korona odkładu otrzymuje spadek w kierunku od wykopu.

Na pochyłościach, w celu odprowadzenia wody deszczowej od wykopów, kopie się ze strony górnej *rowy ochronne*, prowadząc je z tyłu odkładów w odległości conajmniej 1 m od podstawy odkładu. Woda z górnego rowu ochronnego powinna być odprowadzona w bok lub bezpośrednio pod most, nie zaś do rowu pobocznego, który powinien służyć wyłącznie do osuszania torowiska i stoków wykopu.



Rys. 118.

Odpowiednie osuszenie wykopów nie zawsze daje się osiągnąć wyłącznie zapomocą rowów pobocznych i górnych. Jeżeli stok wykopu przecina warstwę wodonośną o niewielkiej ilości wody, która nie powoduje znacznych osunięć stoku, to dostateczne jest przeciąć tę warstwę za pomocą *rowka odsączającego* (rys. 118), w odległości około 1 m od powierzchni stoku tak, aby woda w nim nie zamarzała.

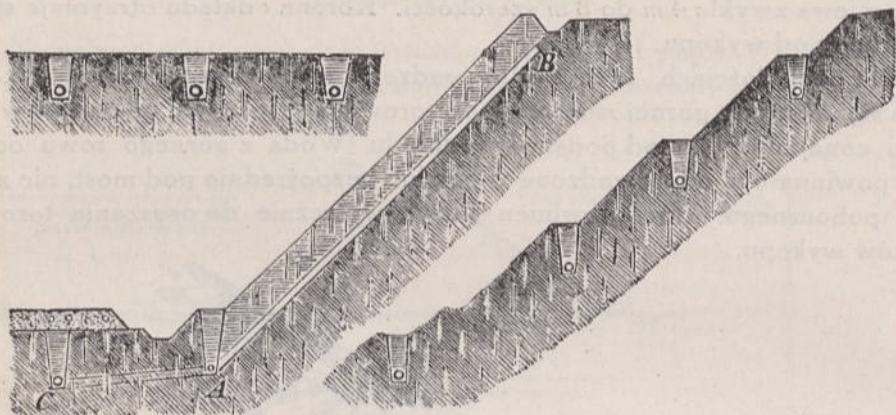


Rys. 119.

Jeżeli warstwa wodonośna ma stromy upad w stronę wykopu, co może wywołać osunięcie się warstw ziemi nad nim położonych, to dla osuszenia jaknajszerszego pasa warstwy wodonośnej i dla utworzenia naturalnej przypory,

należy przekopać rów odsączający jak można najdalej od wyjścia warstwy wodonośnej w wykopie (rys. 119). Jeżeli warstwa wodonośna położona jest na znacznej głębokości pod powierzchnią ziemi, to w celu osuszenia jej stosuje się niekiedy *sztolnie* górnicze (rys. 126).

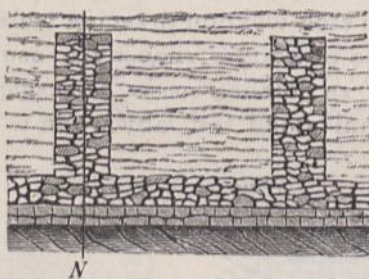
Jeżeli cały stok wykopu składa się z gruntu rozmiękłego, który wskutek tego osuwa się, to można temu zaradzić, doprowadzając pochylenie stoku do



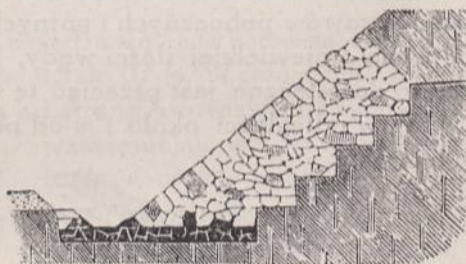
Rys. 120.

Rys. 121.

1 : 4 lub 1 : 5, albo osuszając całą powierzchnię stoku zapomocą rowków odsączających, przeprowadzonych w odległości 4 m do 6 m jeden od drugiego (rys. 120 i 121), lub też wpuszczając w stoki *przypery* z suchego muru (rys. 122 i 123). Takie przypery osuszają i jednocześnie podpierają stoki, nie dając się im osuwać.



Rys. 122a.



Rys. 122b.

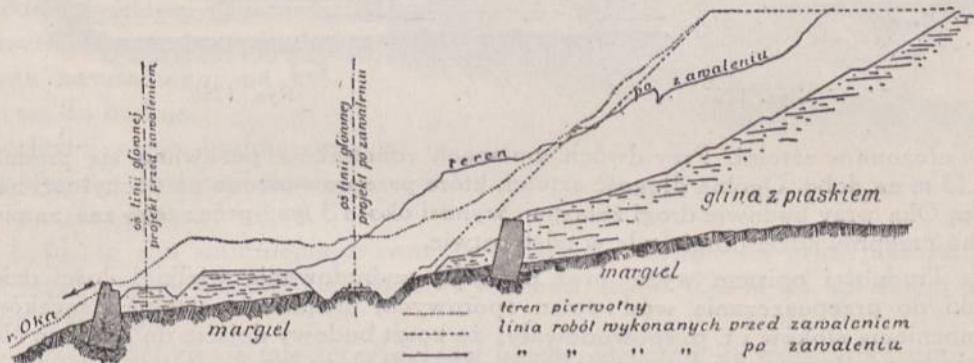
Osuwiska nad rzeką Oką. Odnoga dr. żel. Moskiewsko-Kazańskiej z Timiraziewa do Niżnego Nowogrodu przechodzi na długości ostatnich siedmiu kilometrów po pochyłości nad rz. Oką.

Pochyłość ta, której wysokość dochodzi do 85 m, położona jest na skale marglowej, pokrytej warstwami osadami gliny piaszczystej i lesu. Grunt gliniasto-piaszczysty, chociaż sam przez się zupełnie odpowiedni jako materiał do budowy torowiska kolejowego, okazał się w tym przypadku niedostatecznie pewnym. Skutkiem pochylenia ku rzece górnej powierzchni skały marglowej i obfitości wody zaskórnej, wierzchnie warstwy gliniaste zaczęły osuwać się po marglowym podłożu wkrótce



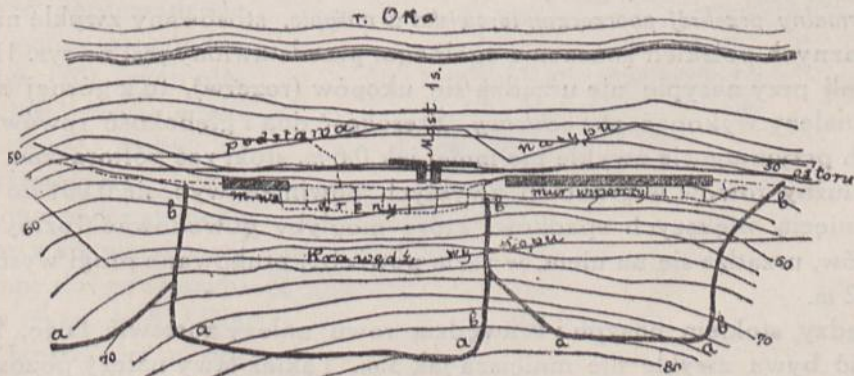
Rys. 123.

po rozpoczęciu robót ziemnych przy budowie torowiska kolejowego, które wyprowadziły grunt z równowagi pierwotnej. Osuwiska i zwały (rys. 124), po 50 do 80 tysięcy metrów sześciennych, które zdarzyły się w kilku miejscach w czasie budowy drogi w latach 1900 do 1902 i pociągnęły za sobą lub zasypały wykończone już torowisko drogi żelaznej, przekonały o konieczności takiego przesunięcia go ku górze, aby ono w całości spoczęło na podłożu nieruchomem.



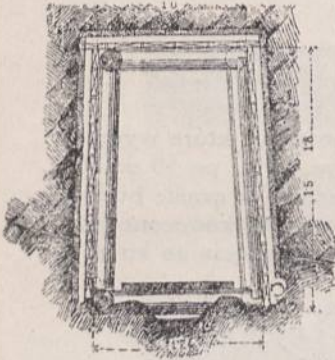
Rys. 124.

Jednocześnie zastosowano wszelkie środki w celu odprowadzenia wody zaskórnej i źródeł przy pomocy całej sieci sztolni i sączków. Sztolnie przeprowadzone były głównie w stokach wykopu od strony góry i składały się z galeryj podłużnych *aa* (rys. 125), poprowadzonych w odległości około 100 m od skarpy, i poprzecz-

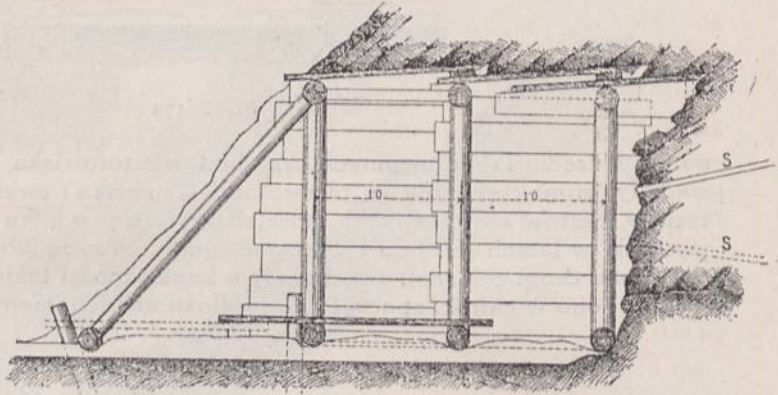


Rys. 125.

nych *bb* z wylotami do rowów pobocznych wykopu lub też wprost do rzeki pod torowiskiem drogi żelaznej. Galerje te przeznaczone są do ujęcia wód podziemnych i nadania im określonego kierunku. Osuszona masa ziemna pomiędzy temi galerjami a stokiem wykopu tworzy przyporę, opierającą się osuwaniu mas ziemi, położonych między linią sztolni i wododziałem. Sztolnie (rys. 126) prowadzono tak, aby dno ich wrzynało się na całej długości w podłoże stałe i miało spadek 0,03 do 0,05. Roboty przy kopaniu każdej sztolni i ustawianiu w niej ram wykonywali dwaj robotnicy, trzeci zaś wywoził ziemię wagonikiem po kolei szynowej, która



Rys. 126a.



Rys. 126b.

była ułożona w sztolni. Przy dwóch zmianach robotników posuwano się średnio o 2,13 m na dobę. Ogólna długość sztolni, które przeprowadzono na pochyłości nad rzeką Oką przy budowie drogi żelaznej, wynosi około 3 km, prócz tego zaś zamierzono przeprowadzić drugie tyle w następstwie.

Trudności opisane wyżej oraz potrzeba wybudowania wielkiej ilości dzieł sztuki do przepuszczania wód i ścian oporowych, urządzenia sztolni i sączków, wzmocnienia stoków i t. p. spowodowały, że koszt budowy dojścia do Niżnego Nowogrodu na długości 7,5 km wyniósł około 850,000 zł. na km.

4. Normalny przekrój poprzeczny torowiska w nasypach. Rowy górne ochronne i ukopy (rezerwy) przy nasypach. Drogi i pasy ochronne. Posadowienie nasypów. Nasypy na pochyłościach. Nerzuty z kamieni i mury oporowe. Nasypy na gruntach błotnistych i torfiastych. Karczowanie pni.

Normalny przekrój poprzeczny torowiska w nasypie, stosowany zwykle na drogach żelaznych polskich znaczenia ogólnego, przedstawiony jest na rys. 116.

Jeżeli przy nasypie nie urządza się ukopów (rezerw), to z górnej strony nasypu należy wykopać *row ochronny*. Szerokość dna i głębokość rowów przy nasypach przyjmuje się zwykle nie mniej jak 0,6 m, stoki zaś półtoraczne. Spadek podłużny rowów w gruntach zwykłych powinien wynosić 0,001 do 0,006. Dla uniknięcia większych spadków, które mogłyby powodować rozmywanie dna rowów, urządza się na niem, w razie potrzeby, brukowane progi wysokości około 0,2 m.

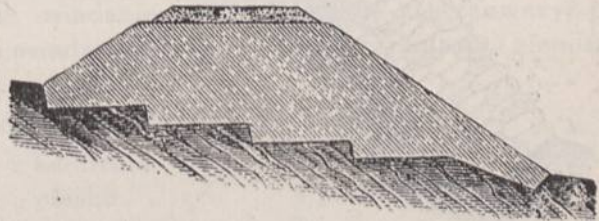
Między stokiem nasypu i krawędzią rowu należy zostawić *ławę*, której szerokość bywa zwykle nie mniejsza jak 3 m. Takież ławy należy pozostawić między stokiem nasypu i krawędzią ukopu.

Dno *ukopów* urządza się ze spadkiem poprzecznym około 0,02 w kierunku od nasypu i ze spadkiem podłużnym do najbliższego dzieła sztuki. Jeżeli w ukopach przewiduje się silny prąd wody w dużej ilości, jak to ma miejsce np. na wylwach rzek, to w ukopach pozostawia się tamy poprzeczne od strony ławy w celu zabezpieczenia tejże od rozmycia.

Aby uniknąć uszkodzenia urządzeń kolejowych i umożliwić ogrodzenie terytorjum kolejowego, granica wywłaszczenia winna być przeprowadzona w odległości conajmniej 1 m od najbliższej krawędzi stoków nasypów, rowów i ukopów, jak również wykopów i odwałów. O ile tego wymagają warunki miejscowe, wzdłuż granicy wywłaszczenia winien być pozostawiony wolny szlak ziemi o szerokości conajmniej 3 m dla przeprowadzenia *drogi zwyczajnej*. W miejscach, wzbudzających obawę wzniesienia pożaru od iskier parowozów, winny być urządzone *pasy ochronne* (rowy, zdjęcie darniny i usunięcie zakrzewienia i t. p.), uniemożliwiające szerzenie się ognia.

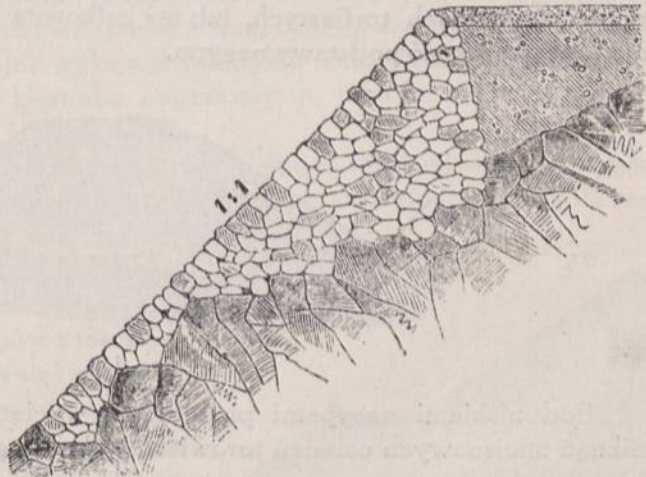
Stalność nasypu zależy przede wszystkim od gatunku i ukształtowania powierzchni gruntu naturalnego, na którym się on buduje.

Jeżeli *nasyp* buduje się na *pochyłości*, mającej znaczny spadek (większy niż 1:5 do 1:6), to dla uniknięcia osuwania się nasypu, obrabia się grunt naturalny pod jego posadę w kształcie stopni wysokości około 0,75 m ze spadkiem ku górze (rys. 127).



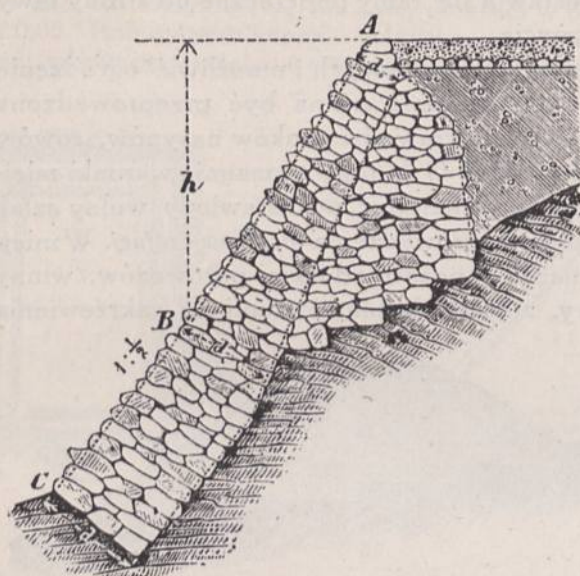
Rys. 127.

Jeżeli pochylenie miejscowości jest bardzo znaczne, to często okazuje się koniecznym zwiększenie stromości stoku, dla którego brak jest dostatecznej podstawy. W takim przypadku pochylenie stoku może być doprowadzone do 1:1, sypiąc stok z kamieni (rys. 128). Jeżeli niezbędna jest jeszcze większa stromość stoku, to można ją otrzymać, budując mur oporowy z suchego kamienia warstwami, prostopadłymi do powierzchni stoku (rys. 129). Dla takiego stoku można dopuścić pochylenia od 1:2/3 do 1:1/2. Wreszcie podstawa stoku da się jeszcze bardziej ograniczyć, budując mury oporowe na zaprawie.



Rys. 128.

Osuwanie się nasypu może nastąpić nie tylko wskutek pochylenia gruntu, na którym nasyp został wzniesiony, lecz czasem także wskutek pochylego położenia warstw wodonośnych na pewnej głębokości pod podstawą nasypu.



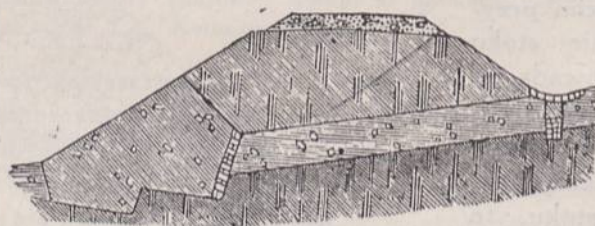
Rys. 129.

W takich przypadkach niezbędne jest osuszenie warstwy wodonośnej za pomocą górnego rowu ochronnego lub odsączenia. Oprócz tego może okazać się pożytecznym urządzenie przypory ziemnej, której podstawa powinna być założona w twardej gruncie (rys. 130).

Jeżeli nasyp buduje się na gruncie błotnistym, pokrytym twarłą skorupą, to pod ciśnieniem nasypu może się ona rozzerwać, powodując nagłe pograżenie się nasypu na dno błota. Dla uniknięcia tego, po obydwóch stronach budującego się nasypu należy przekopać w odległości około 2 m od podstawy stoku rowy takiej głębokości, aby sko-

rupa, przecięta na całą grubość, nie przeszkadzała swobodnemu osiadaniu nasypu.

Grunty torfiaste mają tę własność, że pod ciśnieniem bardzo długo osiadają, nie ulegając się ostatecznie. Wobec tego należy wogóle unikać budowania nasypów na gruntach torfiastych, lub też całkowita warstwa torfu powinna być zdjęta na szerokość podstawy nasypu.



Rys. 130.

Pod niskimi nasypami pnie drzew wyciętych należy karczować, aby uniknąć miejscowych osiadań torowiska wskutek gnicia pni.

5. Materiał na nasypy. Osiadanie nasypów. Osuwanie i rozplwanie się nasypów, ich przyczyny i środki zapobiegania i naprawy. Nasyp Teligulski.

Za materiał do budowy nasypów mogą być użyte wszelkiego rodzaju grunty pod warunkiem, aby nie były nasiąknięte wodą. Osuszenie nasypów, wewnątrz

których zatrzymuje się woda, przedstawia nie mało trudności, tymczasem nasypy takie, zwłaszcza gliniaste, bardzo osiadają i rozplývają się. Wobec tego przy użyciu na nasypy gliny należy zwracać uwagę, aby była sucha.

Między twardymi bryłami gliny tworzą się miejsca puste, w których zatrzymuje się woda i które w następstwie są przyczyną dużego osiadania nasypu. Dlatego też, w razie stosowania na nasyp takiego materiału, należy przesywać go warstwami materiału bardziej sypkiego.

Torf nie powinien być wogóle dopuszczany na nasypy ze względu na swoją ściśliwość. Najlepszym materiałem na nasypy są grunty piaszczyste i żwirowate, które przepuszczają wodę nie podlegając rozmiękczeniu i osiadaniu. Jednakże stoki nasypów z gruntu drobnopiaszczystego powinny być pokryte koniecznie warstwą ziemi rodzajnej i obsiane trawą, aby piasku nie wywiewał wiatr lub nie splókiwała woda deszczowa.

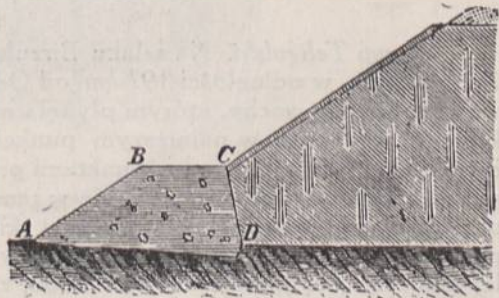
Osiadanie nasypów kolejowych pod wpływem obciążenia trwa czasami lat kilka. W zwykłych przypadkach osiadanie nasypu nie daje się zauważyć już po 2 do 3 latach. Największemu osiadaniu podlegają nasypy gliniaste i ziemiste, najmniejszemu zaś kamieniste i piaszczyste.

Wielkość osiadania w $\%$ od wysokości nasypów można przyjąć:

dla nasypów z kamienia . . .	3 $\%$
„ „ „ piasku . . .	5 „
„ „ „ czarnoziemiu . . .	8 „
„ „ „ gliny . . .	9 „

Dla uniknięcia późniejszego dosypywania i podnoszenia toru na podsypce w celu zachowania projektowanego przekroju linii, niezbędne jest przy sypaniu nasypów dawać im nieco większą wysokość. Przy budowie dróg żelaznych zwiększa się zwykle projektowaną wysokość nasypu o 10 $\%$, co najmniej zaś o 5 $\%$, w zależności od rodzaju gruntu. Jednocześnie ze zwiększeniem wysokości nasypu należy powiększyć również (mniej więcej o 10 $\%$) szerokość nasypu w koronie, gdyż szerokość ta, jak wykazuje praktyka, zmniejsza się zczasem wskutek ulegania się gruntu w kierunku poprzecznym, jako też wskutek kruszenia się gruntu na powierzchni stoków.

Osuwanie się nasypów pochodzi zwykle wskutek zbytnej stromości stoków, albo wskutek użycia do nasypów gliny mokrej lub zmarzniętej, i wogóle wskutek przedostawania się do wnętrza nasypu i zastawania się w nim wody. Czasem przyczyną osuwisk bywa nieprawidłowe sypanie nasypów z materiałów różnorodnych, warstwami pochyłymi. Przyczyny te wskazują zarazem, jakie środki powinny być zastosowane w celu uniknięcia osunięć. Jeżeli jednak środki te z jakichkolwiek powodów nie były zastosowane, to dla uniknięcia osunięć, o ile byłyby wskazówki co do moż-

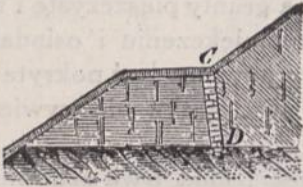


Rys. 131.

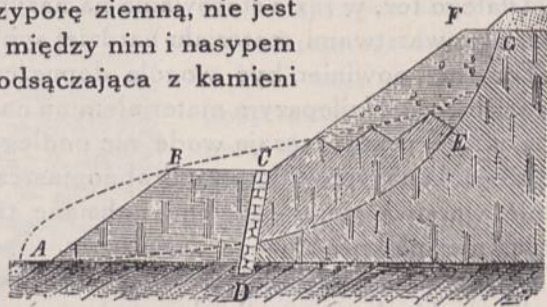
liwości ich powstania, należy uznać za najodpowiedniejsze urządzenie przypór ziemnych i należyte odsączenie wnętrza nasypu.

Przypora ziemna (rys. 131), w postaci przysypki z dobrej, ściśle ubitej ziemi, zmniejsza wysokość stoku i przeciwdziała wypieraniu dolnych rozmiękłych warstw nasypu.

Jeżeli materiał, użyty na przyporę ziemną, nie jest dostatecznie przepuszczalny, to między nim i nasypem powinna być ułożona warstwa odsączająca z kamieni



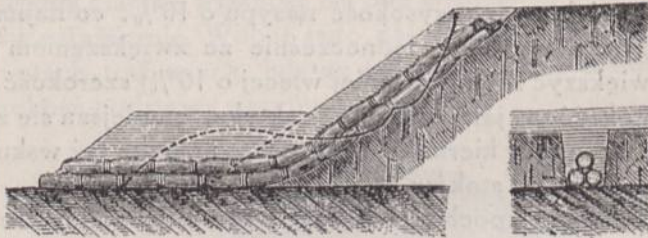
Rys. 132.



Rys. 133.

(rys. 132) lub wiązek. Warstwę tę należy wpuścić w grunt naturalny i odprowadzić w bok od nasypu. Podobne środki stosuje się również przy naprawie nasypów, które się już osunęły, przyczem na przypory ziemne używa się ziemia osunięta, a zamiast niej dosypuje się świeżej (rys. 133).

Aby osuszyć mokre nasypy gliniaste które się rozplývają, stosuje się odsączki poprzeczne z kamieni lub wiązek (rys. 134), lub też na podobieństwo przypór z suchego muru, jak opisane wyżej przy urządzeniu i osuszaniu stoków w wykopach.



Rys. 134.

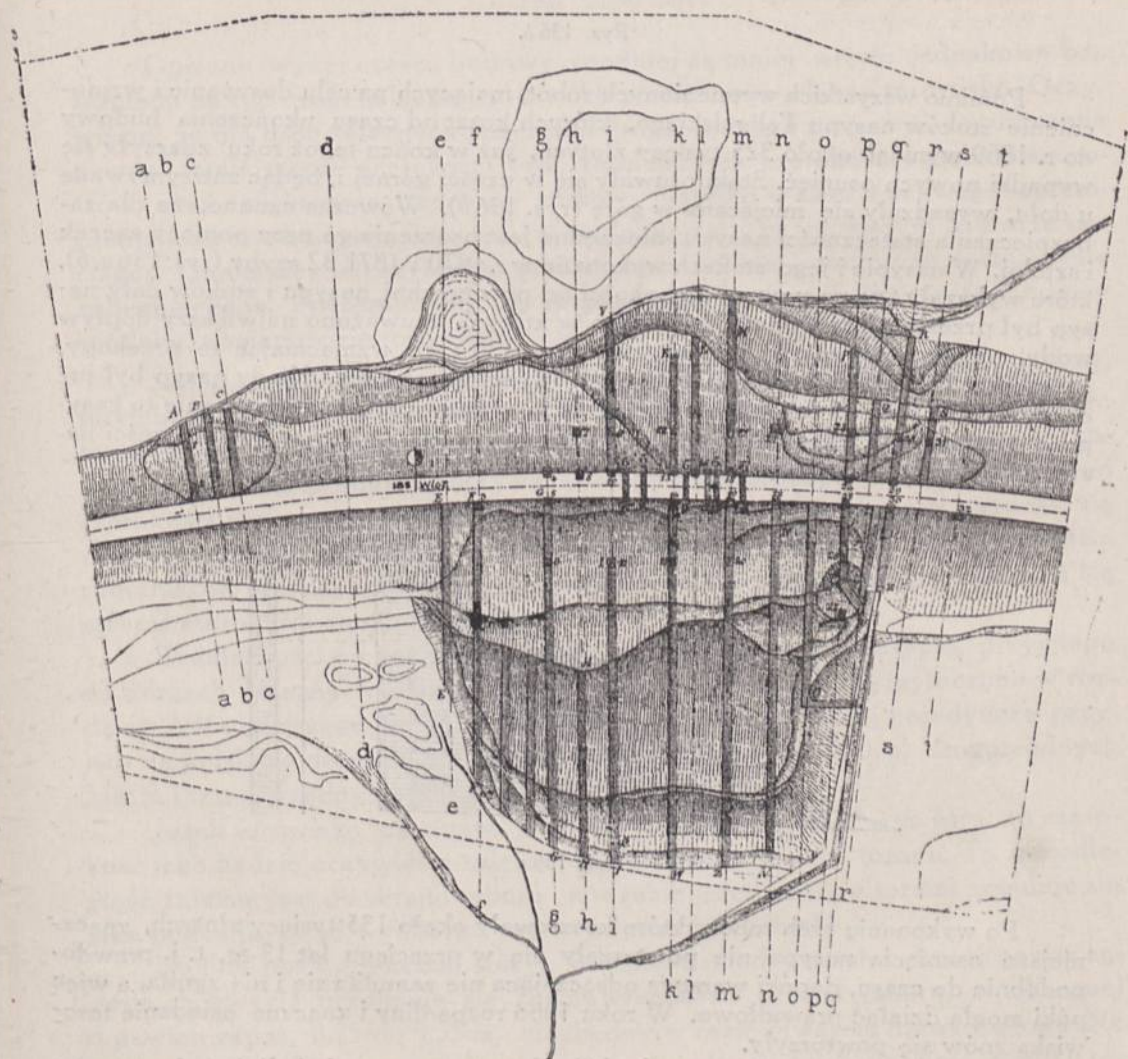
Nasyp Teligulski. Na szlaku Birzuła-Zmierzynka dróg żelaznych Południowo-Zachodnich, w odległości 197 km od Odessy, linja drogi żelaznej przecina głęboki wąwóz, obecnie suchy, którym płynęła niegdyś rzeczółka Teliguł. Nasyp kolejowy, którego wysokość w najniższym punkcie tego wąwozu wynosi do 25 m, ma zaledwie 960 m długości między punktami przejścia do przyległych wykopów. Do przepuszczania wody, gromadzącej się w tem miejscu przeważnie na wiosnę i w jesieni, urządzony jest pod nasypem przepust sklepiony, mający 2,56 m otworu. Jądro nasypu nawiezione było w r. 1865 koźmi do wysokości, przy której można było ułożyć kolej roboczą. Następnie w lutym r. 1866, zanim jeszcze ziemia odmarzła, zaczęto dosypywać stoki pociągami roboczymi (rys. 135). Ziemię na nasyp dowożono z przyległych wykopów, mających grunt iłowato-gliniasty z warstwami marglu i kredy.

Skutki użycia na nasyp nieodpowiedniego materiału i nieprawidłowego sypiania nasypu wkrótce się ujawniły. Już w r. 1866 stoki nasypu zaczęły się osuwać, co powtórzyło się również w latach 1867 i 1868. Wzdłuż nasypu, przy krawędzi korony, a miejscami pod samą koleją szynową potworzyły się głębokie rozpadliny długości 200 m i więcej, i część nasypu wraz ze stoki osiadła lub osunęła się na dół, jednocześnie zaś zaczęła osiadać środkowa część nasypu.



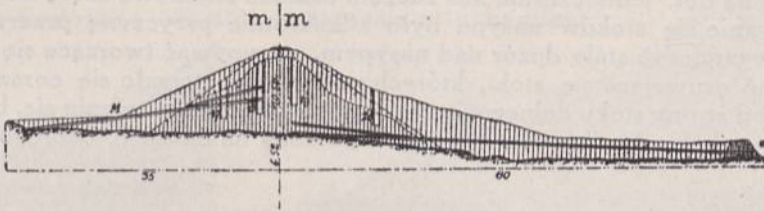
Rys. 135.

Osuwanie się stoków nasypu było kilkakrotnie przyczyną przerw w ruchu. Wypadło wyznaczyć stały dozór nad nasypem, zasypywać tworzące się rozpadliny i dosypywać osuwające się stoki, których pochylenie stawało się coraz łagodniejszym. Tor od strony stoku dolnego, częściej podlegającego osuwaniu się, był stopniowo przesuwany ku środkowi nasypu i podnoszony na balastie, którego wysokość



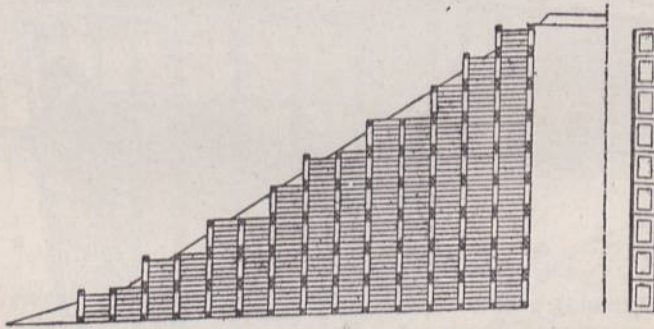
Rys 136 a.

w r. 1868 dosięgła 2,66 m. Pomimo, że po wielkich zwałach r. 1868 dosypano stoki bardzo starannie, warstwami poziomymi z ubijaniem, zaraz w następnym roku osunięcia powtórzyły się. Jak należy przypuszczać, stoki nasypu ślizgały się po ściślejszym jądrze, na którego powierzchni zatrzymywała się woda, przesiąkająca przez balast, i stale ją zwilżała. Wówczas postanowiono nie używać wogóle na dosypki miejscowej gliny iłowatej, lecz tylko piasku, chociaż go trzeba było dowozić ze znacznej odległości. U podstawy osuwającego się stoku nasypiano dla podparcia go przyporę (rys. 136 b).



Rys. 136 b.

Pomimo wszystkich wymienionych robót, mających na celu dosypanie i wzmocnienie stoków nasypu Teligulskiego, których koszt od czasu ukończenia budowy do r. 1869 wyniósł około 325 tysięcy złotych, już w końcu tegoż roku zdarzyły się wypadki nowych osunięć. Stoki osuwały się w części górnej i, będąc zatrzymywane u dołu, wysadzały się miejscami w górę (rys. 136 b). Wówczas uznano, że dla zabezpieczenia stateczności nasypu niezbędne jest osuszenie go przy pomocy sączek i sztolni. W nasypie i jego stokach wykopano w r. 1870 i 1871 32 szyby (rys. 136 a, b), które wykazały, że na pewnej głębokości od powierzchni nasypu i stoków cały nasyp był przesiąknięty wodą. Od szybów, w których zauważono największy dopływ wody, przekopano nasyp do podstawy (rys. 136 a, c), wzmacniając te przekopy, szerokości 2,13 m, opierzeniem z desek i rozpierając ramami. Kiedy nasyp był już osuszony, na dnie przekopów ułożono kilka warstw chróstu i odsączenie to zasypiano piaskiem. W kilku miejscach zamiast szybów wykopano w dolnej części nasypu sztolnie w kierunku prostym do osi nasypu (rys. 136 b).



Rys. 136 c

Po wykonaniu tych robót, które kosztowały około 135 tysięcy złotych, znaczniejsze osunięcia nasypu nie powtarzały się w przeciągu lat 13-tu, t. j. prawdopodobnie do czasu, dopóki warstwa odsączająca nie zamuliła się i nie zgniła, a więc póki mogła działać prawidłowo. W roku 1888 rozpadliny i znaczne osiadanie torwiska znów się powtórzyły.

Po nasypie Teligulskim przechodziły do owego czasu dwie linie jednotorowe: główna od Birzuły do Zmierzynki i odnoga od Birzuły do Bałty przez Elizawetgrad.

Kiedy w r. 1889 zaprojektowano budowę drugiego toru na linii głównej, podniesiono pytanie, czy nie byłoby bardziej celowe, zamiast rozszerzenia istniejącego nasypu, obejść go zupełnie, prowadząc nową linię w innym kierunku. Przysypki boczne do nasypów już istniejących wymagają wogóle wielkiej ostrożności w wykonaniu. W danym przypadku zachodziła obawa osuwania się nietylko nowej przysypki, ale wobec zmienionych warunków, również osuwania się starego nasypu, którego stałość po 25 latach istnienia nie mogła być dostatecznie zabezpieczona. Wobec tego drugi, chociaż droższy sposób rozwiązania tej sprawy uznano za odpowiedniejszy. Poszukiwania techniczne wykazały możliwość obejścia tego miejsca linią o 119 m krótszą od istniejącej linii głównej, przyczem otrzymano największą wysokość nasypu 7,60 m i wykopu 6,20 m. Objazd urządzono odrazu pod dwa tory i koszt jego wyniósł ogółem 217 000 złotych. Na nasypie Teligulskim pozostawiono jeden tylko tor odnogi Elizawetgradzkiej.

6. Szerokość i kształt torowiska na linii i na stacjach. Pobocza. Spadki poprzeczne torowiska. Szerokość międzytorza.

Opisane wyżej części budowy spodniej są mniej więcej jednakowe bez względu na typ drogi żelaznej, o ile tylko posiada ona własne torowisko. Oczywiście, że dla dróg żelaznych znaczenia drugorzędnego może być dopuszczone pewne zmniejszenie szerokości ław, zmniejszenie szerokości i głębokości rowów, oraz zwiększenie stromości stoków, nietylko w celu możliwego ograniczenia kosztów budowy, lecz też ze względu, że przy mniejszym ciężarze pociągów i mniejszej ich szybkości stałość toru będzie pomimo to dostatecznie zabezpieczona. Pozostaje więc do rozpatrzenia jeszcze jedna część budowy spodniej, a mianowicie torowisko.

Szerokość torowiska powinna być przede wszystkim dostateczna do podtrzymania budowy wierzchniej t. j. warstwy wyborowego, przepuszczalnego materiału, t. zw. *podsyпки* albo *balastu*, oraz kolei szynowej, która na nim pośrednio lub bezpośrednio spoczywa. Dlatego też szerokość torowiska zależy od szerokości i wysokości warstwy podsyпки. Ażeby podsyпка nie osuwała się i aby pozostawało miejsce do składania materiałów i narzędzi oraz do przejścia robotników, między podstawą podsyпки a krawędzią torowiska zostawia się *pobocze szerokości* conajmniej 20 do 30 cm.

W zależności od przekroju poprzecznego warstwy podsyпки, przyjętego na drogach żelaznych różnych typów, co do którego dane przytoczono w rozdziale VII niniejszego dzieła, szerokość torowiska pod kolej pojedynczą przyjęto na polskich drogach żelaznych pierwszorzędnych 5,60 m, drugorzędnych 5,00 m i trzeciorzędnych 4,30 m.

Jeżeli torowisko ma służyć do ułożenia więcej niż jednego toru, to szerokość jego będzie oczywiście zależna od odległości między torami. Ta zaś odległość zależna jest od skrajni taboru, a w razie jeżeli między torami znajduje się jaka budowla, to od wymiarów tejże i od skrajni budowli.

Na linii poza granicami stacyj, odległość między osiami dwóch torów sąsiednich zwykle przyjmuje się równą szerokości skrajni taboru, zwiększonej o pewien zapas, 0,25 do 0,35 m, niezbędny w razie otwarcia drzwi wagonu. Na stacjach odległość ta powiększa się ze względu na znajdujące się między to-

rami sygnały, platformy i inne urządzenia oraz dla ułatwienia oględzin wagonów, ich czyszczenia i t. p.

Powierzchnia torowiska nie jest płaszczyzną poziomą, lecz otrzymuje pochylenie od osi torowiska ku stokom w celu odprowadzenia wody i zapobieżenia o ile możliwości przesiąkaniu tejeż wewnątrz nasypu. Pochylenie powierzchni torowiska przyjmuje się $\frac{1}{20}$ do $\frac{1}{25}$. W miejscach, gdzie urządzenie poprzecznych spadków torowiska przedstawia trudności, np. na stacjach, gdzie torowisko służyć ma dla kilku torów, odwodnienie jego osiąga się zapomocą odsączenia.

Według przepisów polskich (P. T. O.), torowisko winno posiadać taką szerokość, aby ława pomiędzy dolną krawędzią podsypki (balastu) i krawędzią torowiska wynosiła z każdej strony conajmniej 40 cm. Ta szerokość ławy winna być zachowana również na łukach, przyczem należy uwzględnić przesunięcie łuku względem linii prostej dla umieszczenia krzywej przejściowej, podwyższenie szyny zewnętrznej i poszerzenie toru, a przy dwóch torach lub więcej również zwiększenie szerokości międzytorza.

Górna powierzchnia torowiska kolejowego winna być odrobiona ze stokami w obie strony dla ułatwienia odpływu wody. Na liniach jednotorowych środkowa część plantu winna być pozioma na długość podkładów.

Odległość pomiędzy osiami dwóch torów sąsiednich na szlaku ma wynosić conajmniej 3,50 m. Odległość ta pomiędzy dwiema parami torów lub jedną parą torów, a torem trzecim, winna być zwiększona conajmniej do 4,00 m; w razie zaś potrzeby ustawienia na międzytorzu sygnałów stałych conajmniej do 4,70 m.

Odległość między osiami torów na stacjach winna wynosić conajmniej 4,50 m z wyjątkiem torów przeładunkowych i zasadniczych torów głównych, odległość pomiędzy którymi może być zmniejszona w zależności od warunków miejscowych do 3,50 m. O ile pomiędzy torami ma być peron, odległość pomiędzy osiami tych torów winna wynosić conajmniej 6 m lub 9 m zależnie od tego, czy peron jest jednostronny, czy dwustronny.

W łukach o promieniu mniejszym niż 400 m, odległość między osiami sąsiednich torów winna być zwiększona odpowiednio do największej długości wagonów.

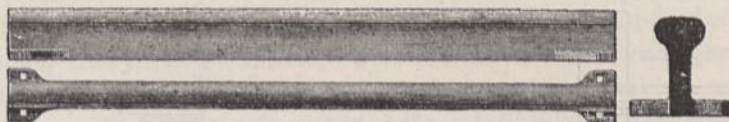
ROZDZIAŁ II.

Budowa wierzchnia pierwszych dróg żelaznych.

Szyny lane. Pierwsze szyny walcowane. Szyny Stephensona na siodełkach. System amerykański. Szyny Vignoles'a. Rodzaje podpór szynowych.

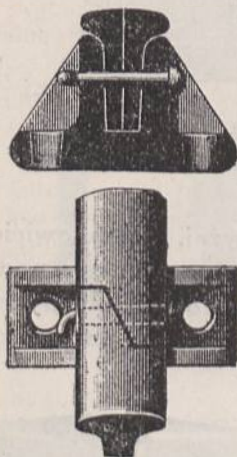
Jak wspomniano wyżej (patrz str. 6), kolej z beleczek żelaznych lanych, podpartych w obu końcach, stosowano dla ułatwienia przewozu ciężarów w kopalniach angielskich jeszcze w końcu XVIII stulecia. Belecze te (rys. 137) miały w górnej części zgrubienia, w końcach zaś u podstawy były zaopatrzone w występy z dwoma otworami dla sworzni lub haków, które służyły do umocowania beleczek na podporach w kształcie z gruba ociosanych kamieni lub drewnianych poprzecznic. Występy w końcach beleczek często się odłamywały, wskutek czego zaczęto zamiast nich stosować oddzielne siodełka z żelaza lanego, które podtrzymywały końce beleczek na podporach. W celu zwiększenia wy-

trzymałości beleczek w kierunku pionowym, nadawano im od spodu obrys po linii krzywej, wypukłej ku dołowi.



Rys. 137. Szyny Jessop'a r. 1789.

Kolej tego typu była zastosowana na pierwszej drodze żelaznej z motorem parowym, zbudowanej przez Stephenson'a w r. 1825 pomiędzy Stockton i Darlington (rys. 138), jednakże już wtedy na pewnej części tej drogi zamiast beleczek z żelaza lanego ułożono szyny z żelaza walcowanego, które stanowiły nowość w ówczesnej technice hutniczej.



Rys. 138 a.

Te szyny walcowane (rys. 139), o przekroju w kształcie grzyba, miały 15 stóp długości, t. j. były pięć razy dłuższe od lanych i były wypukłe od spodu między podporami na podobieństwo beleczek lanych, co wymagało dość trudnej obróbki szyn po wywalcowaniu.

Wobec droższyny szyn fasonowych, które trzeba było przywozić z Europy, na pierwszych drogach żelaznych parowozowych w Ameryce, których budowę rozpoczęto



Rys. 138 b.

Dr. żel. Stockton-Darlington r. 1825.

około roku 1832, zastosowano do budowy kolei belki drewniane, do których były przybite po wierzchu pasy z żelaza płaskiego. Taka sama kolej była zastosowana na niektórych drogach żelaznych w Europie i była również projektowana w roku 1838 dla dr. żel. Warszawsko-Wiedeńskiej (rys. 140).



Rys. 139 a.

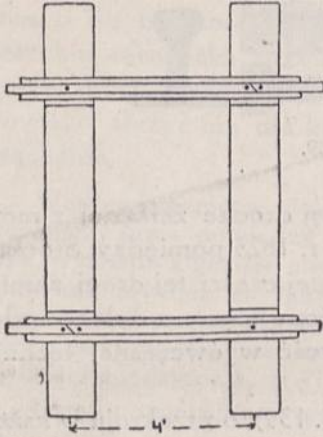


Rys. 139 b.

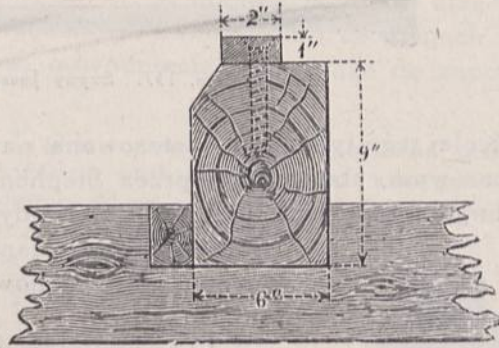
Dr. żel. Stockton-Darlington r. 1825.

Długość szyn z żelaza lanego wynosiła zaledwie 3 stopy, przyczem wymagały one urządzenia złączy nad każdą podporą, co było niedogodne nie tylko ze względu na koszt urządzenia podpór, ale również ze względu na silne ude-

rzenia kół na złączach, wskutek których jazda była przykra i niespokojna. Prócz tego, z powodu kruchości materiału, szyny z żelaza lanego często pękały i wskutek tych wad wkrótce ustąpiły miejsca szynom z żelaza walcowanego.



Rys. 140 a.



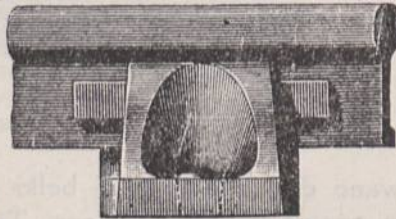
Rys. 140 b.

Dr. żel. Warszawsko-Wiedeńska r. 1838 (projekt)

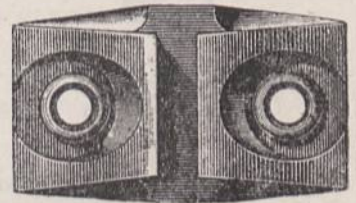
Jednakże szyny walcowane kształtów opisanych powyżej, a mianowicie o przekroju grzybkowatym, obrobione wypukło od spodu i umocowane na podporach przy pomocy siodełek, oraz płaskie, przybite do legarów podłużnych, posiadały wiele niedogodności. Wyrób szyn o zmiennym przekroju poprzecz-



Rys. 141 a.



Rys. 141 b.



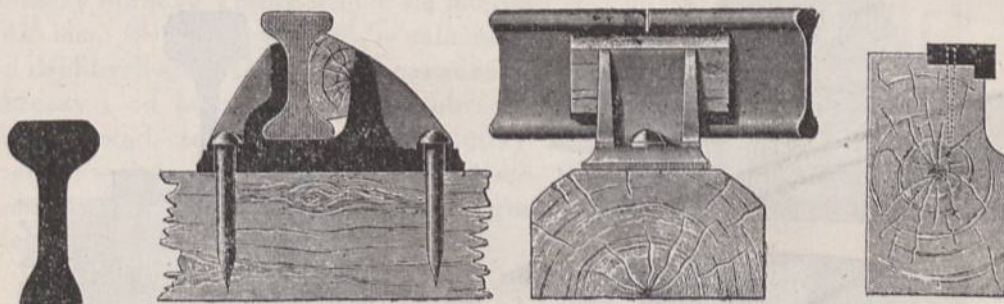
Rys. 141 c.

nym był wielce utrudniony; to też zarzucono go wkrótce i zaczęto wyrabiać szyny o przekroju stałym kształtu uwidocznionego na rys. 141 i 142. Dolne zgrubienie szyny dało możliwość uprościć i ulepszyć umocowanie jej w siodełku, stosując kliny zamiast sworzni, i oprócz tego znacznie wzmocniło samą szynę.

W ten sposób powstał stopniowo typ szyny o główce podwójnej (rys. 143), której kształt oraz sposób umocowania na podporach zapomocą siodełek z żelaza lanego i klinów drewnianych pozostały aż do czasów obecnych prawie bez zmiany takie same, jakie zastosował w roku 1838 Robert Stephenson (syn wynalazcy).

System amerykański budowy kolei o szynach z żelaza płaskiego, przybitych do legarów podłużnych, posiadał ważną zaletę tanieści w krajach obfitu-

jących w lasy. Wkrótce jednak okazało się, że szyny z żelaza płaskiego nie posiadają dostatecznej wytrzymałości w kierunku pionowym i pod ciężarem kół silnie właczają się w drzewo, a jednocześnie części nie obciążone, szczególnie w złączach, podnoszą się do góry. Zaginanie się ku górze końców szyn, których nie mogły utrzymać gwoździe, powodowało często wykolejenie pociągów. Wskutek tego zaczęto stopniowo wzmacniać przekrój takich szyn oraz nadawać im rozmaite kształty (rys. 144, 145), ułatwiające przymocowanie szyn do legara lub sprzyjające lepszemu zachowaniu równowagi szyny w kierunku poprzecznym. Ostatnim pomysłem w tym kierunku jest szyna, mająca w swym przekroju poprzecznym kształt podkowy. Szyna taka zastosowana była w Ameryce w r. 1835, później zaś rozpowszechniła się w Europie pod nazwą szyny Brunel'a (rys. 146).



Rys. 142.

Rys. 143.

Rys. 144.

Dr. żel. Londyn-Birmingham r. 1838.

Ulepszenia, zastosowane w walcowaniu szyn, pozwoliły nadać szynie przekrój dogodny do bezpośredniego przymocowania jej do podpór i nie mniej sztywny i wytrzymały od przekroju szyny o dwóch główkach, umocowanej w siodełkach typu Stephenson'a. Tego rodzaju szyny o podstawie płaskiej (rys. 147) zaprojektował i pierwszy raz zastosował amerykańczyk Stevens w r. 1832. W lat kilka później wprowadził je w Anglii inżynier Vignoles, którego noszą miano. Pomimo licznych prób zastosowania szyn innych przekrojów, typy szyn o dwóch główkach (Stephenson'a) i o podstawie płaskiej (Vignoles'a) są obecnie używane na drogach żelaznych prawie wyłącznie.



Rys. 145.

Rys. 146.

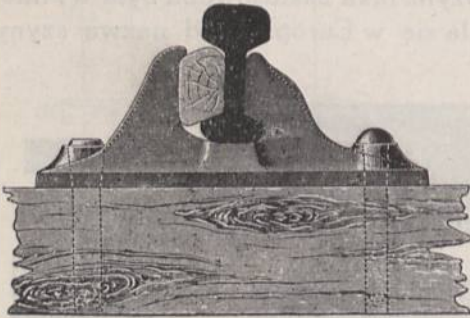
Rys. 147.

Co się tyczy sposobu, w jaki ciśnienie szyny przenosi się na grunt czyli raczej na podsypkę, to oprócz wzmiankowanych już typów podpór szynowych, a mianowicie podpór, podtrzymujących każdą z szyn w oddzielnych punktach, podkładów poprzecznych, podciągniętych pod obie szyny kolei, i legarów podłużnych, na których szyny spoczywają całą swoją długością, stosowane są

także szyny odpowiedniego przekroju, spoczywające bezpośrednio na podsypce.

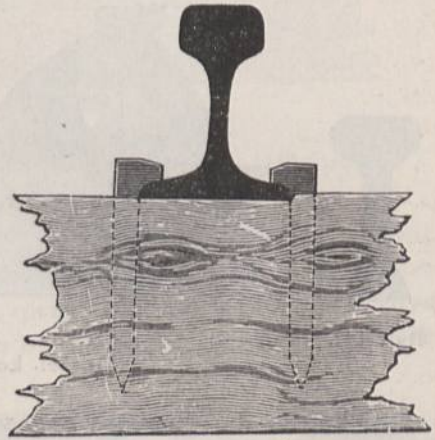
Oprócz ustroju podpór zwrócić należy uwagę również na materiał tychże, gdyż od niego zależy przeważnie sposób przymocowania szyny.

Ze wszystkich ustrojów budowy wierzchniej najwięcej rozpowszechniła się obecnie kolej z szyn Stephenson'a (rys. 148) lub Vignoles'a (rys. 149), ułożonych na podkładach poprzecznych drewnianych lub metalowych. Wskutek przyczyn, które będą przytoczone poniżej, układanie kolei na oddzielnych podporach, na legarach podłużnych oraz bezpośrednio na podsypce jest wogóle



Rys. 148.

Dr. żel. Lancashire-Yorkshire r. 1888.



Rys. 149.

mniej odpowiednie, aniżeli na podkładach poprzecznych, i dlatego wychodzi ono z użycia lub napotyka się tylko w razach wyjątkowych. Wobec tego ustroje budowy wierzchniej na podkładach poprzecznych, będąc praktycznie najważniejszymi, zasługują przede wszystkim na uwagę. Inne ustroje będą opisane w krótkości w końcu niniejszego działu.

ROZDZIAŁ III.

Ogólny kształt kolei szynowej w planie i w przekroju.

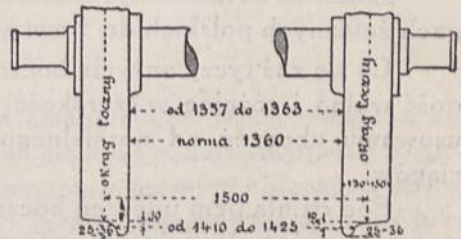
1. Szerokość toru w linii prostej. Luz między obrzeżem obręczy a szyną. Zboczenia od wymiarów normalnych szerokości toru i luzu; ich przyczyny. Poprzeczne pochylenie szyn. Położenie szyn na wysokość.

Stosownie do swego przeznaczenia, kolej powinna nie tylko podtrzymywać koło, lecz je również kierować.

Aby ruch zestawu kół po kolei szynowej był ściśle określony, potrzeba by było, żeby odległość między zewnętrznymi krawędziami obręczy dokładnie od-

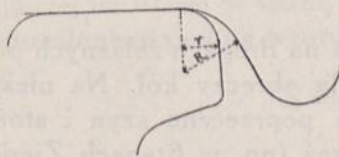
powiadała szerokości toru, t. j. odległości w świetle między główkami szyn. Warunek ten w rzeczywistości nie daje się zachować nietylko ze względu na szkodliwy opór ruchowi, jaki by przy tem powstał, lecz również ze względu na nieuniknione niedokładności w nasadzeniu kół na osie i odchyleniu szyn od położenia normalnego, oraz wskutek tego, że obręcz i szyny wzajemnie się ścierają. Z wymienionych powodów między obrzeżem obręczy a szyną niezbędny jest luz i dla bezpieczeństwa ruchu potrzeba tylko, aby luz ten nie przekraczał pewnych granic.

Na drogach żelaznych polskich o torze normalnym, zarówno jak na wielu zagranicznych, *normalna odległość w świetle między główkami szyn* powinna wynosić w torze prostym 1435 mm ($4' 8\frac{1}{2}''$), odległość zaś między krawędziami zewnętrznymi obrzeży obręczy¹⁾ może wahać się między 1425 mm i 1410 mm (rys. 150), w zależności od drobnych niedokładności w nasadzeniu obręczy i od bocznego zużycia obrzeży. Wynika stąd, że w torze prostym, utrzymanym w dobrym stanie, *luz między obrzeżem obręczy a szyną* może się wahać w granicach od 10 do 25 mm ²⁾.

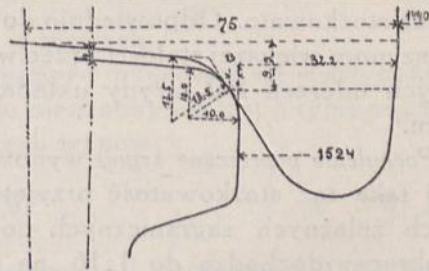


Rys. 150.

Wielkość luzu między obrzeżem obręczy a szyną staje się na niektórych drogach żelaznych zagranicznych nieokreśloną wskutek tego, że górne zaokrąglenia boczne główki szyny i przylegającej do nich powierzchni obręczy nie są na wszystkich drogach jednakowe. Jeżeli promień R zaokrąglenia pachwiny obrzeża jest większy niż promień r górnego zaokrąglenia bocznego główki szyny, to w położeniu uwidocznionem na rys. 151 i 152 luz między szyną a obrzeżem jest tylko pozorny, gdyż koło musiałoby unieść się nad powierzchnią toczną szyny, aby mogło zbliżyć się do niej obrzeże.



Rys. 151.



Rys. 152.

Nie ulega wątpliwości, że jeżeli luz pomiędzy obrzeżem a szyną będzie mniejszy, to wahania boczne zestawu kół też się zmniejszą, a zatem i jazda po

¹⁾ Wymiary te są mierzone na poziomie o 10 mm niżej okręgów tocznych kół, otrzymanych z przecięcia obręczy płaszczyznami pionowymi i równoległymi do osi podłużnej pojazdu, oddalonymi od siebie o 1500 mm (por. rys. 150).

²⁾ Na kolejach wąskotorowych luz ten waha się w granicach od 5 do 20 mm (P. T. M.).

szynach będzie spokojniejsza. Pomimo to na niektórych drogach żelaznych zagranicznych luz normalny między obrzeżem obręczy a szyną jest większy niż na drogach polskich i np. na drogach żelaznych francuskich wynosi 22 do 25 mm. Wogóle należy uważać, że ważniejsze jest ograniczenie wahań w wielkości luzu, pochodzących wskutek zużycia lub przyczyn przypadkowych, aniżeli ograniczenie absolutnej jego wielkości normalnej, ponieważ ściśle określenie wielkości luzu jest niezbędne, jak to zobaczymy później, do właściwego urządzenia toru w łukach i w rozjazdach.

Ograniczenie zużycia obrzeża obręczy wymaga częstszego ich obtaczania, a więc koszt tej roboty zależeć będą od dozwolonego zużycia obrzeża.

Zboczenia od normalnego nasadzenia obręczy na kołach dopuszczone są na drogach żelaznych polskich do 3 mm w każdą stronę.

Co się zaś tyczy zużycia bocznego główki szyny, to wogóle postępuje ono dość wolno i różnice w szerokości toru, powstałe z tej przyczyny, nikną przy usuwaniu zboczeń od normalnego położenia szyn, wywołanych ruchem pociągów.

Pod działaniem uderzeń bocznych i pionowego ciśnienia koła szyna może zmienić swoje położenie na podporach, do których jest przymocowana mniej lub więcej sztywno, a mianowicie może się przesunąć po nich, obrócić około osi podłużnej i wtłoczyć w podpory, o ile tym ruchom nie przeszkodzi umocowanie szyny na podporach. Wymienione przyczyny mogą wywołać poszerzenie toru, a w pewnych razach także i jego zwężenie. Dla usunięcia takich odkształceń konieczne jest poprawienie toru, polegające na doprowadzeniu szyn do położenia normalnego i na ponownym przymocowaniu ich do podpór. *Zboczenia od normalnej szerokości toru*, przy których jego poprawienie staje się niezbędnym, określa się odpowiednio do wskazówek praktyki. Na drogach żelaznych polskich poszerzenie nie powinno przewyższać 10 mm, zwężenie zaś 3 mm.

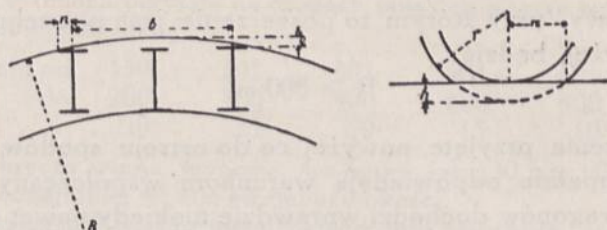
W dziale II, rozdz. I, p. 2 podano przyczyny, dla których obręcze kół obtaczane są stożkowato. Odpowiednio do takiego obtaczania obręczy, oraz dla nadania szynom większej stałości przeciw parciu do zewnątrz toru pod działaniem bocznych uderzeń kół, szyny układane są z pochyleniem poprzecznym ku osi toru.

Pochylenie poprzeczne szyny wynosić winno na drogach żelaznych polskich 1:20 i taka też stożkowatość przyjęta jest dla obręczy kół. Na niektórych drogach żelaznych zagranicznych pochylenie poprzeczne szyn i stożkowatość obręczy dochodzą do 1:16, na innych zaś (np. w Stanach Zjednoczonych A. P.) szyny nie mają pochylenia poprzecznego i obręcze obtaczane są cylindrycznie.

Poziom szyn. W torze prostym obie szyny powinny leżeć w jednym poziomie. Proponowane przez niektórych podwyższenie jednej szyny względem drugiej, dla otrzymania spokojniejszej jazdy (zmniejszenie wężykowania), nie osiąga celu, jak przekonały spostrzeżenia, a nawet powinno być uznane za szkodliwe ze względu, że szyna położona niżej będzie więcej obciążona, a więc kolej szynowa pracować będzie nierównomiernie.

2. Poszerzenie toru normalnego i podwyższenie szyny zewnętrznej w łukach. Rozważania teoretyczne. Wpływ tarcia na nacisk boczny koła w łukach. Wzory doświadczalne.

Warunki ruchu po łukach były już omówione w rozdziale I działu II-go. Tu zastanowić się wypadnie nad niezbędną szerokością toru w łukach.



Rys. 153.

Jeżeli wystawimy sobie (rys. 153) przecięcie poziome trzech zestawów kół wagonu trzyosiowego w płaszczyźnie toczenia się kół i oznaczmy przez R promień łuku, b rozstaw osi skrajnych nieruchomych, r promień obręczy w obwodzie obrzeża, h wysokość obrzeża obręczy, to aby przejście wagonu po łuku było możliwe, niezbędne jest, aby luz między obrzeżem obręczy a szyną był nie mniejszy jak

$$E = \frac{(b + 2r)^2}{8R} = \frac{(b + 2\sqrt{(2r - h)h})^2}{8R} \approx \frac{(b + 2\sqrt{2rh})^2}{8R} \dots (112)$$

Rozstaw osi skrajnych w wagonach trzyosiowych toru normalnego nie przewyższa zwykle 7,5 m. Promień koła i największą wysokość obrzeża można przyjąć $r = 0,55$ m i $h = 0,036$ m. Jeżeli podstawimy te wielkości we wzór (112), to otrzymamy, w przypuszczeniu, że oś środkowa nie może się przesuwac w swym kierunku,

$$E = \frac{8}{R} \dots \dots \dots (113)$$

W tym wzorze E i R są wyrażone w metrach.

Jeżeli przypuścimy, że oś środkowa może przesuwac się w swym kierunku co najmniej na 10 mm w każdą stronę, to niezbędny luz jest o tyleż mniejszy od luzu określonego podług wzoru (113), czyli wynosi:

$$E = \frac{8}{R} - 0,01 \dots \dots \dots (114)$$

Ponieważ nadto luz w torze prostym wynosi co najmniej 10 mm, więc dla możliwości przejścia taboru nie potrzeba poszerzac toru w łuku, którego promień czyni zadość warunkowi

$$R \geq \frac{8}{0,01 + 0,01} \text{ albo } R \geq 400 \text{ m}$$

Określenie powyższe promienia krańcowego stosuje się do przypadku, kiedy koła zaledwie że nie więzną w torze, a więc w praktyce nie może być dopuszczzone. Pożądane zaś jest, aby luz normalny, zachowywany w torze prostym, pozostał również w łukach. Jeżeli chcemy zachowac ten warunek, to

wzór (114) będzie wyrażał, zamiast całkowitego luzu, powiększenie jego w łukach lub, innymi słowy, *poszerzenie e* toru w łukach względnie do jego szerokości na prostej:

$$e = \frac{8}{R} - 0,01 \dots \dots \dots (115)$$

Promień krańcowy, przy którym to poszerzenie jest potrzebne w warunkach przyjętych powyżej, będzie:

$$R \geq 800 \text{ m.}$$

Przy założeniu przyjęte powyżej co do ustroju spodów wagonów trzosiowych nie zupełnie odpowiadają warunkom współczesnym. Rozstęp osi skrajnych tych wagonów dochodzi wprawdzie niekiedy nawet do 10 m, jednakże według przepisów polskich, zarówno jak według przepisów dróg żelaznych należących do związku niemieckiego, na drogach żelaznych znaczenia ogólnego osie pośrednie wagonów, których rozstęp jest większy niż 4 m, winny posiadać przesuwność, odpowiadającą promieniowi łuków 180 m. Przytem w długich wagonach trzosiowych osie skrajne bywają najczęściej zwrotne. Wobec tego potrzeba poszerzenia toru w łukach nie wynika z ustroju spodów wagonów, przeważnie zaś z niejednakowej i niedostatecznej zwrotności parowozów. Trzeba również zwrócić uwagę na wpływ, jaki wywiera poszerzenie toru w łukach na zużycie szyn. Doświadczenie wskazuje, że poszerzenie nieco większe od niezbędnego do przejścia taboru daje pod tym względem dobre rezultaty, nie wpływając ujemnie na spokój jazdy.

Dla bezpieczeństwa ruchu niezbędne jest tylko, aby poszerzenie to nie przekraczało pewnej granicy w zależności od szerokości obręczy szyny i główki szyny, na której obręcz się opiera.

Okoliczności te, niejednakowe warunki szybkości jazdy i niektóre inne objaśniają różnice w wielkości poszerzenia toru w łukach, przyjętego na różnych drogach żelaznych według wzorów empirycznych, przeważnie nieco większego, niż według wzoru (115), przy $R < 250 \text{ m}$ do 180 m i $R > 450 \text{ m}$ do 800 m.

Aby uniknąć drobnych różnic w szerokości toru, utrudniających jego układanie, zmiana poszerzenia toru w zależności od promieni łuków skutecznia się zwykle stopniami, np. co 5 mm. Na drogach żelaznych francuskich, ze względu na większy luz pomiędzy obrzeżem obręczy a szyną, wynoszący normalnie około 20 mm (por. str. 170), promień, od którego począwszy niezbędne się staje poszerzenie toru, jest przy tejże zwrotności taboru znacznie mniejszy, niż na drogach żelaznych, na których normalna szerokość toru przyjęta jest 1435 mm. W rzeczywistości na pierwszorzędnym drogach żelaznych francuskich poszerzają tor tylko w łukach o promieniu 200 m i mniej lub poszerzenia wogóle nie stosują, co niewątpliwie upraszcza ustrój kolei. Interesującym jest, że w roku 1911 na niektórych odcinkach dróg żelaznych niemieckich zastosowano w linii prostej, tytułem próby, tor francuski 1445 mm i że wyniki obserwacji nad spokojem jazdy na tych odcinkach były pomyślne.

Według przepisów polskich (P. T. O.), na drogach żelaznych znaczenia ogólnego, na łukach o promieniu mniejszym niż 500 m normalna szerokość toru winna

być odpowiednio zwiększona. Zwiększenie to nie powinno jednak przewyższać 30 mm na drogach żelaznych pierwszorzędnych i 35 na drugorzędnych. Szerokość toru, łącznie z odstępstwami, jakie mogłyby powstać w niej wskutek ruchu pociągów, nie powinna w żadnym razie być większa jak 1465 mm na drogach żelaznych pierwszorzędnych i 1470 mm na drugorzędnych (zgodnie z umową międzynarodową o jednostki technicznej).

Poszerzenie w łukach przyjęte na drogach polskich o torze normalnym wynosi w zależności od promienia łuku:

przy promieniu od	150	201	301	401	601	801 m
" " do	200	300	400	600	800	1000 m
poszerzenie . . .	30	25	20	15	10	5 mm

Szerokość obręczy winna wynosić nie mniej jak 130 mm. Obręcz winna zachodzić na szynę conajmniej 45 mm swojej szerokości.

Komisja techniczna Związku niemieckiego dróg żelaznych zaleca następujące wzory empiryczne na poszerzenie w łukach toru różnej szerokości:

$$\begin{aligned}
 1,435 \text{ m} & \quad e = \frac{(1000 - R)^2}{30\,000} & \quad \text{max. } e = 30 \text{ mm} \\
 1,0 \text{ m} & \quad e = \frac{(600 - R)^2}{16\,000} & \quad \text{max. } e = 25 \text{ mm} \\
 0,75 \text{ m} & \quad e = \frac{(400 - R)^2}{8\,000} & \quad \text{max. } e = 20 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Podwyższenie szyny zewnętrznej w łukach. W celu przeciwdziałania sile odśrodkowej, która objawia się przy przejściu taboru po łukach, przyjęto układać szynę zewnętrzną łuku wyżej od zewnętrznej.

Siła odśrodkowa S przy promieniu R , masie M i szybkości ruchu na sekundę v wyraża się wzorem

$$S = \frac{Mv^2}{R}.$$

Jeżeli szyna zewnętrzna będzie podwyższona względnie do wewnętrznej o wielkość h (rys. 154), to ciężar Mg da siłę składową poziomą

$$Mg \operatorname{tg} \alpha \propto \frac{Mgh}{s}.$$

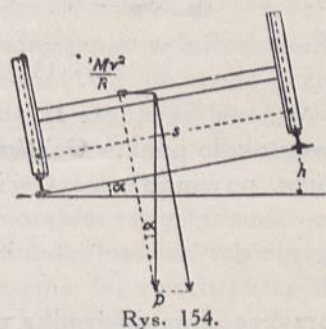
W tym wzorze oznacza g przyspieszenie siły ciężkości i s odległość między osiami szyn. Jeżeli postawimy warunek, aby ta składowa pozioma w zupełności równoważyła siłę odśrodkową, t. j. aby

$$\frac{Mv^2}{R} = \frac{Mgh}{s},$$

to podwyższenie szyny zewnętrznej powinno wynosić:

$$h = \frac{sv^2}{gR} \dots \dots \dots (116)$$

Jeżeli wyrazimy szybkość w *km/godz.* zamiast w *m/sek.* i podstawimy $g = 9,81m$ to podwyższenie h wyrazi się w *mm*:



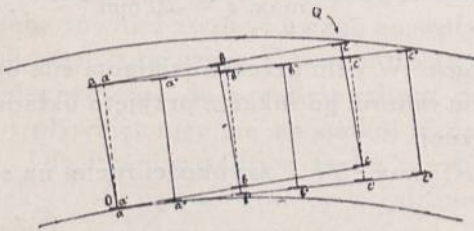
dla toru normalnego $s \infty 1500 m$

$$h = 11,8 \frac{V^2}{R} \dots \dots \dots (117)$$

Gdyby podwyższenie h , określone podług powyższego wzoru, było niezbędne dla bezpieczeństwa ruchu, to pod szybkością V należałoby rozumieć szybkość największą, jaka jest stosowana na danym łuku. Jednakże wtedy wszystkie pociągi, idące wolniej, będą silniej obciążały wewnętrzny (niższy) tok łuku, wywierając parcie boczne na szyny tegoż toku i starając się wywrócić je w kierunku do środka łuku, oraz powodując silne zużycie boczne tychże szyn.

Należy zauważyć, że we wzorze (116) nie brano pod uwagę tego, że siła odśrodkowej przeciwdziała oprócz podwyższenia szyny zewnętrznej również tarcie pomiędzy kołem a szyną, wynoszące co najmniej 0,1 ciśnienia koła. Z drugiej strony wiadomem jest, że ruch taboru po łukach zależy od innych jeszcze czynników, przeważnie zaś od równoleżności osi, skutkiem której ciśnienie kół przednich na tok zewnętrzny znacznie się zwiększa.

Wystawmy sobie, że parowóz trzyosiowy o rozstawie osi $ab = bc = \frac{l}{2}$ (rys. 155) i ciężarze P , rozłożonym równomiernie na wszystkie trzy osie, toczy się po łuku. Przesunięcie się parowozu z położenia abc do położenia $a''b''c''$



Rys. 155.

można sobie wystawić jako składającą się z ruchu obrotowego około punktu O pod wpływem ciśnienia szyny zewnętrznej na koło przednie (por. str. 69), usiłującego skierować osie taboru w kierunku promienia łuku, przyczem parowóz przyjmuje położenie $a'b'c'$, oraz z ruchu postępowego z położenia $a'b'c'$ do położenia $a''b''c''$. Aby obrócić parowóz

około punktu O , ciśnienie Q , działające w kierunku promienia ku środkowi łuku, powinno przewyciężyć tarcie Pf obręczy kół o szyny i siłę odśrodkową

$$S = \frac{Mv^2}{R} = \frac{Pv^2}{gR} ,$$

przyczepioną do środka ciężkości parowozu. Równanie momentów tych sił będzie następujące:

$$\left. \begin{aligned} Ql &= \frac{P}{3} \left(l + \frac{l}{2} \right) f + S \cdot \frac{l}{2} \dots \dots \dots \\ Q &= \frac{P}{2} f + \frac{S}{2} = \frac{P}{2} \left(f + \frac{v^2}{gR} \right) \dots \dots \dots \end{aligned} \right\} (118)$$

Jeżeli szyna zewnętrzna otrzyma podwyższenie podług wzoru (116), t. j. równoważące siłę odśrodkową, to ciśnienie dośrodkowe, wyrażone wzorem (118), będzie:

$$Q_1 = \frac{P}{2} f \dots \dots \dots (119)$$

Współczynnik f tarcia obręczy o szyny wynosi co najmniej 0,1. Przyjmując np. szybkość $v = 14 \text{ m/sek. (50 km/godz.)}$ i $R = 600$, otrzymamy:

$$\frac{v^3}{gR} = 0,033$$

$$\frac{Q_1}{Q} = \frac{0,1}{0,1 + 0,033} = 0,75$$

czyli że podwyższenie szyny zewnętrznej, obrachowane podług wzoru (116), zmniejsza boczne ciśnienie na tę szynę przedniego koła tylko o 25%.

Okazuje się więc, że podwyższenie szyny zewnętrznej w łuku, obrachowane podług wzoru (116) zmniejsza w pewnym tylko stopniu parcie przednich kół taboru na tę szynę, lecz nie usuwa go w zupełności. Podwyższenie zaś szyny zewnętrznej ponad wypadające z wzoru (116) nie może być dopuszczone, gdyż spowodowałoby mogło wywrót szyny wewnętrznej w kierunku ku środkowi łuku, oraz ze względu na niedogodności, związane z urządzeniem przejścia od normalnego położenia szyn w linii prostej do znacznego podwyższenia jednej z nich na łuku. W istocie, na długości rzeczonoego przejścia powierzchnia, po której toczą się koła, jest skośna. Z tego powodu oraz wskutek sztywności ram parowozów i wagonów, przednie koła zewnętrzne przy wyjściu z łuku mogłyby wznieść się nad płaszczyznę toczną w razie zbiegu okoliczności nieprzychylnych, zwłaszcza przy hamowaniu pociągu.

Z drugiej strony, jak to wyjaśniły doświadczenia i praktyka niektórych dróg zagranicznych, przy przechodzeniu pociągów po łuku, ułożonym bez podwyższenia szyny zewnętrznej, niebezpieczeństwo wykolejenia się nie grozi im nawet przy znacznych szybkościach ruchu.

Wobec tego zauważyć się daje dążenie do zmniejszenia w łukach podwyższenia szyny zewnętrznej, określanego podług wzoru (116), do czego przyczynia się również i ta okoliczność, że w miarę wzrastania szybkości pociągów wzór ten daje wielkości, które nie mogą być dopuszczone z powodu wyżej wskazanych przyczyn. Ponieważ nadto niemożliwe jest tak wybrać podwyższenie szyny zewnętrznej, aby ono odpowiadało wielorakim i często zmieniającym się warunkom szybkości pociągów, odległości między osiami, ich obciążeniu, współczynnikowi tarcia i t. p., więc dla wyznaczenia tego podwyższenia są obecnie w użyciu przeważnie wzory doświadczalne kształtu:

$$h = n \cdot \frac{V}{R} \dots \dots \dots (120)$$

We wzorze tym V oznacza największą dopuszczalną szybkość pociągu w km/godz. i R promień łuku w m . Współczynnik n przyjmuje się 0,5 do 0,7 w zależności od warunków miejscowych. Przy $V = 40$ do 60 km/godz. , wzór ten daje rezultaty zbliżone do otrzymywanych podług wzoru (116), lecz przy dalszem zwiększaniu się szybkości wielkość podwyższeniu wzrasta w mniejszym stosunku.

Z tego, co powiedziano wyżej, należy wyprowadzić wniosek, że na podwyższenie szyny zewnętrznej w łukach należy zapatrywać się nie jako na środek bezwzględnie niedozwony dla bezpieczeństwa ruchu, lecz raczej jako na

środek osiągnięcia możliwie równomiernej pracy obydwóch toków szynowych i spokojnej jazdy.

Według przepisów polskich (P. T. O.), na drogach żelaznych znaczenia ogólnego szyna zewnętrzna winna być na łukach wzniesiona nad szyną wewnętrzną na wysokość, zależną od promienia łuku i od prędkości pociągów, tak, aby praca obydwóch toków była możliwie jednakowa. Tak określone podwyższenie szyny zewnętrznej winno być całkowite już na początku łuku kolistego.

3. Przejście od normalnego położenia szyn w linii prostej do położenia przyjętego w łukach. Krzywe przejściowe. Wytykanie krzywych przejściowych na liniach, na których nie były przewidziane przy budowie. Sposoby praktyczne. Zaokrąglenia przekroju podłużnego w punktach załamania.

Podwyższenie szyny zewnętrznej oraz poszerzenie toru w łuku mogą być wykonane oczywiście tylko stopniowo. Powyżej wskazano już na niebezpieczeństwo, jakie może grozić taborowi wskutek tego, że przy przejściu od prostej do łuku szyny przeciwległe nie są położone w jednej płaszczyźnie. Przyjmujemy, że największy rozstaw sztywnych osi wagonu wynosi 7,5 m, wysokość zaś obrzeża nowej obręczy 25 mm. Aby koło, które z jakiegokolwiek powodu zachowuje położenie niezmiennie względem ramy pojazdu, zabezpieczone było od zejścia z toru przynajmniej 5 milimetrami wysokości obrzeża, niezbędne jest, ażeby pochylenie szyny zewnętrznej przy przejściu od łuku do prostej wynosiło co najwyżej

$$\frac{0,025 - 0,005}{7,5} = \frac{1}{375}$$

Dla spokoju jazdy pochylenie to przyjmuje się zwykle 0,001 do 0,002.

Ponieważ już na początku łuku podwyższenie szyny zewnętrznej powinno odpowiadać jego promieniowi, więc przejście od normalnego położenia szyny do podwyższonego powinno być urządzone przed początkiem łuku, czyli w linii prostej przed punktem jej styczności z łukiem.

Podwyższenie szyny zewnętrznej możemy osiągnąć, albo utrzymując szynę wewnętrzną w położeniu normalnym, lub też opuszczając ją o połowę potrzebnego podwyższenia i podwyższając o tyleż szynę wewnętrzną. Ostatni sposób jest teoretycznie racjonalniejszy, ponieważ przy jego zastosowaniu środek ciężkości pojazdu nie zmienia wysokości przy przejściu z linii prostej na krzywą. Jednakże z powodu obniżenia szyny wewnętrznej zmniejsza się grubość warstwy podsypki pod końcami podkładów, położonemi z tej strony, co źle wpływa na stateczność toru. Aby tego uniknąć, zwykle podwyższa się tylko szynę zewnętrzną, zostawiając wewnętrzną na wysokości normalnej.

Co się tyczy poszerzenia toru, to otrzymuje się ono przez przesunięcie szyny wewnętrznej ku środkowi łuku. Szyna zewnętrzna, która nadaje kierunek kołom przednim, powinna zachowywać odległość normalną od osi łuku.

Poszerzenie toru, również jak i podwyższenie szyny zewnętrznej, powinny być całkowite już w punkcie styczności linii prostej z łukiem, a zatem przejście od szerokości toru normalnej do poszerzonej powinno być uskutecznione w linii prostej przed początkiem łuku na długości 1 lub 2 szyn.

gdzie C jest współczynnik stały,

albo
$$\frac{1}{\rho} = \frac{d^2y}{dx^2} = \frac{x}{C}$$

Oznaczając przez α kąt, który tworzy styczna z osią odciętych, i biorąc pod uwagę, że przy $x = 0$ $\operatorname{tg} \alpha = 0$

$$\frac{dy}{dx} = \operatorname{tg} \alpha = \frac{x^2}{2C}$$

i ponieważ przy

$$x = 0, \quad y = 0,$$

$$y = \frac{x^3}{6C} \dots \dots \dots (121)$$

Równanie (121) jest równaniem paraboli trzeciego stopnia, podług której powinna być wykreślona w planie krzywa przejściowa pomiędzy prostą a łukiem kołowym.

Przy $x = l$

$$y_l = \frac{l^3}{6R}$$

$$\operatorname{tg} \alpha_l = \frac{l^2}{2R}$$

$$CD \propto R \operatorname{tg} \alpha_l = \frac{l^2}{2}$$

Przy $x = \frac{l}{2}$

$$y_{\frac{l}{2}} = \frac{l^3}{48R} = \frac{l^2}{48R}$$

Zauważmy, że

$$BE = DF - CB.$$

Ze względu na małą wielkość strzałki CB w stosunku do promienia R

$$CB = \frac{l^2}{8R},$$

a zatem

$$BE = \frac{l^2}{6R} - \frac{l^2}{8R} = \frac{l^2}{24R} = d.$$

Wynika stąd, że dla możliwości połączenia linii prostej z łukiem kołowym o promieniu R przy pomocy krzywej przejściowej o długości l potrzeba, aby linia prosta była oddalona od okręgu koła o $d = \frac{l^2}{24R}$. Jeżeli poprowadzimy styczną do okręgu koła, równoległą do danej linii prostej, to początek i koniec krzywej przejściowej będą się znajdować w równych odległościach $\frac{l}{2}$ od punktu styczności i rzędna krzywej przejściowej naprzeciw tego punktu będzie równała się $\frac{d}{2}$.

Jeżeli poszerzenie toru powinno się zaczynać od punktu, w którym promień $\rho = \rho_0$, to odległość x_0 tego punktu od początku krzywej przejściowej otrzymamy z równania

$$x_0 = \frac{C}{\rho_0}.$$

Co się tyczy współczynnika $C = Rl = R \frac{h}{i} = \frac{K}{i}$, to ponieważ h pozostaje w stosunku odwrotnym do R i powiększa się w zależności od największej szybkości dopuszczalnej V , więc współczynnik ten powinien być tem większy, im większą jest szybkość i im mniejsze i . Z drugiej strony, wraz ze zwiększeniem się C powiększa się też i długość krzywej przejściowej. Wynika stąd, że na liniach kolejowych pierwszorzędnych, po których przebiegają pociągi kurierskie, współczynnik C powinien być przyjęty większy, niż na liniach drugorzędnych, i w zależności od tego należy przyjąć również długość wstawek prostych pomiędzy łukami kołowymi, niezbędnych do urządzenia krzywych przejściowych. Jeżeli założymy podług wzoru (120)

$$h = 0,6 \frac{V}{R}, \text{ t. j. } K = 0,6 V$$

$$V = 80 \text{ km/godz.}, i = 0,001,$$

to

$$C = \frac{K}{i} = 48\,000.$$

Na drogach żelaznych dojazdowych o normalnej szerokości toru można przyjąć znacznie mniejszy współczynnik C , np. w przypadku, gdy $V = 35 \text{ km/godz.}$ i $i = 0,002$, $C = 10\,500$.

Krzywe przejściowe mają szczególnie ważne znaczenie dla łuków ostrych o promieniu 600 m i mniej. Przy dużych promieniach krzywa przejściowa mało odchyła się od łuku koła stycznego do prostej. Tak np., przy $R = 1000$ i $C = 48\,000$

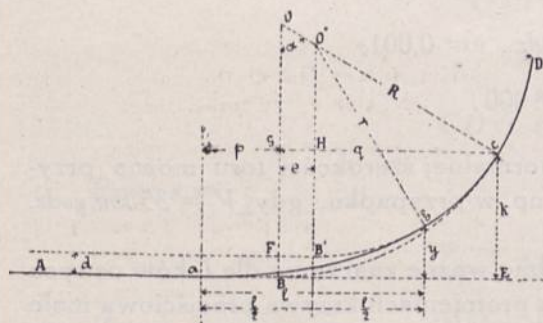
$$d = \frac{l^2}{24R} = \frac{C^2}{24R^3} = \frac{(48\,000)^2}{24(1000)^3} = 0,096 \text{ m}.$$

Im łuk jest ostrzejszy, tem dłuższe jest jego połączenie paraboliczne z prostą i tem większy wypada odstęp d pomiędzy prostą a łukiem kołowym. Ta okoliczność czyni koniecznym odpowiednie wytknięcie linii kolejowej przy jej budowie. Gdyby to było zaniedbane, należałoby w następstwie dla wytknięcia krzywych przejściowych zmniejszyć promienie łuków kołowych o wielkość d i tym sposobem przesunąć te łuki ku ich środkom, lub też odwrotnie odsunąć od nich linje proste. W obu przypadkach potrzeba byłoby poszerzać torowisko i urządzone w niem dzieła sztuki.

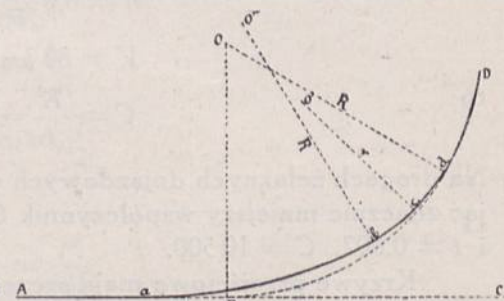
Z drugiej strony, wytykanie krzywych przejściowych już podczas budowy drogi żelaznej, chociaż nie przedstawia szczególnych trudności, jest czasem nieodogodne pod tym względem, że współczynnik C nie może być odpowiednio wybrany, ponieważ warunki ruchu zmieniają się i wyjaśniają dopiero podczas eksploatacji. Na istniejących drogach żelaznych w Polsce przeważnie nie przewidywano podczas ich budowy urządzenia krzywych przejściowych.

Istnieje kilka sposobów, dających możliwość uniknięcia wymienionych wyżej niedogodności i urządzenia krzywych przejściowych na liniach kolejowych, na których nie były przewidziane przy budowie. Sposoby te wymagają jednak w każdym razie zmniejszenia promienia łuku na większej lub mniejszej długości od punktu styczności linii prostej z łukiem, w celu otrzymania między nim i prostą niezbędnego odstępu d dla krzywej parabolicznej (rys. 157). Przy takim urządzeniu unika się wprowadzenie nagłej zmiany krzywizny przy przejściu od prostej do łuku, ale zato otrzymuje się nowy skłok w punkcie c przy przejściu od promienia r do R oraz zmniejszenie zasadniczego promienia krzywizny na długości bc .

Aby osiągnąć stopniową zmianę krzywizny zalecano doprowadzać krzywą paraboliczną do pewnego promienia $r < R$ i odcinek jej bc (rys. 158) obrócić około osi $O'c$ tak, ażeby w punkcie d promienie krzywej przejściowej i łuku kołowego przystały do siebie, mając jednakowy kierunek i wielkość. Jednakże przy tym sposobie promień r otrzymuje się o 19% mniejszy od R , gdy tymczasem podług sposobu, uwidocznionego na rys. 157, zmniejszenie promienia wynosi zaledwie 5% do 8%. Tak nieznaczne zmniejszenie krzywizny w punkcie C nie ma praktycznego znaczenia.



Rys. 157.



Rys. 158.

Wogóle nie należy zapominać, że układanie toru nie może się dokonywać ze ścisłością matematyczną i że istotnym warunkiem skutecznego stosowania krzywych przejściowych jest możliwe uproszczenie ich wytykania, ażeby je uczynić dostępnym dla pracowników kolejowych, mających dozór bezpośredni nad torem. Dla uniknięcia wstrząśnień z powodu nagłej zmiany krzywizny w punkcie styczności prostej z łukiem kołowym, nadzorczy drogowi przesuwają zwykle tor na oko ku środkowi łuku na pewnej długości, w obie strony od punktu styczności. W większości przypadków dostateczne będzie ściślej określić ten pożyteczny sposób, oznaczając wielkość przesunięcia w dwóch lub trzech punktach oraz jego początek i koniec.

Przytem nie jest wcale konieczne, aby pochylenie szyny zewnętrznej przy przejściu od jej położenia normalnego do podwyższonego w łuku było dla wszystkich łuków jednakowe. Aby uprościć wytykanie, można np. postawić za warunek, aby długość krzywej przejściowej była jednakowa dla łuków wszystkich promieni, lub pewnej serii tychże, i aby była tak wybrana, ażeby pochylenie szyny zewnętrznej nie przekraczało pewnej granicy.

Przypuśćmy (rys. 157), że prosta AC , będąc styczną do łuku kołowego BcD , jest połączona z nim krzywą przejściową abc zapomocą zmniejszenia promienia R do r na długości bc . Równanie krzywej przejściowej jest:

$$y = \frac{x^3}{6C} \dots \dots \dots (121)$$

Odległość d koła o zmniejszonym promieniu r od prostej AC , długość krzywej przejściowej l i jej rzędne w odległościach $\frac{l}{2}$ i l od jej początku, mają następujące wyżej wyznaczone wartości:

$$d = \frac{l^2}{24r} = \frac{C^2}{24r^3},$$

$$l = \frac{C}{r},$$

$$y_{\frac{l}{2}} = \frac{d}{2} = \frac{C^2}{48r^3},$$

$$y_l = 4d = \frac{C^2}{6r^3}$$

Położenie krzywej przejściowej względem punktu styczności B określa odległość $FB' = e$ pomiędzy środkami O i O' kół o promieniach R i r w kierunku stycznej AB :

$$e = \sqrt{(R-r)^2 - (R-r-d)^2} = \sqrt{2(R-r)d - d^2}.$$

Współrzędne punktu styczności c kół o promieniach R i r względem pierwotnego punktu styczności B otrzymujemy z trójkątów GOc i $HO'c$:

$$BE = Gc = q = \frac{Re}{R-r}$$

$$Ec = k = R - GO; \quad GO = \frac{R(R-r-d)}{R-r}$$

$$\frac{R-k}{r+d-k} = \frac{R}{r},$$

$$\text{skąd } k = \frac{dR}{R-r}.$$

Jeżeli dla danej linii kolejowej przyjąć stały stosunek $r = nR$ i stałą długość krzywych przejściowych $l = N$, wybierając ją tak, aby pochylenie szyny zewnętrznej na teże długości nie przekraczało pewnej granicy i , to wielkości e i q mogą być z dostatecznym przybliżeniem przyjęte za stałe, przez co osiąga się znaczne uproszczenia w wytykaniu. Przypuśćmy np., że na danej linii kolejowej najmniejszy promień łuku $R = 400$ m, największa dopuszczalna szybkość pociągów $V = 65$ km/godz. i w zależności od tego największe podwyższenie szyny zewnętrznej, obliczone podług wzoru $h = 0,7 \frac{V}{R}$, równa się $0,7 \times \frac{65}{400} = 0,114$ m. Jeżeli postawimy za warunek, że pochylenie szyny zewnętrznej na krzywej przejściowej nie powinno przewyższać 0,002, to długość tej krzywej będzie:

$$l = \frac{0,114}{0,002} = 57,$$

$$C = lr = 57r,$$

$$d = \frac{l^2}{24r} = \frac{135,375}{r}.$$

Jeżeli dopuścimy zmniejszenie promienia R łuku kołowego zasadniczego tylko o 5%, to jest do $r = 0,95R$, to

$$d = \frac{135,375}{0,95R} = \frac{142,5}{R}$$

$$e = \sqrt{2(R-r) \cdot \frac{142,5}{R} - \left(\frac{142,5}{R}\right)^2} = \sqrt{14,25 - \left(\frac{142,5}{R}\right)^2};$$

$$\text{przy } R = 400 \text{ m} \quad e = \sqrt{14,25 - (0,356)^2} = 3,758$$

$$\text{przy } R = 1000 \text{ m} \quad e = \sqrt{14,25 - (0,1425)^2} = 3,772$$

Wobec tak małej różnicy można przyjąć średnio:

$$e = 3,765,$$

$$q = \frac{R}{R-r} \cdot e = 20e = 75,3,$$

$$k = \frac{R}{R-r} \cdot d = 20d = \frac{2850}{R}$$

$$y_1 = 4d = \frac{570}{R},$$

$$\frac{y_1}{2} = \frac{d}{2} = \frac{71,25}{R}.$$

Rzędne krzywej przejściowej mogą być wyrażone w zależności od strzałki łuku kolistego o promieniu R , którą można zmierzyć bezpośrednio na miejscu. Jeżeli np. tor jest ułożony z szyn o długości 12 m, to strzałka łuku o długości dwóch szyn równa się

$$f = \frac{24^2}{8R} = \frac{72}{R}$$

i w zależności od niej:

$$y_1 = \frac{570}{72} f \approx 8f,$$

$$\frac{y_1}{2} = \frac{71,25}{72} f \approx f$$

Co się zaś tyczy k , to jest ono 5 razy większe od y_1 , jednakże rzędnej tej nie potrzeba odkładać, ponieważ punkt c należy do łuku zasadniczego i znaleźć go można, odkładając jej odciętą $q = 75,3$. Tym sposobem wytykanie krzywych przejściowych sprowadza się w danym razie (rys. 157) do następujących czynności:

1) Odkłada się długości e , $\frac{l}{2}$ i q , które są stałe, bez względu na promień łuku R .

2) Mierzy się strzałkę f łuku o promieniu R i długości 24 m , przeciągając sznur pomiędzy przeciwnymi końcami dwóch szyn, stykających się z sobą, poczem w odległościach $\frac{l}{2}$ i l od punktu a odkłada się rzędne f i $8f$.

3) Poprawia się krzywiznę łuku pomiędzy punktami b i c tak, ażeby strzałka f' łuku o promieniu r , długości 2 szyn, była o $\frac{1}{20}$ większa od f .

Znaczenie *zaokrągleń przekroju podłużnego linii* w punktach złamania było szczegółowo wyjaśnione przy rozpatrywaniu warunków technicznych projektowaniu linii kolejowej. Jeżeli oznaczymy (rys. 159) przez:

i i i' pochylenia, przecinające się w punkcie załamania przekroju,

R promień zaokrąglenia,

f odległość zaokrąglenia od wierzchołka kąta załamania przekroju,

t styczną zaokrąglenia,

to podwyższenie lub obniżenie linii kolejowej w punktach załamania przekroju, wynikające wskutek zaokrąglenia, może być w przybliżeniu obliczone podług wzoru:

$$f = \frac{t^2}{2R} = \frac{R}{8} (i \pm i')^2. \quad (122)$$

a długość, na jakiej to podwyższenie lub obniżenie powinno być sprowadzone do zera, podług wzoru:

$$t = \frac{R}{2} (i \pm i') \quad (123)$$

Jak widzimy z rys. 159, we wzorach (122) i (123) pochylenia i i i' należy dodawać, gdy są skierowane w odwrotne strony (rys. 159 *a* i *b*), i odejmować gdy są skierowane w jedną i tę samą stronę (rys. 159 *c* i *d*).

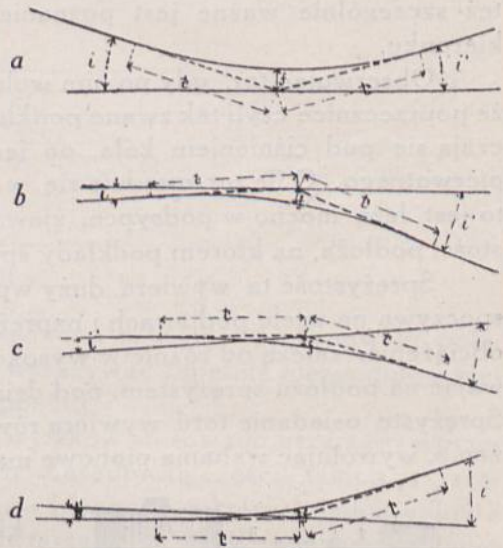
Przepisy o krzywych przejściowych i zaokrągleniu załomów przekroju podłużnego, obowiązujące na polskich drogach żelaznych, podano w p. 1 i 2 rozdz. V na str. 198 i 200.

ROZDZIAŁ IV.

Sprężystość budowy wierzchniej.

1. Sprężystość podparcia szyny; jej wpływ na pracę szyny. Przyrządy do badania sprężystych odkształceń toru. Badania fotograficzne na dr. żel. Warszawsko-Wiedeńskiej.

W torze kolejowym należycie zbudowanym wszystkie części składowe powinny pracować w granicach sprężystości. Odkształcenia stałe mogą wywo-



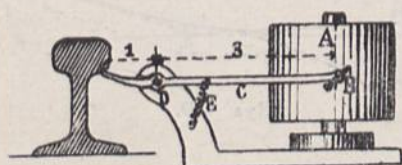
Rys. 159.

łać zmiany w szerokości toru lub w powierzchni toczenia się koła, albo też nadwyrężyć stałość poszczególnych części budowy wierzchniej lub wywołać w nich naprężenia niebezpieczne. Z tego powodu odkształcenia stałe powinny być dopuszczane tylko w granicach zużycia normalnego, którego wielkość przyjęto w rachubę przy obliczaniu wymiarów budowy wierzchniej.

Największe siły działają na tor kolejowy w kierunku pionowym, dlatego też szczególnie ważne jest poznanie jego własności sprężystych w tymże kierunku.

Obserwując tor, gdy po nim wolno przechodzi pociąg, można zauważyć, że poprzecznice czyli tak zwane podkłady, na których opierają się szyny, opuszczają się pod ciśnieniem koła, po jego zaś przejściu powracają do położenia pierwotnego. O ile tor znajduje się w porządku i podkłady są dobrze podbite, to jest leżą mocno w podsypce, zjawisko to pochodzi oczywiście ze sprężystości podłoża, na którym podkłady spoczywają.

Sprężystość ta wywiera duży wpływ na pracę szyn i podkładów. Szyna spoczywa na wielu podporach i naprężenia, występujące w niej pod działaniem obciążenia, zależą od różnic w wysokości tych podpór. Podkłady zaś, spoczywając na podłożu sprężystym, pod działaniem obciążenia podlegają przegięciu. Sprężyste osiadanie toru wywiera również wpływ na wielkość samego obciążenia, wywołując wahania pionowe mas, będących w ruchu.



Rys. 160.

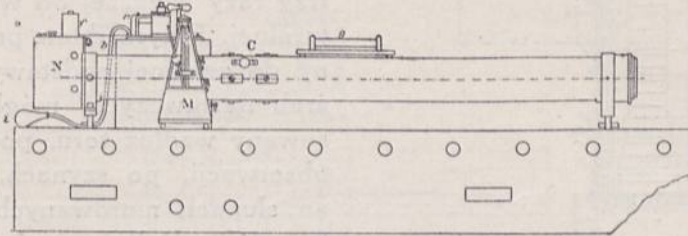
Zmiany w wysokościach podpór belki ciągłej tem silniej wpływają na naprężenia w niej, im są większe w stosunku do rozpiętości przeseł. Spostrzeżenia wykazały, że sprężyste osiadanie podkładów wynosi 3 do 5 mm, odległość zaś pomiędzy podkładami wynosi zwykle 75 do 85 cm.

Cyfry te najlepiej świadczą, jak zasadniczo różnią się warunki pracy szyny od warunków pracy innych belek żelaznych, stosowanych w praktyce inżynierskiej.

Sprężystości podłoża, na którym spoczywają podkłady, nie można wyznaczyć sposobem laboratoryjnym, lecz tylko bezpośrednio na miejscu, ponieważ, jak świadczą spostrzeżenia, osiadanie podpór szyn pod ciśnieniem pochodzi wskutek sprężystego ściskania podsypki oraz gruntu nasypowego i naturalnego na znaczną głębokość. Przyrządy, przeznaczone do spostrzeżeń nad odkształceniami toru, powinny odznaczać się wielką dokładnością, jakkolwiek bowiem osiadanie podkładów, ugięcie szyn i t. p. są stosunkowo znaczne w porównaniu z odległością pomiędzy podporami szyny, to jednak wielkość bezwzględna tych odkształceń jest bardzo mała. Oprócz tego, przyrządy te powinny być oczywiście odosobnione od wpływu drgań gruntu w czasie przebiegu pociągów. Są one po większej części tak urządzone, że same zapisują przesunięcia wybranych punktów pod wpływem obciążenia, kreśląc wykresy tych przesunięć.

Przyrząd *Flamache'a* (rys. 160), jeden z najprostszych, składa się z dźwigni nierównoramiennej *DCB*, której ramię krótsze może być założone pod główkę szyny lub złączone z innym obserwowanym punktem toru, ramię zaś dłuższe

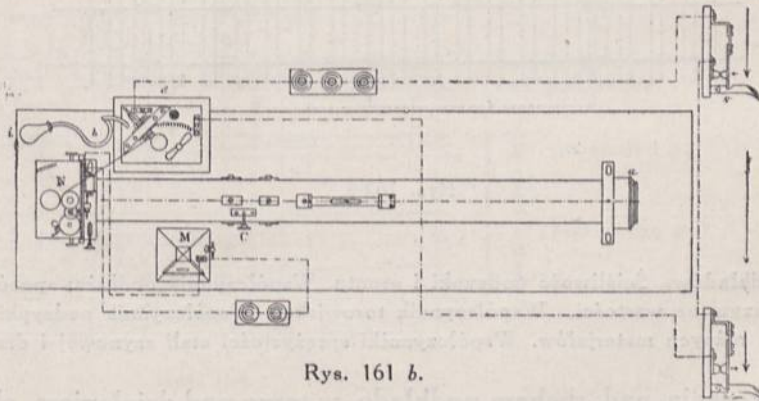
jest zaopatrzone w ołówek *B*, który kreśli wykres wahań w zwiększonej podziałce na walcu *A*. W walcu tym umieszczony jest mechanizm, który go wprawia w ruch obrotowy. Walec i oś, około której obraca się dźwignia, są przymocowane do palika wbitego w balast. Oczywiście, że przy takim ustroju przyrządu daje on wykres tylko przesunięć względnych obserwowanego punktu w stosunku do palika, który wskutek uginania się gruntu nie pozostaje nieruchomym.



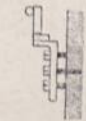
Rys. 161 a.

Prócz tego, przyrząd ten, wskutek bezwładności dźwigni, sprężynowego połączenia *E*, ruchów traconych i t. p., może wskazywać zupełnie niezgodnie z rzeczywistością przesunięciami obserwowanego punktu.

W celu osiągnięcia dokładniejszych wyników stosowano przyrządy o przewodach pneumatycznych i hydraulicznych. Zasadniczą częścią takich przyrządów jest długa rurka, zakryta z obu końców błonkami, z których jedna odbiera wahania danego punktu, druga zaś, powtarzając je, kreśli ich wykres za pomocą igielki, która jest do niej przymocowana. Ponieważ i w tych przyrządach ogniwo odbierające wahania obserwowanego punktu musi mieć podporę w bezpośredniej jego bliskości, przeto i one, chociaż w mniejszym stopniu, podlegają tymże niedokładnościom, co i przyrząd Flamache'a.



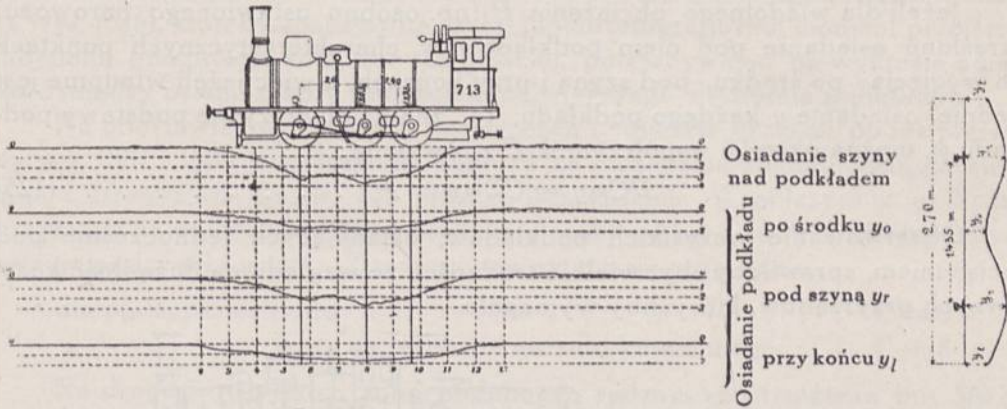
Rys. 161 b.



Rys. 161 c.

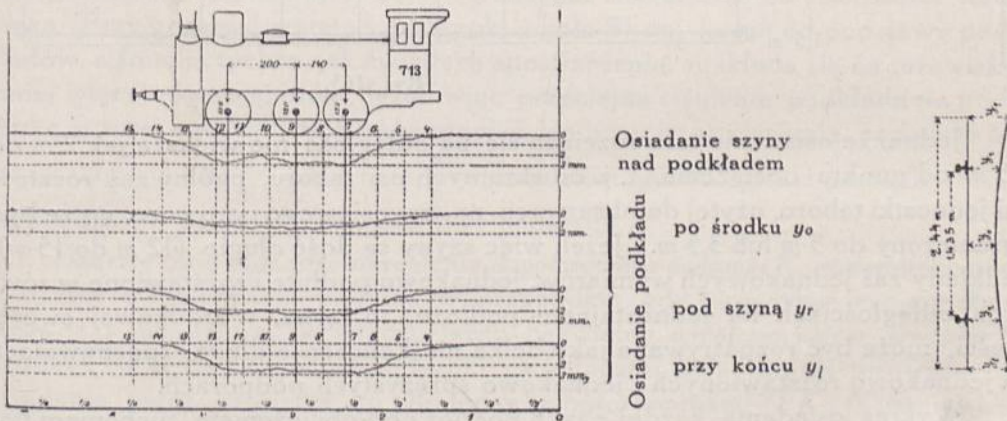
Na austriackiej dr. żel. Północnej zastosowano do tego rodzaju spostrzeżeń fotografię, używając zwyczajnej ciemni fotograficznej. Sposób ten, udoskonalony następnie przez inż. *Wasutyńskiego*, zastosowany został do spostrzeżeń na dr. żel. Warszawsko-Wiedeńskiej. Przyrząd dr. żel. Warszawsko-Wiedeńskiej składa się z ciemni fotograficznej całkowicie metalowej (rys. 161 a, b) w postaci rury mosiężnej *ab* ze skrzynką *N*, w której błona czuła na światło przesuwana się przy

Jeżeli przy torze zapuścimy w ziemię rurę i, usunąwszy z niej ziemię, wbijemy w dno utworzonej w ten sposób studzienki drążek, to zauważymy, że przy przejściu pociągu drążek ten opuszcza się, idąc za ruchem gruntu, który ściska się pod działaniem obciążenia. Ruchy drążka są tem mniejsze, im studzienka jest głębsza (rys. 165).



Rys. 163.

Widocznem więc jest, że osiadanie podkładu pochodzi ze ściskania się podsypki i gruntu nasypowego i naturalnego do głębokości, przy której ciśnienie podkładu, rozszerzając się na coraz większą powierzchnię, praktycznie przestaje istnieć.



Rys. 164.

Jeżeli oznaczymy przez p ciśnienie, wywierane przez podkład w pewnym punkcie jego podstawy na jednostkę kwadratową podłoża, i przez y osiadanie podłoża podkładu, odpowiadające ciśnieniu p , to zgodnie z powyższem możemy przyjąć w granicach sprężystości:

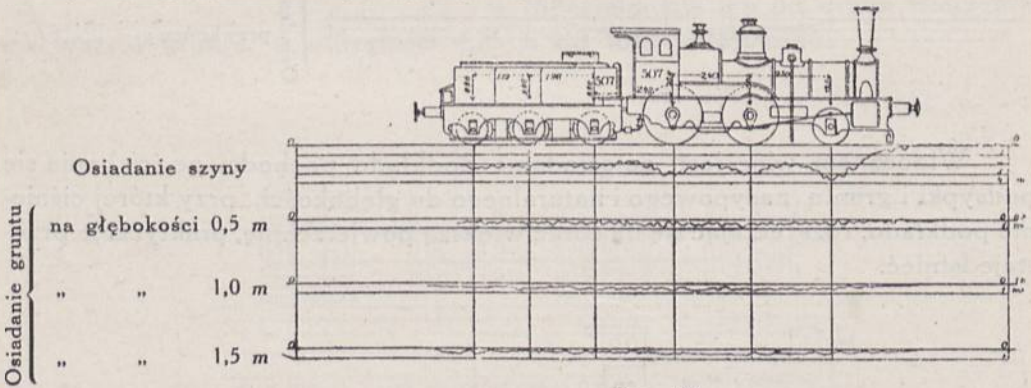
$$p = Cy \dots \dots \dots (124)$$

gdzie C jest współczynnik zależny od własności materiałów, znajdujących się pod podkładem. Współczynnik C oznacza stopień sztywności podłoża podkładów i może być nazwany *współczynnikiem podłoża*¹⁾. Wielkość p zwykle wyraża się w kg , zaś y w cm , i wtedy C wyraża ciśnienie na centymetr kwadratowy podłoża podkładu, wywołujące osiadanie jego o 1 centymetr w przypuszczeniu, że przy tem ciśnieniu osiadanie nie przestaje być sprężystem.

Jeżeli dla wiadomego obciążenia P (np. osobno ustawionego parowozu) określono osiadanie pod niem podkładów w charakterystycznych punktach ich wygięcia: po środku, pod szyną i przy końcach, a więc jeżeli wiadome jest średnie osiadanie y każdego podkładu, to, znając płaszczyznę podstawy podkładu ω , można określić współczynnik C z równania:

$$\Sigma C \omega y = C \Sigma \omega y = P \dots \dots \dots (125)$$

Obserwowanie wszystkich podkładów, osiadających jednocześnie pod obciążeniem, sprawiłoby zbyt wielkie trudności ze względu na dużą ilość kosztownych przyrządów, którychby wymagało.



Rys. 165.

Jednakże osiadanie toru rozciąga się na odległość nie większą jak 2 m do 2,5 m od punktu obciążenia, t. j. od skrajnych osi taboru, ogólny zaś rozstaw osi jednostki taboru, użytej do obserwacji, np. trzyosiowego parowozu, może być ograniczony do 3 m lub 3,5 m. Jeżeli więc szyny są dość długie (12 m do 15 m), podkłady zaś jednakowych wymiarów, jednakowo podbite i rozstawione w równych odległościach na jednostajnym podłożu, to szyna, w środkowej swojej części, może być rozpatrywana jako belka nieskończenie długa, spoczywająca na jednakowo rozstawionych i jednakowo sprężystych podporach.

Wykres osiadania każdej z tych podpór pod obciążeniem ruchomem będzie oczywiście jednakowy.

W tych warunkach obserwacje, niezbędne do określenia współczynnika podłoża, mogą być znacznie uproszczone. Zamiast bowiem określać pod obciążeniem w spoczynku osiadanie wszystkich podkładów, które mu podlegają, można zdjąć wykres osiadania jednego podkładu (rys. 163 i 164) przy przesuwaniu

¹⁾ W literaturze napotyka się dla C nazwę współczynnika podsypki (balastu), którą należy uznać za nieodpowiednią, jak o tem przekonamy się niżej.

waniu obciążenia o tyle powolnem, aby nie zachodziła obawa jego zwiększenia dynamicznego. Rozpatrując ten wykres, jako wykres jednoczesnego osiadania podkładów przy pewnem położeniu obciążenia, można określić na nim położenie obciążenia oraz położenie podkładów.

Podziałka pozioma wykresu może być dokładnie oznaczona, jeżeli będą założone w torze, w wiadomem od siebie oddaleniu, dwa przyciski elektryczne s, s' (rys. 161b), któreby znaczyły na czułej błonie fotograficznej moment przejścia nad nimi przedniego koła, lub też prościej, porównyując na wykresie odległość między osiami taboru (miejscami największego osiadania podkładu).

Na podstawie tego rodzaju spostrzeżeń i obliczeń określili po raz pierwszy w r. 1887 i 1888 współczynnik podłoża ze szczególną dokładnością *Zimmermann* i *Haentzschel* na dr. żel. alzacko-lotaryńskich. Współczynnik podłoża, otrzymany na podstawie tych spostrzeżeń, waha się od 2 do 9, w zależności od rodzaju podsypki i gruntu. *Zimmermann* przyjmuje przeciętnie

dla podsypki ze żwiru $C = 3$
 " " " " na warstwie narzutu kamiennego . . $C = 8$

Na drogach rosyjskich robił podobnego rodzaju spostrzeżenia inż. *Steczewicz*, przyczem otrzymane przez niego wyniki mało różnią się od wyników, otrzymanych na dr. żel. alzacko-lotaryńskich.

Znaczne wahania współczynnika podłoża należy przypisać przeważnie niejednakowej ściśliwości budowy spodniej i gruntu naturalnego. Na dr. żel. Warszawsko-Wiedeńskiej inż. *Wasiutyński* określał, oprócz osiadania podkładów, także osiadanie torowiska pod podstawą podsypki (rys. 165), co dało możliwość określenia ściśliwości warstwy podsypki niezależnie od ściśliwości torowiska. Przy grubości warstwy podsypki około 35 cm, licząc od podstawy podkładów, ciśnienie tychże, jak świadczą spostrzeżenia, rozkłada się na torowisko mniej więcej równomiernie. Jeżeli więc przeciętne ciśnienie podkładu na podsypkę wynosi $p \text{ kg/cm}^2$, to można przyjąć, że przeciętne ciśnienie podsypki na torowisko wynosi $\frac{p}{n}$, gdzie $n = \frac{a}{b}$ wyraża stosunek odległości pomiędzy osiami podkładów do szerokości podstawy podkładu.

Dane te dają możliwość określenia współczynnika podsypki K , rozumiejąc pod tą nazwą współczynnik podłoża w przypadku, gdy torowisko jest zupełnie sztywne i nieściśliwe. W istocie, jeżeli nazwiemy współczynnikiem torowiska N stosunek (w kg/cm^2) ciśnienia podsypki na jednostkę kwadratową torowiska do osiadania tegoż torowiska, to pomiędzy współczynnikami C, K i N istnieje będzie zależność, wynikająca ze zrównania osiadania na jednostkę obciążenia p :

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{K} + \frac{1}{nN} \dots \dots \dots (126)$$

i jeżeli C i N będą określone z wykresów, podobnych do uwidocznionych na rys. 164 i 165, to z równania (126):

$$K = \frac{nNC}{nN - C} \dots \dots \dots (127)$$

Spostrzeżenia na dr. zel. Warszawsko-Wiedeńskiej były robione na ściśle zleżałym nasypie piaszczysto-gliniastym o wysokości 1,5 m, przyczem otrzymano współczynnik torowiska $N = 5$. W takich warunkach i przy $n = \frac{a}{b} = \frac{80}{25} = 3,2$ współczynnik podłoża otrzymano przeciętnie:

w przypadku podsypki z piasku ze żwirem . . . $C = 5,4$
 „ „ „ z szabru granitowego. . . $C = 4,1$

W zależności od tego współczynnik podsypki wypadł przeciętnie:

dla piasku gruboziarnistego ze żwirem . . . $K = 8,1$
 „ szabru granitowego $K = 5,5$

Te ostatnie wielkości są jednocześnie krańcowymi wartościami współczynników podłoża przy wymienionych rodzajach podsypki.

Przytoczone wyniki spostrzeżeń wskazują, jak silny wpływ na wielkość współczynnika podłoża wywierają własności gruntów naturalnego i nasypowego, znajdujących się pod warstwą podsypki. Jeżeli grubość tej warstwy nie jest dostateczna, to torowisko ugina się jeszcze bardziej wskutek tego, że ciśnienie podsypki nie jest rozłożone równomiernie.

Wobec wszystkich przytoczonych przyczyn, współczynnik podłoża, niezbędny do obliczeń, dotyczących budowy wierzchniej, należy w zwykłych warunkach przyjmować nie większy jak 3 lub 4.

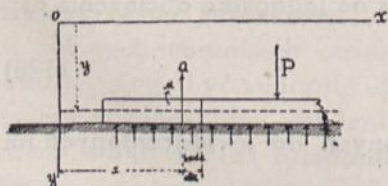
Co się tyczy innych materiałów, wchodzących w skład budowy wierzchniej, to współczynnik sprężystości stali szynowej wynosi według doświadczeń *Bach'a* 2200 t/cm^2 , współczynnik zaś sprężystości drzewa sosnowego i dębowego przy gięciu wynosi według doświadczeń *Bauschinger'a* 100 do 108 t/cm^2 .

ROZDZIAŁ V.

Zasady obliczania naprężeń i odkształceń budowy wierzchniej.

1. Równanie różniczkowe belki na ciągłym podłożu sprężystym. Belka nieskończenie długa obciążona ciężarem pojedynczym. Przypadek unoszenia się belki nad podłożem. Belka długości skończonej obciążona dwoma ciężarami w równych odległościach względem środka. Osie danie podkładu kolejowego. Nacisk szyny w najprostszycch przypadkach jej obciążenia.

Rozpatrując belkę o szerokości b (rys. 166), leżącą na ciągłym podłożu sprężystym i podlegającą obciążeniu pionowemu, które przechodzi przez jej oś obojętną, oznaczmy przez Q siłę ścinającą w przekroju belki, znajdującym się w odległości x od początku współrzędnych, i przez M moment sił zewnętrznych względem tegoż przekroju. Jeżeli przez Q będziemy rozumieć sumę wszystkich sił pionowych, działających na belkę z tej strony przekroju, po której znajduje się początek współrzędnych, i przypuścimy, że



Rys. 166.

w bliskości przekroju x belka podlega tylko oddziaływaniu sprężystego podłoża w postaci równomiernie rozłożonego ciśnienia p na kwadratową jednostkę tegoż podłoża, to

$$\frac{dQ}{dx} = bp \dots \dots \dots (128)$$

a ponieważ

$$\frac{dM}{dx} = Q,$$

więc

$$\frac{d^2M}{dx^2} = \frac{dQ}{dx} = bp \dots \dots \dots (129)$$

Jeżeli oznaczymy przez I' moment bezwładności przekroju belki względem osi poziomej, przechodzącej przez środek ciężkości przekroju, i przez E' współczynnik sprężystości materiału belki, to jak wiadomo:

$$M = -E' I' \frac{d^2y}{dx^2} \dots \dots \dots (130)$$

W drugiej części równania (130) postawiony jest znak ujemny, ponieważ jako dodatnie przyjęto siły działające ku górze, to jest w kierunku rzędnych ujemnych. Działaniu w tym kierunku sił dodatnich odpowiada takie wygięcie belki, przy którym jej strona wklęsła zwrócona jest ku osi odciętych. Podstawiając wyrażenie momentu (130) w równanie (129), otrzymamy:

$$E' I' \frac{d^4y}{dx^4} = -bp \dots \dots \dots (131)$$

Ciśnienie podłoża belki na jej podstawie, w zależności od osiadania belki i od materiału podłoża, wyraża się równaniem (124)

$$p = Cy,$$

a więc równanie różniczkowe linii sprężystej otrzyma ostatecznie postać:

$$E' I' \frac{d^4y}{dx^4} = -Cby \dots \dots \dots (132)$$

Jeżeli wprowadzimy oznaczenia:

$$\sqrt[4]{\frac{4E'I'}{bC}} = L \dots \dots \dots (133)$$

i $\frac{x}{L} = \xi$, to zamiast równania (132) możemy napisać:

$$\frac{d^4y}{d\xi^4} = -4y \dots \dots \dots (134)$$

Całka równania (134) ma kształt następujący:

$$y = \frac{1}{2} \{ (U_1 e^{\xi} + U_2 e^{-\xi}) \cos \xi + (V_1 e^{\xi} + V_2 e^{-\xi}) \sin \xi \} \dots \dots \dots (135)$$

W tem równaniu U_1 , U_2 , V_1 , V_2 oznaczają wielkości stałe, które winny być określone w zależności od sposobu obciążenia belki. Dla belki nieskończenie długiej, obciążonej pojedynczym ciężarem P w punkcie $x = 0$, równanie (135) daje po

określeniu stałych następujące znaczenia osiadania belki y , stycznej kąta nachylenia linii ugięcia belki do poziomu $\text{tg } \nu$, momentu gnącego M i siły tnącej Q :

$$\left. \begin{aligned} y &= \frac{P}{2CbL} \cdot e^{-\xi} (\cos \xi + \sin \xi) = \frac{P}{2CbL} \eta \\ \frac{dy}{dx} &= \text{tg } \nu = \frac{P}{CbL^2} \cdot (-e^{-\xi} \sin \xi) = \frac{P}{CbL^2} \eta' \\ -E'I' \frac{d^2y}{dx^2} &= M = \frac{PL}{4} \cdot e^{-\xi} (\cos \xi - \sin \xi) = \frac{PL}{4} \mu \\ -E'I' \frac{d^3y}{dx^3} &= Q = \frac{P}{2} (-e^{-\xi} \cos \xi) = \frac{P}{2} \mu' \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (136)$$

W punkcie przyłączenia ciężaru:

$$\xi = 0; \quad \eta = \mu = 1; \quad \eta' = 0; \quad \mu' = -1$$

$$\left. \begin{aligned} y_0 &= \frac{P}{2CbL}; & \text{tg } \nu_0 &= 0 \\ M_0 &= \frac{PL}{4}; & Q_0 &= -\frac{P}{2} \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (137)$$

Jeżeli wystawimy sobie belkę zupełnie sztywną długości $2L$, spoczywającą na ciąglem podłożu sprężystem i obciążoną po środku pojedynczym ciężarem skupionym P , to przy tejże szerokości belki b i współczynniku podłoża C osiadanie jej, również jak moment w punkcie przyłączenia ciężaru, będą miały oczywiście te same znaczenia (137), co i belka sprężysta długości nieskończonej. Wielkość $L = \sqrt[4]{\frac{4E'I'}{Cb}}$ oznacza więc połowę takiej długości belki zupełnie sztywnej, spoczywającej na podłożu sprężystem i obciążonej po środku ciężarem pojedynczym, przy której osiadanie i największy moment w punkcie przyłączenia ciężaru mają takie same wartości, jak w przypadku belki sprężystej i nieskończenie długiej, wyrobionej z takiego samego materiału i mającej takż sam przekrój i podłoże.

Funkcje kołowe η , η' , μ i μ' , a wraz z niemi y , $\text{tg } \nu$, M i Q , stają się okresowo równe zeru, a mianowicie:

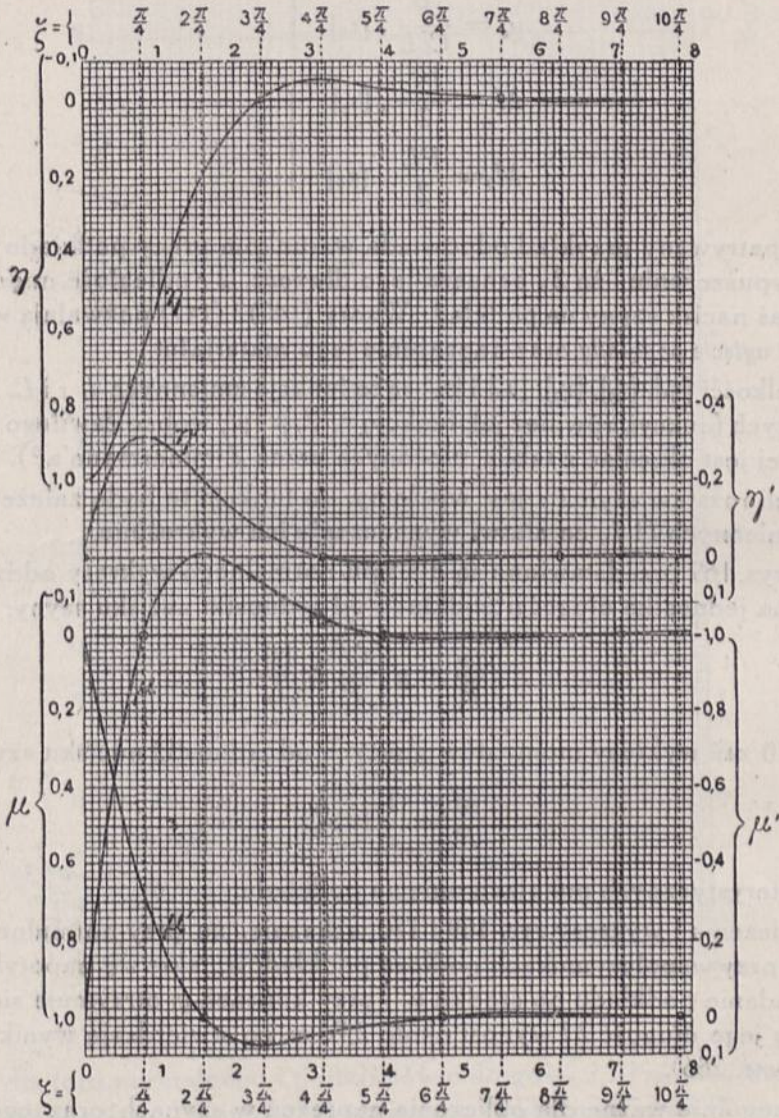
$$\left. \begin{aligned} \eta &= 0 & \text{przy } x &= \xi L = \frac{3}{4} \pi L, \quad \frac{7}{4} \pi L \dots \\ \eta' &= 0 & \text{,, } x &= 0, \quad \pi L, \quad 2 \pi L \dots \\ \mu &= 0 & \text{,, } x &= \frac{1}{4} \pi L; \quad \frac{5}{4} \pi L \dots \\ \mu' &= 0 & \text{,, } x &= \frac{3}{2} \pi L; \quad \frac{7}{2} \pi L \dots \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (138)$$

jak wskazano na wykresach rys. 167.

Odcięte, przy których według równań (138) η , η' , μ i μ' stają się równe 0, wyprowadzono w najogólniejszym przypuszczeniu, że belka jest zczepiona z podłożem, które może pracować na rozciąganie. Jeżeli tak nie jest i jeżeli przy ugięciu belka może unosić się nad podłożem, jak to ma miejsce w przypadku podłoża z materiału sypkiego, to $\eta = 0$ przy $x = \frac{1}{2} \pi L$, dalej zaś belka, której ciężaru

własnego nie bierzemy pod uwagę, przestaje pracować na gięcie. W tym przypadku największe znaczenia wielkości η i μ w punkcie przyłączenia ciężaru, to jest przy $x = 0$, otrzymują się:

$$\eta = \mu = 1,09033 \dots \dots \dots (139)$$



Rys. 167. Wykresy wielkości η , η' , μ i μ' według Zimmermann'a.

Dla belki sprężystej o długości skończonej $2l$, obciążonej symetrycznie dwoma ciężarami P , oddalonymi od siebie o $2r$ (rys. 168), osiadanie y_l końców belki oraz osiadanania y_r , y_0 i momenty M_r , M_0 w punktach przyłączenia ciężarów i po środku, wyrażają się przy zachowaniu poprzednich oznaczeń jak następuje:



Rys. 168.

Vide 291

Ar. 291
Kv. 76

(140)

$$\mu = \frac{1}{2L}$$

$$\left. \begin{aligned} y_l &= \frac{P}{CbL} \cdot [\eta_l] \\ y_r &= \frac{P}{CbL} \cdot [\eta_r] \\ y_0 &= \frac{P}{CbL} \cdot [\eta_0] \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (140)$$

$$\left. \begin{aligned} M_r &= \frac{PL}{2} \cdot [\mu_r] \\ M_0 &= \frac{PL}{2} \cdot [\mu_0] \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (141)$$

Rozpatrywany przykład odpowiada warunkom pracy podkładu kolejowego w przypuszczeniu, że $2l$ oznacza jego długość, $2r$ odległość między osiami szyn, P zaś nacisk szyny na podkład. Wzory (140) i (141) pozwalają wyznaczyć osiadanie i ugięcie podkładu oraz naprężenie jego materiału.

Wielkości $[\eta_l]$, $[\eta_r]$, $[\eta_0]$, $[\mu_r]$ i $[\mu_0]$ są to funkcje zmiennych l , r i L . Znaczenia liczebne tych funkcji, również jak funkcji η , η' , μ i μ' , wobec zawilego ich kształtu, prościej jest określać z tablic, ułożonych przez Zimmermann'a¹⁾.

Jeżeli rozstaw szyn $2r$ jest wiadomy, to funkcje te będą zależeć tylko od dwóch zmiennych l i L , co ułatwi wyznaczenie ich wykreślnie.

Na rys. 169 przedstawione są dla toru normalnego wykresy oddziaływania podłoża na jednostkę długości podkładu od jednostki nacisku szyny:

$$\frac{pb}{P} = y \cdot \frac{Cb}{P} = \frac{[\eta]}{L},$$

na rys. 170 zaś wykresy momentów gnących od jednostki nacisku szyny:

$$\frac{M}{P} = \frac{1}{2} [\mu] L$$

w charakterystycznych punktach ugięcia podkładu, *zależności od l i r = r*

Obliczenia i wykresy rys. 169 i 170 wskazują, że przy normalnej szerokości toru i przy współczynnikach podłoża podkładów, jakie się napotyka w praktyce, osiadanie podkładu po środku y_0 i przy końcach y_l otrzymuje się jednakowo, gdy jego długość $2l$ wynosi około 2,70 m, co stwierdzają wyniki spostrzeżeń (por. str. 286).

Szczególnie ważne dla obliczenia naprężeń w szynach oraz ogólnej sztywności toru jest wyznaczenie osiadania podkładu pod szyną. Jeżeli oznaczymy

Ar. 76

$$\frac{CbL}{[\eta_r]} = D \dots \dots \dots 142)$$

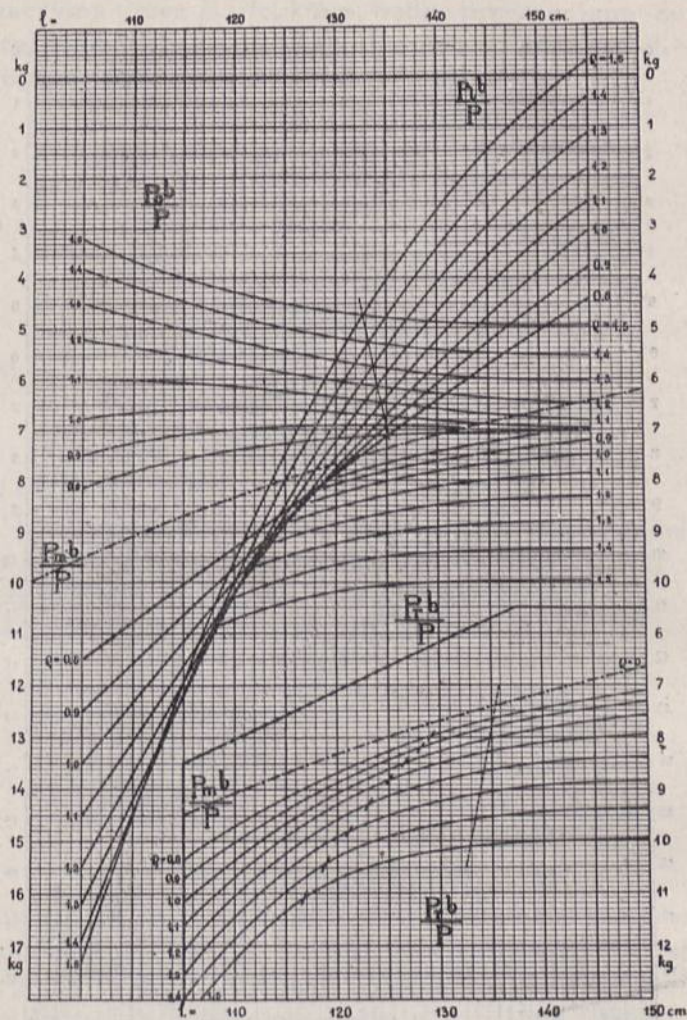
to

$$y_r = \frac{P}{CbL} [\eta_r] = \frac{P}{D} \dots \dots \dots (143)$$

1) Dr. H. Zimmermann. Berechnung des Eisenbahn-Oberbaues. 1888.

Dla $y_r = 1$, $D = P$, a więc, w granicach sprężystości, D oznacza ciśnienie szyny na podkład, powodujące osiadanie tegoż pod szyną na 1 cm.

Jeżeli l i r mają wartości określone, to $[\eta_p]$ będzie zależne wyłącznie od L .



Rys. 169.

Tak np., dla toru normalnego i podkładów o długości 2,70 m, przyjętej na liniach pierwszorzędnych, $[\eta_p]$ może być wyrażone z dokładnością do $\frac{1}{2}\%$ następującym wzorem doświadczalnym:

$$[\eta_p] = 0,406 + 0,000034 L^2.$$

We wzorach (140), (141) i (143) pozostaje dotąd nieokreślonym nacisk P , jaki szyna wywiera na podkład. Wielkość tę otrzymamy, określając oddziaływania podpór szyny, rozpatrywanej jako belka ciągła na podporach sprężystych, jak wskazano poniżej na str. 302. Jednakże w pewnych przypadkach obciążenia nacisk szyny może być określony bezpośrednio.

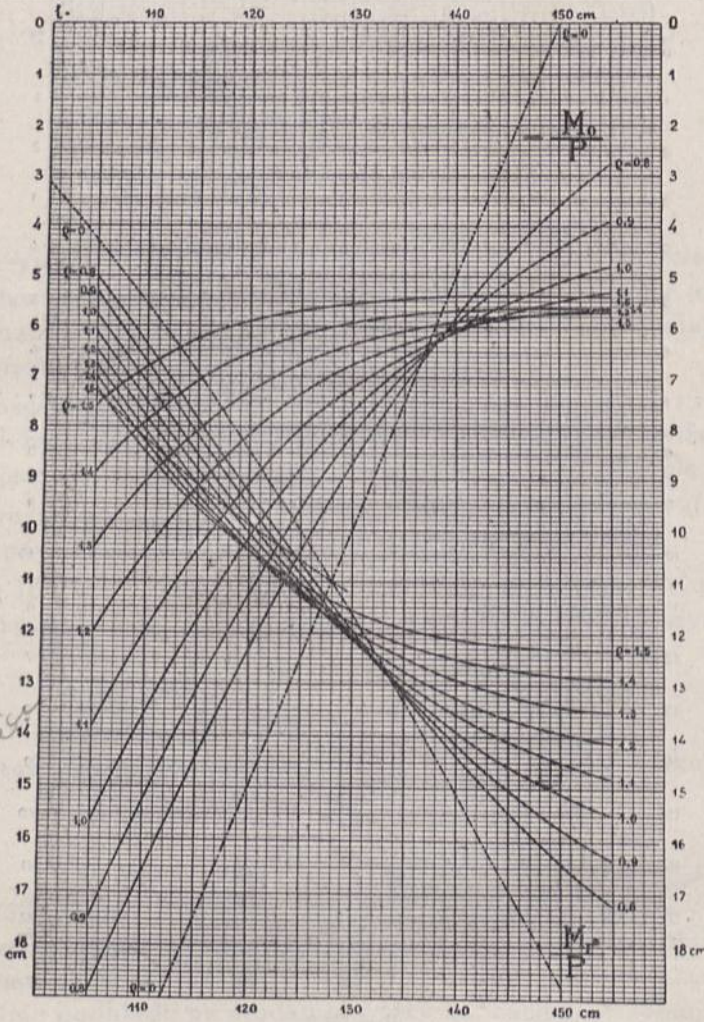
Tabelle VII
Tafel IX na Holz
Opis Nr. 192 1)

Przypuśćmy, że obciążenie koła udziela się trzem podkładom, i rozpatrujemy szynę jako belkę, spoczywającą swobodnie na trzech podporach sprężystych, rozstawionych w odległości a jedna od drugiej, i obciążoną ciężarem pojedyn-

*Komentarz
z 21.07.1922 r.*

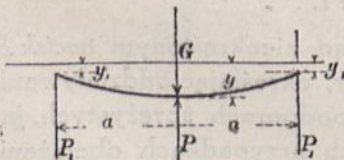
*Tabelle VII
Tafel. X
abj. str. 186*

na ławie



Rys. 170.

czym G nad podporą środkową (rys. 171). Jeżeli na podporę środkową działa nacisk P , to nacisk na każdą z podpór skrajnych będzie:



Rys. 171.

$$P_1 = \frac{1}{2} (G - P)$$

i w zależności od tego osiadanie podpór wyniesie:

$$y = \frac{P}{D} \quad \text{i} \quad y_1 = \frac{G - P}{2D},$$

ugięcie zaś szyny:

$$y - y_1 = \frac{P}{D} - \frac{G - P}{2D} = \frac{3P - G}{2D} \quad \dots \quad (144)$$

Jeżeli oznaczymy przez B siłę, która, będąc przyczepiona do środka belki, spoczywającej swobodnie na dwóch podporach, rozstawionych w odległości $2a$, spowoduje ugięcie tejże belki o 1 cm , to

$$y - y_1 = \frac{G - P}{B} \quad \dots \quad (145)$$

Z równań (144) i (145), oznaczając $\frac{B}{D} = \gamma$, otrzymamy:

$$P = \frac{\gamma + 2}{3\gamma + 2} \cdot G \quad \dots \quad (146)$$

Stosownie do określenia przyjętego powyżej

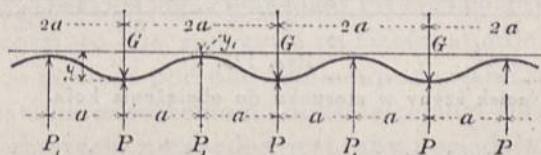
$$B = \frac{6EI}{a^3} \quad \dots \quad (147)$$

W tym wyrazie oznacza:

I moment bezwładności przekroju szyny względem osi poziomej, przechodzącej przez środek ciężkości przekroju;

E współczynnik sprężystości stali szynowej;

a odległość między osiami dwóch podkładów sąsiednich.



Rys. 172.

W podobny sposób można określić również nacisk szyny, rozpatrywanej jako *belka, spoczywająca swobodnie na nieskończonej ilości podpor sprężystych*, rozstawionych w odległości a jedna od drugiej, i obciążona co drugą podporę ciężarami skupionymi (rys. 172). W tym przypadku

$$P_1 = G - P; \quad y = \frac{P}{D}; \quad y_1 = \frac{G - P}{D}; \quad y - y_1 = \frac{2P - G}{D}$$

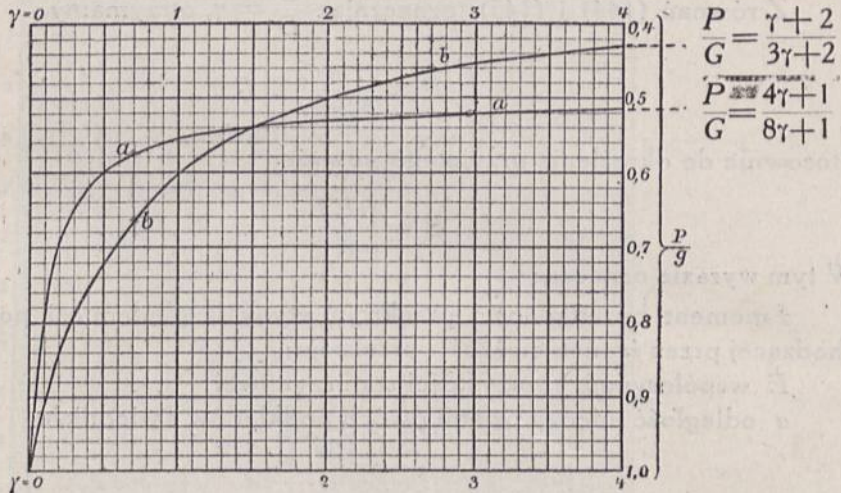
Na długości między dwiema podporami nieobciążonemi szyna ta może być rozpatrywana jako belka osadzona dwoma końcami, której ugięcie jest cztery razy mniejsze, niż belki swobodnie ułożonej na dwóch podporach, a więc

$$y - y_1 = \frac{G - P}{4B} = \frac{2P - G}{D},$$

skąd

$$P = \frac{4\gamma + 1}{8\gamma + 1} \cdot G \quad \dots \quad (148)$$

O ile odległość d pomiędzy osiami taboru nie jest mniejsza od podwojonej odległości pomiędzy osiami podkładów, to dla napotykaných w praktyce wielkości stosunku γ pomiędzy sprężystością szyny i jej podpór wzory (146) i (148) dają wartości zbliżone do największych i dlatego wzorami temi dogodnie można się posługiwać przy obliczeniach przybliżonych. Jak widać z załączonego wykresu (rys. 173), w miarę wzrastania γ , to jest wraz ze zwiększeniem się sztywności szyny względnie do sztywności podpór, nacisk szyny na podporę zmniejsza się. Przy $\gamma < 1,5$ większe wartości daje wzór (146), zaś przy $\gamma > 1,5$ wzór (148).



Rys. 173.

Nacisk szyn w stosunku do obciążenia koła.

Jeżeli jednak odległość d pomiędzy osiami taboru jest mniejsza od podwojonej odległości pomiędzy osiami podkładów, to, jak wykazuje dokładne obliczenie, nacisk szyny jest większy od obliczonego według wzorów (146) i (148) i przy $d = 1,5a$ wynosi, prawie niezależnie od γ , około $0,72 G$. Przypadek ten jest bliski rzeczywistości dla parowozów towarowych, gdyż w nich $d \approx 1,3 m$, odległość zaś pomiędzy osiami podkładów przyjmuje się zwykle od $75 cm$ do $85 cm$.

2. Określenie naprężeń i odkształceń szyny, rozpatrywanej jako belka na sprężystym podłożu. Obciążenie ciężarem pojedynczym i układem ciężarów. Uwzględnienie wpływu odległości między ciężarami. Wpływ różnych czynników na naprężenia w szynie i w podłożu.

Dane i obliczenia, przytoczone powyżej, pozwalają określić naprężenia w podkładach i w ich podłożu, oraz ich odkształcenia dla pewnych najniekorzystniejszych przypadków obciążenia szyny, nie dają jednak możliwości określenia naprężeń i odkształceń samej szyny, ze względu na odmienne warunki jej podparcia.

Zanim przejdziemy do ścisłego określenia pracy i odkształcenia szyny, rozpatrywanej jako belka na wielu sprężystych podporach pod działaniem cięż-

zarów w dowolnym układzie, zauważmy, że ta praca i odkształcenie dałyby się dość prosto wyznaczyć na zasadzie poprzedzających rozważań, gdyby można było rozpatrywać szynę jako belkę, spoczywającą na ciągłym sprężystym podłożu, nie zaś na oddzielnych podporach. Wymagałoby to określenia warunków, jakim winna odpowiadać belka, która, będąc wyrobiona z tegoż materiału, co szyna, i mając ten sam moment bezwładności przekroju, co ona, lecz spoczywając na sprężystym podłożu bezpośrednio, nie zaś za pośrednictwem poprzecznic, pracowałaby i odkształcała się tak samo, jak ona.

Oddziaływanie podpory na szynę, równe naciskowi szyny, wynosi według równania (143)

$$P = Dy_r \quad y_r = \frac{P}{D} \text{ str 204 } 1)$$

w którym y_r oznacza osiadanie szyny nad podporą.

Jeżeli zwięźać będziemy stopniowo szerokość podpór i zmniejszać odległość a między nimi, zsuwając jedną do drugiej, to oddziaływanie ich na jednostkę długości szyny zbliżać się będzie do

$$\frac{P}{a} = \frac{D}{a} y_r,$$

w granicy zaś przyrost siły tnącej, która działa na szynę, wyrazi się:

$$dQ = \frac{D}{a} y_r dx$$

Przypuśćmy, że belka z tegoż materiału, co szyna, i której przekrój ma tenże moment bezwładności, co ona, spoczywa na ciągłym podłożu, mającym ten sam współczynnik C , co podłoże pod oddzielnymi podporami szyny. Aby ta belka podlegała takim samym naprężeniom i odkształceniom jak szyna, spoczywająca na oddzielnych podporach, niezbędne jest, aby posiadała ona szerokość podstawy b_s , przy której oddziaływanie na nią podłoża byłoby takie samo, jak na szynę, to jest, aby

$$dQ = Cb_s y_r dx = \frac{D}{a} y_r dx$$

czyli aby

$$b_s = \frac{D}{aC} \dots \dots \dots (149)$$

Wstawivszy tę wartość b_s w wyraz (133) dla L i zastępując w nim E' i I' przez odpowiednie wielkości E i I dla szyny, można będzie zastosować równania (136) do określenia osiadania szyny i naprężeń jej materiału. Zauważyć należy, że rozpatrywana belka, zastępująca szynę, podlega bezpośrednio naciskowi kół taboru, wobec czego w tych równaniach pod naciskiem P rozumieć należy nacisk koła G .

Dla belki, zastępującej szynę, otrzymuje się wówczas:

$$L_s = \sqrt[4]{\frac{4EI}{Cb_s}} = \sqrt[4]{\frac{2}{3} Ba^3 \cdot \frac{a}{D}} = a \sqrt[4]{\frac{2}{3} \gamma} \dots \dots \dots (150)$$

$$y_r = \frac{G}{2Cb_s L_s} \cdot \eta = \frac{G}{2D} \sqrt[4]{\frac{3}{2\gamma}} \cdot \eta \dots \dots \dots (151)$$

$$M = \frac{GL_s}{4} \cdot \mu = \frac{Ga}{4} \sqrt[4]{\frac{2}{3\gamma}} \cdot \mu \dots \dots \dots (152)$$

ciśnienie zaś szyny na podkład:

$$P = Dy_r = \frac{G}{2} \sqrt[4]{\frac{3}{2\gamma}} \cdot \eta \dots \dots \dots (153)$$

Dla układu ciężarów równania (151), (152) i (153) otrzymują kształt:

$$y_r = \frac{1}{D} \sqrt[4]{\frac{3}{2\gamma}} \cdot \sum \frac{G}{2} \cdot \eta \dots \dots \dots (151a)$$

$$M = \sqrt[4]{\frac{2\gamma}{3}} \cdot \sum \frac{Ga}{4} \cdot \mu \dots \dots \dots (152a)$$

$$P = \sqrt[4]{\frac{3}{2\gamma}} \cdot \sum \frac{G}{2} \eta \dots \dots \dots (153a)$$

Największe osiadanie i największy moment gnący wypadają pod jednym z kół i mogą być obliczone według wzorów (151a) i (152a), sumując iloczyny nacisku poszczególnych kół przez odpowiednie η i μ wzięte z tablic lub wykresu.

Jeżeli jednak oś, położona nad rozpatrywanym przekrojem, znajduje się w odległości większej niż πL od sąsiednich, wskutek czego zachodzi przypadek oddzielenia się belki od podłoża, to należy brać pod uwagę obciążenie tylko osią pojedynczą, największe zaś wartości η i μ przyjmować według wyrazu (139) równe okrągło 1,09.

Z obliczeń prof. *Timoszenki*, który zaproponował ten przybliżony sposób obliczenia szyny, wynika, że dla praktykowanych wielkości stosunku sztywności szyny do sztywności jej podpór od $\gamma = 1$ do $\gamma = 7$ niedokładność w wyznaczeniu tym sposobem osiadania szyny i momentów gnących nie przewyższa 11% w przypadku belki spojonej z podłożem, w innych zaś przypadkach jest znacznie mniejsza. Sposób ten może więc być z korzyścią stosowany, zwłaszcza do obliczeń porównawczych, w których zależy nie tyle na ścisłym wyznaczeniu bezwzględnej wartości naprężeń i odkształceń w budowie wierzchniej, ile na określeniu wpływu na nie poszczególnych czynników, zwłaszcza zaś różnic w układzie obciążenia.

Prof. *Timoszenko* zauważa, że gdyby przekroje szyn różnych wymiarów były do siebie geometrycznie podobne, to ich momenty wytrzymałości byłyby w stałym stosunku do $I^{\frac{3}{4}}$. W rzeczywistości, dla normalnych typów szyn różnego ciężaru, stosunek $I^{\frac{3}{4}}$: W wynosi około 1,12.

Jeżeli przyjąć ten stosunek i wstawić we wzorach (152) i (153)

$$\gamma = \frac{B}{D} = \frac{6EI}{a^3 D}, \quad (194)$$

to największy nacisk szyny i naprężenie w niej otrzymują się:

$$P = \frac{G}{2} \sqrt[4]{\frac{Da^3}{4EI}}; \quad \frac{M}{W} = 0,28G \sqrt[4]{\frac{4aE}{DI^2}}$$

Jak widać z tych wzorów, największy wpływ na zmniejszenie ciśnienia na podporę i jej podłoże wywiera rozstaw podkładów, na naprężenie zaś w szynie moment bezwładności jej przekroju.

3. Określenie naprężeń i odkształceń szyny, rozpatrywanej jako belka na sprężystych podporach, obciążona układem ciężarów. Równanie pięciu momentów. Sposób wykreślny oznaczenia wpływu zmian w położeniu obciążenia. Belka na czterech podporach sprężystych. Osiadanie szyn pomiędzy podporami i nad nimi. Współczynnik sprężystości kolei szynowej.

Dla belki na kilku podporach niejednakowej wysokości, momenty M_1 , M_2 , M_3 nad każdymi trzema podporami po sobie idącymi (rys. 174) związane są równaniem:

$$M_1 a_{12} + 2M_2 (a_{12} + a_{23}) + M_3 a_{23} = -6EI \left\{ \frac{y_1 - y_2}{a_{12}} - \frac{y_2 - y_3}{a_{23}} \right\} - \frac{\Sigma G_{12} z_{12} (a_{12}^2 - z_{12}^2)}{a_{12}} - \frac{\Sigma G_{23} (a_{23} - z_{23}) \{ a_{23}^2 - (a_{23} - z_{23})^2 \}}{a_{23}} - \frac{1}{4} (q_{12} a_{12}^3 + q_{23} a_{23}^3) \quad (154)$$

w którym y_1 , y_2 , y_3 wyrażają pionowe odległości podpór od osi OX ; G_{12} , G_{23} ciężary skupione, zaś q_{12} i q_{23} jednostajnie rozłożone obciążenie na jednostkę długości belki, odpowiednio w przęsłach 1-2 i 2-3. Przed wyrazem, zawierającym EI , postawiony jest znak ujemny, ponieważ i w tym przypadku, również jak przedtem przy rozpatrywaniu ugięcia podkładu, za dodatnie przyjęto uważać siły skierowane ku górze.

Jeżeli oznaczymy przez A_2' i A_2'' części oddziaływania A_2 podpory 2 pod wpływem przęseł 1-2 i 2-3, to wielkości tych części można określić z równań momentów:

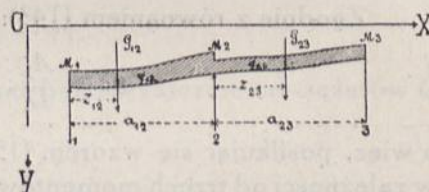
$$M_1 = M_2 + A_2' a_{12} - \Sigma G_{12} z_{12} - \frac{q_{12} a_{12}^2}{2} \quad (155)$$

$$M_3 = M_2 + A_2'' a_{23} - \Sigma G_{23} (a_{23} - z_{23}) - \frac{q_{23} a_{23}^2}{2} \quad (156)$$

skąd

$$A_2 = A_2' + A_2'' = \frac{M_1 - M_2}{a_{12}} - \frac{M_2 - M_3}{a_{23}} + \frac{\Sigma G_{12} z_{12}}{a_{12}} + \frac{\Sigma G_{23} (a_{23} - z_{23})}{a_{23}} + \frac{q_{12} a_{12}}{2} + \frac{q_{23} a_{23}}{2} \quad (157)$$

Łatwo zauważyć, że w równaniu (157) wyrazy, zależne od obciążenia, oznaczają tę część oddziaływania podpór, która występowałaby wyłącznie, gdyby belka składała się z oddzielnych przęseł, swobodnie spoczywających na podporach.



Rys. 174.

Z uwagi, że ciężar szyny jest bardzo nieznaczny w porównaniu z naciskiem koła, przy obliczaniu szyny można ją rozpatrywać jako belkę, znajdującą się pod działaniem wyłącznie tylko ciężarów skupionych. Z wyjątkiem podkładów, znajdujących się w bliskości końców szyn, wszystkie pozostałe rozmieszcza się zwykle w równych odległościach, które są wogóle mniejsze od rozstawu osi taboru, a więc szyna podlegać może działaniu nie więcej jak jednego ciężaru w każdym przęśle. Z wymienionych względów przy obliczaniu szyny równanie trzech momentów da się przedstawić w następującej postaci:

$$M_1 a + 4M_2 a + M_3 a = -6EI \left\{ \frac{y_1 - 2y_2 + y_3}{a} \right\} - \frac{G_{12} z_{12} (a^2 - z_{12}^2)}{a} - \frac{G_{23} (a - z_{23}) \{a^2 - (a - z_{23})^2\}}{a} \dots \dots (158)$$

oddziaływanie zaś jakiegokolwiek podpory, naprz. podpory 2:

$$A_2 = \frac{M_1 - 2M_2 + M_3}{a} + \frac{G_{12} z_{12}}{a} + \frac{G_{23} (a - z_{23})}{a} \dots \dots (159)$$

Jeżeli za oś odciętych przyjmiemy oś obojętną belki w stanie nieobciążonym, to w przypadku podpór sprężystych rzędne y_1 , y_2 , y_3 będą wyrażać osiadanie podpór, które winno być proporcjonalnem do wywieranego na nie nacisku.

Zgodnie z równaniem (143):

$$y_1 = \frac{A_1}{D}; \quad y_2 = \frac{A_2}{D}; \quad y_3 = \frac{A_3}{D},$$

a więc, posiłkując się wzorem (159), można wyrazić osiadanie każdej z podpór w zależności od trzech momentów, a mianowicie nad daną podporą i nad dwiema sąsiednimi, oraz w zależności od obciążenia dwóch przęseł, sąsiadujących z daną podporą. Podstawiając wartości y_1 , y_2 i y_3 w równanie (158), otrzymamy zależność pomiędzy momentami nad pięcioma podporami po sobie idącymi i obciążeniem przęseł, między nimi się znajdujących. Dla belki na n podporach ilość takich równań będzie $n - 2$, które razem z dwoma równaniami: $M_1 = 0$ i $M_n = 0$, oznaczającymi, że na podporach skrajnych belka leży swobodnie, dają możliwość określenia momentów nad podporami, a zatem nacisków na te podpory i ich osiadania.

Moment w dowolnym przekroju belki między podporami, naprz. między podporą 2^a i punktem przyłączenia ciężaru G_{23} , znajdującym się w odległości x od podpory, można określić, posiłkując się równaniem $M = M_2 + A_2'' x$:

$$M = M_2 + (M_3 - M_2) \frac{x}{a} + G_{23} (a - z_{23}) \frac{x}{a} = \\ = M_2 \frac{a - x}{a} + M_3 \frac{x}{a} + G_{23} (a - z_{23}) \frac{x}{a} \dots \dots (160)$$

Ostatni wyraz, zależny od obciążenia, jest momentem dla tegoż przekroju w przypuszczeniu, że belka spoczywa na podporach swobodnie.

Po skutecznieniu wskazanych powyżej podstawień, równania, wyrażające zależność momentów nad pięcioma po sobie idącymi podporami belki ciągłej, począwszy od podpory $m + 1$ -ej, otrzymają następującą postać ogólną:

$$\gamma M_{m+1} + \beta M_{m+2} + \alpha M_{m+3} + \beta M_{m+4} + \gamma M_{m+5} = Z_{m+3} \quad \dots \quad (161)$$

Jeżeli na podporach skrajnych belka leży swobodnie, t. j. jeżeli $M_1 = 0$ i $M_n = 0$, to w równaniach tych ilość momentów będzie wzrastać od trzech na początku belki do pięciu i o tyleż zmniejszać się w jej końcu. Tak naprz., dla belki na siedmiu podporach równania momentów nad podporami będą następujące:

$$\left. \begin{aligned} \alpha M_2 + \beta M_3 + \gamma M_4 &= Z_2 \\ \beta M_2 + \alpha M_3 + \beta M_4 + \gamma M_5 &= Z_3 \\ \gamma M_2 + \beta M_3 + \alpha M_4 + \beta M_5 + \gamma M_6 &= Z_4 \\ \gamma M_3 + \beta M_4 + \alpha M_5 + \beta M_6 &= Z_5 \\ \gamma M_4 + \beta M_5 + \alpha M_6 &= Z_6 \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (162)$$

193
str. 211

W równaniach tych γ ma znaczenie przyjęte powyżej (str. 297):

$$\gamma = \frac{B}{D}; \quad B = \frac{6El}{a^3}; \quad D = \frac{CbL}{[\eta_p]}$$

Współczynniki α i β są również zależne od γ , a mianowicie:

$$\alpha = 4 + 6\gamma; \quad \beta = 1 - 4\gamma.$$

Strony prawe równań (162) zależne są dla danej belki wyłącznie od ciężarów G i ich odległości z od lewych podpór, t. j.

$$Z = f(G, z)$$

Dla uproszczenia tych funkcji rozpatrzmy z osobna wpływ na ugięcie belki każdego z poszczególnych ciężarów.

Jeżeli na belkę działa jeden tylko ciężar skupiony, to po stronie prawej równań (162) wszystkie Z , z wyjątkiem czterech, winny się równać zeru. W istocie, strona prawa każdego z tych równań jest funkcją tych tylko ciężarów, które znajdują się w czterech przęsłach, a mianowicie pomiędzy temi podporami, nad którymi działają momenty, umieszczone po lewej stronie równań. Oznaczmy te cztery wartości funkcji Z przez Z_I, Z_{II}, Z_{III} , i Z_{IV} . Z prawej strony równań (162) oznaczono wielkości Z znakami, odpowiadającymi znakom momentów nad środkowymi z pięciu podpór, to jest momentów ze współczynnikiem α . Jeżeli belka obciążona jest jednym ciężarem, to Z (o ile nie równa się zeru) ma znaczenie Z_I , jeżeli ciężar ten znajduje się w przęśle pierwszym z czterech, wchodzących w równanie pięciu momentów, licząc od prawej strony, Z_{II} jeżeli w drugim od prawej strony i t. d. Tym sposobem w zależności od przęsła, w którym znajduje się ciężar skupiony, strony prawe równań (162) będą miały następujące wartości, które, jakkolwiek podane są poniżej tylko dla belki na 7 podporach, z łatwością mogą być określone przez podobieństwo dla wszelkiej innej ilości podpór.

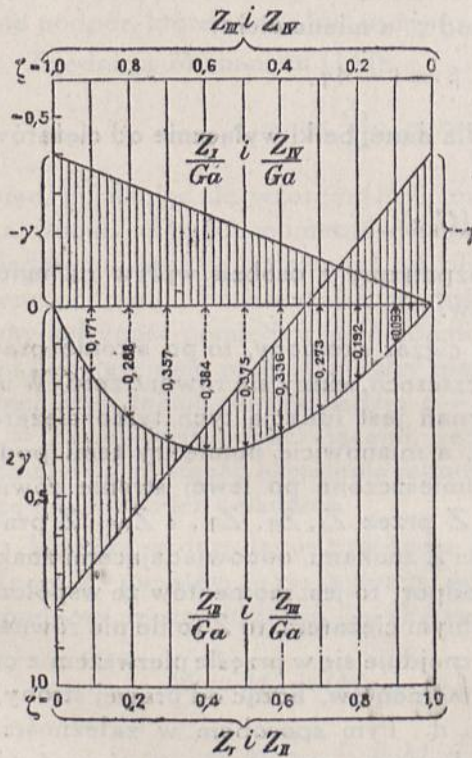
str. 2

Ciężar skupiony znajduje się w przeszle:	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7
$Z_2 =$	Z_{III}	Z_{II}	Z_I	0	0	0
$Z_3 =$	Z_{IV}	Z_{III}	Z_{II}	Z_I	0	0
$Z_4 =$	0	Z_{IV}	Z_{III}	Z_{II}	Z_I	0
$Z_5 =$	0	0	Z_{IV}	Z_{III}	Z_{II}	Z_I
$Z_6 =$	0	0	0	Z_{IV}	Z_{III}	Z_{II}

Wielkości Z_I, Z_{II}, Z_{III} i Z_{IV} , mają następujące znaczenia:

$$\left. \begin{aligned} Z_I &= Ga \{ -\gamma + \gamma\zeta \} \\ Z_{II} &= Ga \{ (2 - 3\zeta)\gamma - 2\zeta + 3\zeta^2 - \zeta^3 \} \\ Z_{III} &= Ga \{ (3\zeta - 1)\gamma - \zeta + \zeta^3 \} \\ Z_{IV} &= Ga \{ -\gamma\zeta \} \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (163)$$

L. 2. 12-213



Rys. 175.

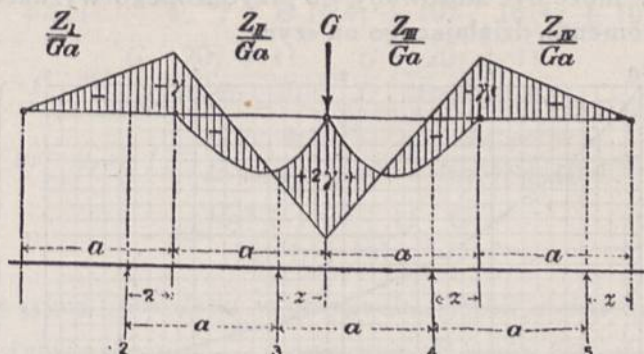
w których $\zeta = \frac{z}{a}$.

Dla danej budowy wierzchniej γ jest wielkością stałą i w tym przypadku wielkości (163) mogą być przedstawione wykreślnie, rozpatrując oddzielnie wyrazy zależne i niezależne od γ . Pierwsze z nich, zawierające ζ w stopniu pierwszym, przedstawiają linie proste, których pochylenie znajduje się w zależności od γ , pozostałe zaś wyrazy, zawierające ζ , przedstawiają krzywą trzeciego stopnia, przecinającą oś odciętych przy $\zeta = 0$ i $\zeta = 1$. Łatwo się przekonać, że jeżeli ζ zmienia się stopniowo od 0 do 1, to wielkości Z_I i Z_{II} otrzymują odpowiednio także same znaczenia, jak Z_{IV} i Z_{III} przy zmienianiu się ζ od 1 do 0.

Na rys. 175 uwidocznione są wielkości $\frac{Z_I}{Ga}, \frac{Z_{II}}{Ga}, \frac{Z_{III}}{Ga}$ i $\frac{Z_{IV}}{Ga}$ w zależności od ζ , przyczem dla przykładu

przyjęto $\gamma = 0,4$. Na rys. 176 też same wielkości wykreślone są obok siebie jedna za drugą.

Jeżeli za jednostkę do wymierzania odciętych przyjmijemy odległość pomiędzy podporami i, oznaczywszy te podpory pod wykres w tejże od siebie odległości, przypuścimy, że środek wykresu G odpowiada punktowi przyłączenia

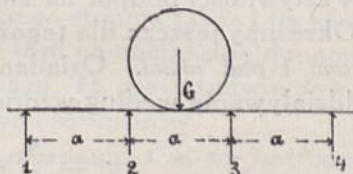


Rys. 176.

ciażaru, to linie pionowe, przechodzące przez podpory, będą odcinać na wykresie wielkości Z prawych stron równań (162) z temiż numerami, co i podpory. Przesuwając wykres wzdłuż belki, można otrzymać dla dowolnego położenia ciężaru skupionego G odpowiadające mu wartości Z .

Rozpatrując dla przykładu najprostszego przypadek belki na czterech podporach sąsiadnych (rys. 177), otrzymamy dla momentów nad podporami następujące równania:

$$\begin{aligned} \alpha M_2 + \beta M_3 &= Z_2 \\ \beta M_2 + \alpha M_3 &= Z_3 \end{aligned}$$



Rys. 177.

Jeżeli ciężar położony jest w przęśle środkowym 2 — 3, to $Z_2 = Z_{II}$ i $Z_3 = Z_{III}$.

Jeżeli wreszcie ciężar ten położony jest po środku przęsła środkowego, to $M_2 = M_3$ i moment nad jedną z podpór środkowych otrzymuje się z równania:

$$(\alpha + \beta) M_2 = Z_{II} = Ga \{ 2\gamma - (3\gamma + 2)\zeta + 3\zeta^2 - \zeta^3 \}$$

przyczem:

$$\zeta = \frac{z}{a} = \frac{1}{2}$$

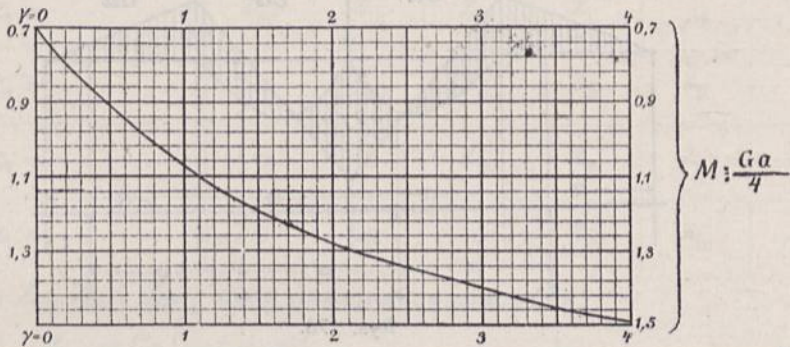
$$M_2 = \frac{Ga}{\alpha + \beta} \left\{ \frac{\gamma}{2} - \frac{3}{8} \right\} = \frac{4\gamma - 3}{4\gamma + 10} \cdot \frac{Ga}{4} \quad (164)$$

Moment M pośrodku belki, t. j. w punkcie przyłączenia ciężaru:

$$M_0 = \frac{1}{2} (M_2 + M_3) + \frac{Ga}{4} = \frac{8\gamma + 7}{4\gamma + 10} \cdot \frac{Ga}{4} \quad (165)$$

Wzór (165) daje wartości zbliżone do tych, jakie się otrzymuje w razie obciążenia belki wieloprzęsłowej kilkoma ciężarami, położonymi we wzajemnej odległości, równej potrójnej odległości między podporami lub większej. Wraz

ze zmniejszeniem się odległości pomiędzy ciężarami, t. j. pomiędzy osiami taboru, największy moment także się zmniejsza. Ciężar własny szyny również zmniejsza momenty o 5% do 10%. Wobec tego wzór (165), zwany wzorem Zimmermann'a, może być stosowany do przybliżonego wyznaczenia wartości największego momentu, działającego na szynę.



Rys. 178.

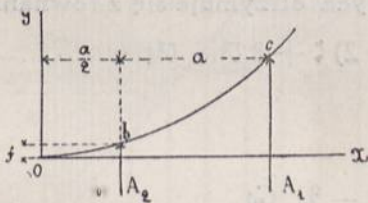
Moment gnący dla szyny na czterech podkładach, obciążonej po środku.

Na wykresie (rys. 178) uwidoczniono stosunek momentu, określonego według wzoru (165), do momentu, jaki otrzymuje się dla belki, spoczywającej swobodnie na dwóch podporach, w zależności od γ . Wykres ten uwidocznia wpływ sztywności podpór na zmniejszenie momentu działającego na szynę.

Określmy jeszcze dla tegoż przypadku obciążenia osiadanie szyny pomiędzy podporami i nad nimi. Osiadanie podpór może być określone w zależności od ich oddziaływania według wzoru (159):

$$y_1 = \frac{A_1}{D} = \frac{M_2}{aD} = \frac{4\gamma - 3}{(4\gamma + 10)} \cdot \frac{G}{D} \quad (166)$$

$$y_2 = \frac{A_2}{D} = \frac{1}{2} \frac{G}{a} \frac{1}{D} = \frac{4\gamma + 23}{4(4\gamma + 10)} \cdot \frac{G}{D} \quad (167)$$



Rys. 179

Całkowite osiadanie szyny w punkcie przyczepienia ciężaru określimy, gdy do osiadania podpory średniej, obliczonego podług wzoru (167), dodamy strzałkę ugięcia szyny pomiędzy podporami 2 i 3. Tę strzałkę możemy znaleźć przyjmawszy pod uwagę (rys. 179), że dla belki *obc* moment *M* na długości *ob* wyraża się:

$$M = A_1 \left(\frac{3}{2} a - x \right) + A_2 \left(\frac{a}{2} - x \right) = EI \frac{d^2 y}{dx^2}$$

$$\frac{dy}{dx} = \frac{1}{EI} \left\{ A_1 \left(\frac{3}{2} ax - \frac{x^2}{2} \right) + A_2 \left(\frac{a}{2} x - \frac{x^2}{2} \right) \right\}$$

$$y = \frac{1}{EI} \left\{ A_1 \left(\frac{3}{4} ax^2 - \frac{x^3}{6} \right) + A_2 \left(\frac{a}{4} x^2 - \frac{x^3}{6} \right) \right\}$$

Przy $x = \frac{a}{2}$

$$f = \frac{a^3}{6EI} \left\{ A_1 + \frac{1}{4} A_2 \right\} = \frac{G}{B} \left\{ \frac{4\gamma - 3}{4(4\gamma + 10)} + \frac{4\gamma + 23}{16(4\gamma + 10)} \right\} =$$

$$= \frac{G}{B} \cdot \frac{20\gamma + 11}{16(4\gamma + 10)} = \frac{G}{D} \cdot \frac{20\gamma + 11}{16\gamma(4\gamma + 10)} \quad (168)$$

$$y = y_2 + f = \frac{G}{D} \left\{ \frac{4\gamma + 23}{4(4\gamma + 10)} + \frac{20\gamma + 11}{16\gamma(4\gamma + 10)} \right\} =$$

$$= \frac{16\gamma^2 + 112\gamma + 11}{16\gamma(4\gamma + 10)} \cdot \frac{G}{D} \quad (169)$$

Osiadanie szyny i podkładu w przypadku, jeżeli ciężar umieszczony jest nad podporą, wyraża się: $y_r = \frac{P}{D}$, przyczem P może być określone według jednego z wzorów (146) lub (148), dającego większą wartość.

Porównanie wielkości y i y_r przy różnych wartościach γ wykazuje, że wielkości te mało się różnią, bo największa różnica między nimi wynosi zaledwie 0,1 mm do 0,2 mm. Można więc przyjąć, że podczas ruchu pociągu koła toczą się po linii prawie równoległej do linii toru w stanie nieobciążonym.

Ogólna sprężystość toru ma bardzo ważne znaczenie przy ocenianiu danej budowy wierzchniej, ponieważ wpływa ona nietylko na naprężenie w szynie i jej podporach, jak to już widzieliśmy, lecz do pewnego stopnia także i na wielkość obciążenia dynamicznego. Wpływ sprężystości toru na obciążenie dynamiczne stanie się zrozumiałym, gdy weźmiemy pod uwagę, że niewątpliwie powoduje ona przeciążenie osi i kół podobnie, jak sprężystość resorów.

Miarą sprężystości toru może służyć jego osiadanie ε w cm na tonnę nacisku koła:

$$\varepsilon = \frac{P}{DG} \quad (170)$$

Wielkość tę przyjęto nazywać *współczynnikiem sprężystości toru*.

ROZDZIAŁ VI.

Działanie dynamiczne taboru na kolej szynową.

1. Siły pionowe. Bezwładność koła i uginanie się szyny. Rozmieszczenie niesymetryczne masy koła względem osi obrotu. Odciążki. Nieprawidłowy kształt powierzchni toczonego koła i szyny. Badania Petrowa.

Wszystkie poprzednie obliczenia robione były w przypuszczeniu, że szyna znajduje się pod działaniem obciążenia statycznego. Największe obciążenie osi napędnej, które w pierwszych latach istnienia dróg żelaznych nie przewyższało 6 t, dochodzi obecnie na drogach polskich do 18 t, na innych drogach żelaznych w Europie do 20 t i w Stanach Zjednoczonych A. P. do 34 t.

Nacisk pionowy koła, pozostającego w spoczynku, zmienia się podczas ruchu wskutek rozmaitych przyczyn, nawet gdy tor i tabor kolejowy znajdują się

w zupełnym porządku. Te zmiany nacisku koła zwiększają się jeszcze wskutek nieprawidłowości powierzchni tocznych koła i szyny.

Na wielkość dynamicznego nacisku koła wpływają głównie następujące przyczyny:

1) bezwładność koła, które toczy się po szynie, uginającej się pod działaniem obciążenia;

2) pionowa składowa siły odśrodkowej, działającej na masę koła, ze względu, że masa ta w kołach napędnych parowozów rozmieszczona jest niesymetrycznie względem osi obrotu koła; działanie tejże siły ujawnia się wskutek niejednostajnego zużycia obręczy i szyn, stałego przegięcia szyn, niejednakowej ich wysokości w złączach i t. p.;

3) bezwładność pudła pojazdu i jego ładunku, które wahają się na resorach. *Uginanie się szyn.* Gdy koło toczy się po szynie, która się ugina, położenie jego środka ciężkości zmienia się w kierunku pionowym i wskutek tego jego masa nabiera przyspieszenia. Jednocześnie otrzymuje przyspieszenie masa szyny na długości ugięcia oraz masa podkładów, osiadających pod szyną. Wskutek bezwładności wszystkich tych mas ugięcie szyny jest inne niż to, jakiego się otrzymano przy obciążeniu statycznym.

Ciężar części szyny i podkładów, osiadających pod naciskiem koła, jest w przybliżeniu 10 razy mniejszy od ciężaru koła i połowy osi. Z drugiej strony, przyspieszenie szyny i podkładów nie jest we wszystkich punktach jednakowe i średnie ich przyspieszenie jest mniejsze od przyspieszenia koła, które na nie ciśnie. Z tego względu wpływ bezwładności budowy wierzchniej na ugięcie szyny może być pominięty.

Oznaczmy przez q ciężar koła wraz z połową osi i przez nq obciążenie koła za pośrednictwem resoru, który ugina się pod nim w stanie spoczynku na wielkość a . Jeżeli wskutek ugięcia szyny koło obniży się o wielkość y i o tyleż zmniejszy się ugięcie resoru, to jego ciśnienie na oś koła wyniesie $nq \frac{a-y}{a}$.

Siły pionowe, działające na koło, określa z jednej strony jego masa $\frac{q}{g}$ i przyspieszenie $\frac{d^2y}{dt^2}$, z drugiej zaś jego ciężar q , nacisk resoru $nq \frac{a-y}{a}$ i oddziaływanie szyny, które oznaczmy przez Q . Równanie różniczkowe pionowego przesunięcia punktu styczności koła z szyną będzie więc:

$$\frac{q}{g} \cdot \frac{d^2y}{dt^2} = q + nq \frac{a-y}{a} - Q. \quad (171)$$

Zimmermann dowiódł, że równanie (171) daje się całkować tylko w tym przypadku, jeżeli będziemy rozpatrywać szynę jako belkę, spoczywającą na dwóch podporach nieruchomych. Jednakże warunek, aby podpory były nieruchome, nie odpowiada rzeczywistości. Wobec tego prof. *Petrow* zaproponował bardzo pomysłowy sposób wyznaczania poszczególnych punktów trajektorji stykania się koła z szyną według odpowiednich punktów, określonych przy obciążeniu statycznym. Przyjmijmy, że obniżenie się punktu styczności koła z szyną względnie do położenia tegoż punktu, gdy szyna nie jest obciążona, jest zawsze proporcjonalne do nacisku koła na szynę, i oznaczmy przez h obniżenie się

szyny pod działaniem obciążenia spokojnego $(1+n)q$. Obniżenie się y tegoż punktu pod działaniem ciężaru Q otrzyma się z proporcji:

$$y:h = Q:(1+n)q$$

skąd

$$Q = q(1+n) \frac{y}{h} \dots \dots \dots (172)$$

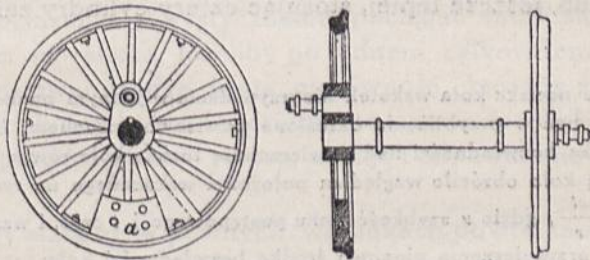
Po podstawieniu tego wzoru w równanie (171) otrzymamy:

$$\frac{d^2y}{dt^2} = g(1+n) - \frac{ng}{a}y - g(1+n) \frac{y}{h} \dots \dots \dots (173)$$

Całkując to równanie sposobem przybliżonym, w granicach dowolnie bliskich, dla określenia zaś wielkości stałych przyjmując za wiadome wielkość osiadania i szybkość pionową koła w punkcie, przyjętym za punkt początkowy, prof. Petrow przechodzi stopniowo od jednego punktu do następnego i określa w ten sposób trajektorję stykania się koła z szyną przy rozmaitych szybkościach postępowego ruchu koła.

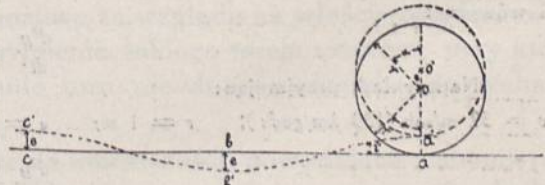
Obliczenia prof. Petrowa wykazują, że przy szybkościach do 133 km na godzinę zwiększenie ciśnienia koła wskutek ugięcia szyny dochodzi do 70% i jest tem większe, im szyna jest sztywniejsza.

Rozmieszczenie niesymetryczne masy koła względem osi obrotu istnieje głównie w kołach napędnych parowozów, które to koła zaopatrzone są w tak zwane odciażki.



Rys. 180.

Odciażki a (rys. 180) służą, jak wiemy (por. str. 94), do zrównoważenia bezwładności czopa, korby i t. p. części mechanizmu, mających ruch obrotowy, oraz drągów korbowych, tłoków i innych części, poruszających się w kierunku poziomym, przez siłę odśrodkową, powstającą przy obracaniu się koła, aby uniknąć tym sposobem wężykowatego ruchu parowozu. Jednakże siła odśrodkowa odciażków wywołuje oprócz sił poziomych również i pionowe, które znacznie zwiększają nacisk koła.



Rys. 181.

Wystawmy sobie ruch koła o kształcie prawidłowo okrągłym i o promieniu r , toczącego się po prostej szynie abc (rys. 181):

Jeżeli środek bezwładności koła znajduje się w o' w odległości $oo' = e$ od środka jego obrotu, to wzniesienie tegoż środka bezwładności nad powierzchnią toczną abc będzie się zmieniać. Zmiany rzeczonoż wzniesienia otrzymają się także same, jeżeli zamiast danego koła wystawimy sobie koło o tejże średnicy, lecz mające środki obrotu i bezwładności w punkcie o' i toczące się po krzywej $a'b'c'$, która w porównaniu z prostą abc posiada zagłębienia i wyniosłości. Jeżeli oznaczymy przez y' rzędną odchylenia szyny od linii prostej w stanie spoczynku, to równanie różniczkowe pionowego przesunięcia punktu styczności koła z szyną przy ugięciu się tejże otrzymamy z równania (173), wprowadzając w wyrazach przyspieszenia i ciśnienia resoru $y - y'$ zamiast y :

$$\frac{d^2(y - y')}{dt^2} = g(1 + n) - \frac{ng}{a}(y - y') - g(1 + n)\frac{y}{h} \quad (174)$$

Oddzielne punkty trajektorji koła można oznaczyć, całkując równanie (174) sposobem przybliżonym w dowolnie bliskich granicach¹⁾.

Według obliczeń prof. Petrowa zwiększenie dynamicznego nacisku koła o średnicy $2m$, przy odległości pomiędzy środkami bezwładności i obrotu koła równej $0,05 m$ i szybkości 133 km/godz. , wynosi 75% .

Dla uniknięcia zwiększenia nacisku koła wskutek pomienionej przyczyny, należy przyjąć za zasadę, ażeby odciażki w parowozach kurjerskich były przeznaczone wyłącznie do zrównowazenia bezwładności mas, mających ruch obrotowy, przeciwdziałać zaś wężykowaniu parowozów, pomieszczając cylindry wewnątrz ramy lub, jeszcze lepiej, stosując cztery cylindry zamiast dwóch.

¹⁾ Zwiększenie nacisku koła wskutek nieprzypadania w jednym punkcie środków bezwładności i obrotu może być w przybliżeniu określone prostszym sposobem, biorąc pod uwagę, że wzniesienie się środka bezwładności nad powierzchnią toczną koła równa się $r + e \cos \alpha$, jeżeli α jest kąt, o jaki się koło obróciło względem położenia wskazanego na rys. 181. Podstawiawszy w tym wzorze $\alpha = \frac{vt}{r}$, gdzie v szybkość ruchu postępowego i t czas, i wzięwszy jego drugą pochodną, otrzymamy przyspieszenie pionowe środka bezwładności koła:

$$\frac{d^2y}{dt^2} = -\frac{v^2}{r^2} e \cos \frac{vt}{r} \quad (175)$$

Gdy α otrzymuje wielkości wielokrotne względem π , t. j. gdy $t = \frac{\pi rn}{v}$,

$$\text{to} \quad \cos \alpha = \cos \frac{vt}{r} = -1$$

i wówczas:

$$\frac{d^2y}{dt^2} = \frac{v^2}{r^2} e \quad (176)$$

Nprzykład, przyjmując:

$$v = 37 \text{ m/sek (133 km/godz.);} \quad r = 1 \text{ m;} \quad e = 0,05 \text{ m:}$$

$$\frac{d^2y}{dt^2} = 68,4 \text{ m/sek.}$$

To przyspieszenie jest 7 razy większe od przyspieszenia siły ciężkości. Przyjmując, że ciężar pary kół z osią jest równy $\frac{1}{7}$ części ich obciążenia, otrzymamy, że powyższa różnica w położeniu środka bezwładności i osi obrotu koła zwiększa jego nacisk statyczny $\frac{1}{8} \cdot 7 + \frac{7}{8} = 1,75$ razu.

Nieprawidłowy kształt powierzchni tocznych koła i szyny ma takiż wpływ na wielkość nacisku koła, jak i niejednakowe położenie środków bezwładności i obrotu koła, a mianowicie wywołuje pionowe przesunięcia jego środka bezwładności i pionowe przyspieszenia masy. Z tego powodu przy określaniu trajektorji koła można przyjąć w obu razach, jak i powyżej, że koło prawidłowego kształtu i bez mimośrodkowości toczy się po szynie, mającej zagłębienia i wyniosłości.

Według prof. Petrowa niejednostajne zużycie się obręczy wskutek hamowania, występujące w postaci miejsc płaskich na ich powierzchni tocznej, jeżeli powstałe stąd zagłębienie wynosi 2 mm i szybkość 133 km/godz., wywołuje zwiększenie dynamicznego obciążenia koła o 95%. Nieznaczne odchylenia od linii prostej, jakie napotyka się na powierzchni tocznej szyn nowych i zużytych poza złączami, zwiększają jego zdaniem dynamiczny nacisk koła względnie nieznacznie, gdyż rozkładają się na większą długość.

2. Wahania taboru na resorach pionowe i poprzeczne. Warunki zbieżności wahań według badań Marié'go. Przeciążenie osi i kół wskutek wahań na resorach. Badania Brière'a. Ogólne zwiększenie dynamiczne nacisku koła. Siły poziome poprzeczne i podłużne. Boczny nacisk koła. Uciekanie szyn. Spostrzeżenia na dr. żel. Warszawsko-Wiedeńskiej.

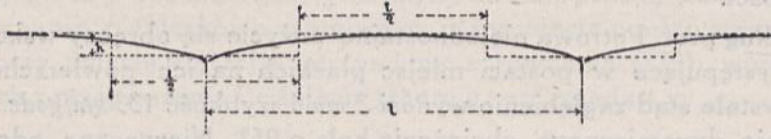
Widzieliśmy wyżej, że nierówności na powierzchni, po której toczy się koło, wywołują zmianę w ugięciu resoru, wskutek której zmienia się również obciążenie osi. Jednakże wszelkie odchylenie ugięcia resoru od wielkości, odpowiadającej obciążeniu statystycznemu, pociągać musi za sobą *wahanie się pudła z ładunkiem na resorze*. Jeżeliby po jednym całkowitem wahnieniu resoru koło napotkało na swej drodze drugą nierówność, któraby zmieniła jego ugięcie w tym samym kierunku, co i pierwsza, to spowodowałoby to zwiększenie obszerności (amplitudy) wahań resoru, a więc i odpowiednie zmiany w nacisku koła na szynę.

Wynikałoby stąd, że w pewnych warunkach powtarzania się nierówności obszerność wahań resoru mogłaby wzrastać nieograniczenie. Temu przypadkowi, fatalnemu pod względem bezpieczeństwa ruchu, zapobiega w znacznym stopniu *tarcie resoru*, powstające pomiędzy jego piórami i sprawiające, że obszerność jego wahań, spowodowanych jakkolwiek przyczyną pojedynczą, stopniowo maleje. Niezbędnem więc jest dla bezpieczeństwa ruchu, jako też dla uniknięcia przeciążenia toru, z jednej strony ograniczenie przyczyn, wywołujących wahań resoru, o ile to jest możliwe ze względu na właściwości budowy i utrzymanie toru, z drugiej zaś zapewnienie takiego tarcia resorom, przy którym przyczyny te w normalnym stanie toru nie doprowadzałyby do wahań nadmiernych.

Toczące się koło napotyka w torze nierówności, powodujące wahań resoru na każdym złączu. Pomiaru wskazują, że po pewnym czasie służby szyny wyginają się końcami ku dołowi, tworząc zagłębienia w złączach. Wskutek tego koło, toczące się po szynach, to wznosi się, to znów co jedną długość szyny opada. Te periodycznie powtarzające się zmiany poziomu toczenia się

koła będą przy pewnej szybkości krytycznej wypadać jednocześnie ze zmianą okresu wahanias resoru.

Jeżeli falistą linię toczenia się koła (rys. 182) zastąpimy linią zębatą o zębach jednostajnej długości $\frac{l}{2}$, równej połowie długości szyny, i wysokości h , równej stałemu ugięciu końców szyn względem ich środka, to wahania resoru



Rys. 182.

będą nieco większe, niż w rzeczywistości. Marié dowiódł, że dla zbieżności wahań resoru (to jest aby wahania te stopniowo malały, nie zaś wzrastały) niezbędnym jest warunek:

$$h \leq 2fa \dots \dots \dots (177)$$

gdzie h oznacza wysokość zęba,

a ugięcie resoru przy obciążeniu statycznym,

f tarcie resoru, sprowadzone do punktu przyczepienia obciążeń resoru. Tarcie resoru wyraża Marié wzorem:

$$f = 2\varphi(n-1) \frac{c}{l} \dots \dots \dots (178)$$

w którym φ oznacza współczynnik tarcia,

n ilość piór resoru,

c grubość piór resoru,

l długość resoru.

Jeżeli powyższy warunek będzie zachowany, to obszerność wahań resoru nie przewyższy $2h$. Obliczenia wykazują, że dla niektórych typów parowozów przy ruchu po torze w złym stanie może nastąpić rozbieżność wahań wskutek nierówności w złączach. Dlatego też w torach, po których przebiegają pociągi kurjerskie, nie należy dopuszczać ugięcia stałego końców szyn względnie do środkowej części ponad 4 do 6 mm. Naogół jednak daleko niebezpieczniejszymi są większe nierówności pojedynczo zdarzające się, naprz. wskutek wysadzin zimowych. Zbieg paru takich nierówności z okresem wahań resoru może spowodować wykołowanie.

Wyżej przytoczony warunek zbieżności wahań $h \leq 2fa$ będzie najlepiej zachowany przy resorach miękkich i posiadających duże tarcie. Resory miękkie nie są więc bynajmniej zbytkiem, lecz przeciwnie środkiem zapobieżenia wahanom taboru, niebezpiecznym i wielce szkodliwym dla stateczności i trwałości toru. Należyte tarcie w resorach można osiągnąć, dając im odpowiedni ustrój, a więc zgodnie z wzorem (178), zwiększając ilość piór, zmniejszając długość resoru i t. p.

Należy zauważyć, że jakkolwiek wahania resorów, wynikłe wskutek potarzaniasia się nierówności toru, otrzymują wartość największą przy pewnej szyb-

od ustroju i stanu zarówno toru, jak i taboru. Według spostrzeżeń Brière'a zwiększenie strzałki wygięcia resorów parowozowych w stanie spoczynku dochodzi podczas ruchu do 76%, zmniejszenie zaś do 77%. Przyjmując, że ciężar osi z kołami jest w przybliżeniu 5 razy mniejszy od ich obciążenia, ze spostrzeżeń tych wynika, że $\frac{1}{8}$ nacisku koła pozostaje niezmienną, pozostałe zaś $\frac{7}{8}$ podlega zwiększeniu do 1,76 i zmniejszeniu do 0,23 swej wartości w stanie spoczynku, to jest, że nacisk koła wskutek wahan resorów zmienia się w granicach

$$\text{od } \frac{1}{8} + 1,76 \times \frac{7}{8} = 1,64 \quad \text{do } \frac{1}{8} + 0,23 \times \frac{7}{8} = 0,36$$

nacisku koła w stanie spoczynku.

Ogólne zwiększenie dynamiczne nacisku koła względnie do nacisku statycznego według Ast'a (który miał na względzie szybkości nie przewyższające 100 km/godz.) osiągnąć może następującej wielkości:

wskutek ugięcia szyn	21%
„ działania odciążków, niejedno-	
stajnego zużycia obręczy i t. p.	50%
„ wahan resorów	63%
razem	134%

czyli, dodając 100% nacisku statycznego, Ast przyjmuje okrągło, że nacisk dynamiczny koła osiągnąć może 2,4 nacisku statycznego.

Według spostrzeżeń inż. Wasiutyńskiego na drodze żelaznej Warszawsko-Wiedeńskiej (por. str. 285-6), w linii prostej i poziomej, przy szybkościach ruchu, dochodzących do 64 km/godz., zwiększenie statycznego nacisku kół parowozów (bez hamulców) osiągało następujących granic;

wskutek przyczyn, związanych z taborom (gra resorów, odciążki i t. p.)	35%
wskutek przyczyn, związanych z torem (niejednostajność osiadania, stałe ugięcie szyn i t. p.)	50%
Razem	85%

Przy tych szybkościach nie zauważono, aby zmiana szybkości miała wpływ na wielkość osiadania podkładów pod naciskiem kół parowozów. Natomiast strzałka ugięcia szyn pomiędzy podkładami była pod obciążeniem kół parowozów średnio o 44% do 60% większa od tej, jaka wypadła z obliczenia przy obciążeniu statycznym.

W jednakowych warunkach, ugięcie szyn i osiadanie podkładów pod kołami tendrów, które były zaopatrzone w hamulce, było na tonnę nacisku statycznego o 50% większe, niż pod kołami parowozów, świadcząc o wpływie, jaki wywierać mogły na nacisk dynamiczny kół miejsca płaskie, powstałe wskutek hamowania.

Wskutek stożkowatości obręczy, koła taboru działają na tor kolejowy na podobieństwo klinów, t. j. rozszerzają go i wywołują boczny nacisk kół na szyny, nawet w stanie spoczynku. Podczas biegu pociągu działanie tłoków parowozu, poruszających się na przemian jeden w tył, drugi naprzód, wywołuje jego obrót około osi pionowej raz w jedną, to znów w drugą stronę, skutkiem czego powstają uderzenia boczne kół o szyny. Różne przyczyny przypadkowe, jak naprz. wiatr, obniżenie jednego toku szyn względem drugiego i t. p., powodują również boczny nacisk kół. Nacisk ten, jak już widzieliśmy powyżej, daje się szczególnie odczuwać na łukach, wskutek równoleżności osi, siły odśrodkowej, różnicy w długości obu toków szynowych i t. p.

Toczące się koła taboru wytwarzają siły, działające na szyny wzdłuż osi tychże. Pod naciskiem kół szyny uginają się, tworząc jak gdyby fale, przesuwające się w kierunku ruchu. Wskutek tego koła, wciskając się w tor sprężysty, pociągają za sobą szyny w tymże kierunku. Takież skutek spowodują uderzenia kół w końce szyn przy przechodzeniu złączy. Podczas hamowania pociągu tak zwane *uciekanie szyn* ma miejsce również w kierunku ruchu pod wpływem energii kinetycznej pociągu i tarcia o szyny kół hamowanych. W pewnych przypadkach uciekanie szyn występuje w kierunku przeciwnym ruchowi pociągów, co należy przypisać działaniu kół napędnych parowozu oraz energii kinetycznej kół nie hamowanych. Pochylenie i krzywość toru sprawiają, że wspomniane zjawiska występują silniej i stają się bardziej złożonemi.

Z tego, co powiedziano powyżej, wynika, że siły, którym podlega tor kolejowy pod działaniem taboru, mogą być rozłożone na trzy siły składowe, działające w kierunkach: pionowym ku dołowi, oraz poziomym prostopadłym i poziomym równoległym do osi toru. Siły, działające w dwóch pierwszych kierunkach na szynę, rozpatrywaną jako belka spoczywająca na kilku podporach, wywołują jej ugięcie w płaszczyznach pionowej i poziomej. Siły te, z powodu bocznego nachylenia szyny, nie przechodzą przez jej oś obojętną, wskutek czego tworzą one moment, działający w płaszczyźnie prostopadłej do tejże osi i powodujący skręcanie oraz wywracanie szyny. Wreszcie siły, działające na szynę wzdłuż jej osi, starają się przesunąć ją w tymże kierunku.

Siły poziome, działające na tor podczas ruchu pociągu, są jeszcze trudniejsze do obliczenia, niż siły pionowe. Aby przesunięcie boczne zestawu kół po szynach było możliwe, siła pozioma, wykonywająca to przesunięcie, winna przewyżczyć siłę tarcia, która przy współczynniku tarcia obręczy o szyny $f = 0,2$, wynosić ma 0,4 nacisku koła. Według spostrzeżeń *Wöhler'a* i obliczeń *Göhling'a* rzeczona siła, spowodująca boczne przesunięcie zestawu kół, wynosi przeciętnie około 0,5 i dochodzi do 0,75 nacisku koła. *Engesser* i *Zimmermann* mniemają na zasadzie różnych rozważań, że przytoczone wielkości sił poziomych są wogóle przesadzone i że w zwykłych warunkach siły te wynoszą średnio około 0,20 do 0,25 nacisku koła.

Ze spostrzeżeń na drodze żelaznej Warszawsko-Wiedeńskiej (por. str. 285-6) okazało się, że pod wpływem bocznego nacisku koła szyny ślizgają się po podporach w kierunku prostopadłym do osi toru, o ile umocowanie szyn na podporach nie przeciwdziało temu przesuwaniu. Wynika stąd, że boczny nacisk koła może przewyżczyć tarcie szyny o podpory oraz tarcie o szynę drugiego koła tejże osi. Jeżeli oznaczymy przez f_1 współczynnik tarcia obręczy o szynę i przez f_2 współczynnik tarcia szyny o podporę, to przyjmując, że nacisk osi $2G$ rozkłada się równo na oba koła, otrzymamy opór tarcia bocznemu naciskowi koła:

$$R = (f_1 + f_2) G. \dots \dots \dots (180)$$

Przyjmując dla szyn suchych $f_1 = 0,25$, dla szyn zaś, ułożonych na drewnianych podkładach bez siodełek, $f_2 = 0,50$, otrzymamy, że przy pomienionych spostrzeżeniach boczny nacisk koła przewyższał niewątpliwie 0,75 G .

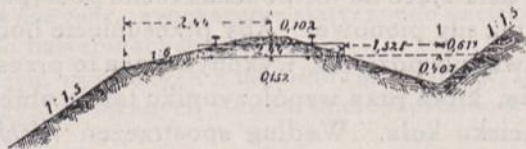
ROZDZIAŁ VII.

Podsypka (balast).

1. Znaczenie podsypki. Skutki jej braku. Materiały używane na podsypkę i ich własności. Trwałość podbicia podkładów i niszczenie różnych rodzajów podsypki. Sprężystość podsypki. Przekrój poprzeczny warstwy podsypki. Grubość warstwy. Materace. Szerokość warstwy. Zасыpywanie sztorców, okienek i wierzchu podkładów. Normalne przekroje poprzeczne podsypki na polskich drogach żelaznych.

Urządzenie podłoża dla podpór szynowych w postaci podsypki z piasku, żwiru lub szabru stosowane było na drogach żelaznych znacznie wcześniej, niż zaprowadzono na nich trakcję parową. Jednak w początkach budowy dróg żelaznych parowozowych poprzecznicę, na których opierały się szyny, często układano również bezpośrednio na torowisku, urządzone na gruncie stałym lub na nasypie. Taki sposób układania toru stosowany bywa również obecnie przy urządzeniu przenośnych kolei polowych, czasem także przy budowie dróg żelaznych w krajach, będących jeszcze w stanie pierwotnym, gdzie przewidywany jest ruch nieznaczny, podsypka zaś kosztuje drogo, lub wogóle niema na nią odpowiedniego materiału (rys. 183).

Niedogodności takiego ustroju szybko dały się we znaki. Podkłady włączały się w grunt, który rozmiękczała i unosiła ze sobą woda i który wogóle nie wytrzymał ich nacisku, wskutek czego utrzymanie toru w stanie należyтым było wielce utrudnione.



Rys. 183.

Budowa wierzchnia niektórych dróg żelaznych amerykańskich.

Położenie nie o wiele się polepszyło, gdy zaczęto stosować pod podkładami zagłębienia w torowisku, wypełnione gruboziarnistym piaskiem lub żwirem. Odprowadzenie bowiem wody z owych zagłębień w gruncie słabo przepuszczalnym było bardzo trudne, wskutek czego przy zamarzaniu wody grunt torowiska pęczniał, powodując stałe odkształcenia toru.

Tak więc potrzebę rozłożenia nacisku podkładów na torowisko możliwie jednostajnie, przy pomocy warstwy materiału łatwo przepuszczalnego i odpornego na wpływy atmosferyczne, a przytem nadającego się do utrzymania toru stale na wysokości projektowanej zapomocą podnoszenia czyli tak zwanego *podbijania* podkładów, w miarę ich osiadania, odczuwano od początku budowy dróg żelaznych i oceniano ważne znaczenie tej składowej części budowy wierzchniej.

Doświadczenie wykazało, że najlepsze *materiały na podsypkę*, to szaber, tłuczony z twardego kamienia, żwir i gruby piasek, lecz bez domieszki gliny.

Twardy szaber, złożony z kamyków, których wymiar największy nie przewyższa 5 cm, posiada wszelkie przymioty, jakich wymaga się od dobrej podsypki.

Przepuszcza on doskonale wodę, chropowate zaś powierzchnie i ostre krawędzie pojedynczych kamyków posiadają znaczne tarcie, wskutek czego szaber nie daje się wyprzeć z pod podkładów, które długo zachowują właściwe położenie. Szaber zbyt gruby utrudnia podbicie podkładów i z tego powodu należy go unikać. Szaber z kamienia wapiennego lub zwietrzałego rozpada się i miażdży przy podbijaniu i pod ciśnieniem podkładów, poczem staje się nieprzepuszczalnym.

Zagranicą stosują dość często na podsypkę szaber z zuzli, otrzymywanych z wielkich pieców, oraz szaber z gliny wypalanej. Materiały te, w szczególności zuzel, dają bardzo dobrą podsypkę.

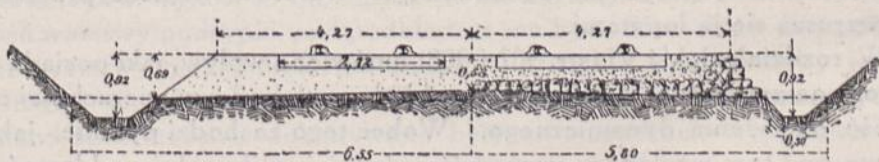
Należy zaznaczyć, że podkłady z miękkich gatunków drzewa psują się w szabrze wskutek wrzynania się w drzewo ostrych kamyków. Podkłady, podbite szabrem, dobrze stoją, zato samo podbijanie jest trudniejsze niż podbijanie balastem drobniejszym, jako to piaskiem lub żwirkiem.

Spoistość między cząsteczkami żwiru, zwłaszcza rzecznoego, jest bardzo słaba, wskutek czego trwałość podbicia podkładów żwirem jest mniejsza niż szabrem.

Według spostrzeżeń *Schubert'a*, na jeden litr podsypki zniszczonej pod podkładem (sproszkowanej do 2 mm ziarna i pyłu) przypada:

Przy podsypce:	Uderzeń oskarda:	Obciążenia koła (7t):
z szabru bazaltowego	422	184 000
„ piaskowcowego (waki)	444	200 000
„ kwarcytowego	322	278 000
„ diorytowego	245	310 000
„ granitowego	175	70 000
Średnio przy podsypce z szabru	336	173 666
Średnio przy podsypce ze żwiru arfowanego	142	4 900
Jedno uderzenie oskarda przypada na przejść koła:		
przy szabrze		517
przy żwirze arfowanym		35

Ze spostrzeżeń tych wynika, że żwir w podsypce wymaga średnio 15 razy więcej podbijania, niż szaber, niszczy się zaś od podbijania 2,4 razy więcej. Wskutek tego ubytek żwiru jest średnio około 35 razy większy niż szabru.



Rys. 184.
Budowa wierzchnia dróg żelaznych angielskich.

W miejscowościach, obfitujących w kamień, urządzają czasem podsypkę na podstawie z warstwy kamieni, a także ogradzają ją z boków ściankami z kamienia, bez wypełnienia spoin, aby woda mogła swobodnie ściekać (rys. 184).

Jeżeli jednak torowisko jest gliniaste, to niezbędne jest przykrycie go w pierw warstwą około 30 cm drobnego materiału, jako to piasku, żużli i t. p., gdyż glina wciska się w miejsca puste pomiędzy szabrem lub kamieniami i przeszkadza odprowadzeniu wody.

Żwir kopalny, zwykle zmieszany z grubym piaskiem, jest to bardzo dobry materiał na podsypkę, o ile nie zawiera znacznej domieszki gliny, zmniejszającej jego przepuszczalność.

Piasek drobny jest materiałem nieodpowiednim na podsypkę, ponieważ ciśnienie łatwo wypiera go z pod podkładów, oraz unosi go wiatr i woda. Unoszenie przez wiatr jest wadą ważną nie tylko ze względu na ubytek materiału, lecz również ze względu na psucie się z tego powodu taboru, grzanie się osi i t. p. Ponieważ jednak brak lepszego materiału odczuwać się daje w znacznej części Polski, między innymi na całym Polesiu, w wielu okolicach z konieczności wypada używać na podsypkę bardzo poślednich gatunków piasku. Na polskich drogach żelaznych znaczenia ogólnego niespełna 15% ogólnej długości torów jest ułożone na szabrze i około 45% na żwirze, reszta zaś, około 40%, na piasku grubym lub nawet drobnociarnym.

Dla ochrony drobnego piasku od wiatru i rozmycia zastosowano na wielu odcinkach pokrycie go cienką warstwą szabru. Ustrój ten przedstawia niedogodność pod tym względem, że przy podbijaniu podkładów należy za każdym razem zdejmować wierzchnią warstwę szabru, który przy tej robocie miesza się z piaskiem dolnej warstwy podsypki.

Szaber na podsypkę otrzymuje się przez tłuczenie ręczne lub maszynowe grubszego kamienia polnego lub otrzymywanego z kamieniołomów. Maszyny do tłuczenia kamienia stosowane są w krajach, gdzie praca ręczna jest bardzo kosztowna.

Do wydobywania żwiru i piasku rzeczno-gruntowego stosują niekiedy podnośnice szuflowe. U nas jednakże żwir dobowany jest prawie wyłącznie sposobem ręcznym, przeważnie z kopalń, położonych w bliskości linii kolejowej, dokąd przeprowadza się tory, po których żwir wywozi się pociągami.

Jeżeli za podsypkę, w braku lepszej, ma służyć zwykły piasek grubociarny, to często można go otrzymać przy robotach ziemnych z ukopów, tuż przy linii położonych. W wykopach piaszczystych pozostawiają w takich razach niewybraną warstwę, odpowiadającą grubości dolnej podsypki, do poziomu spodu podkładów, przyczem dla nadania tej warstwie większej przepuszczalności wznoszą się ją łopatami.

W rozdziałach V i VI (str. 307 i 308) omówiono wpływ, jaki posiada sztywność toru na zmniejszenie pracy części składowych budowy wierzchniej oraz na wielkość obciążenia dynamicznego. Wobec tego zachodzi pytanie, jaką rolę odgrywa pod tym względem *sprężystość podsypki* i o ile należy oddawać pierwszeństwo temu lub innemu rodzajowi podsypki, zależnie od tej własności.

Jeżeli przypuścimy, że na podsypkę zastosowano materiał bezwzględnie sztywny, to oczywiście *sprężystość toru* będzie w tym przypadku pozostawać w wyłącznej zależności od *sprężystości torowiska*, która będzie ciągle się zmieniać, zależnie od rodzaju budowy spodniej i od właściwości gruntu. Z tego

względu i dla uniknięcia nagłych zmian sprężystości toru, które musiałyby wpływać szkodliwie na spokój jazdy, podsyпка nie powinna być bezwzględnie sztywna, lecz winna posiadać pewną sprężystość, która, pozostając stałą, osłabiałaby wpływ niejednostajnego osiadania torowiska.

Sprawa ta jednakże posiada znaczenie teoretyczne tylko, ponieważ materiały, stosowane na podsyпkę, posiadają wogóle dość znaczną sprężystość, co do której dane przytoczono powyżej. W granicach zaś, w których sprężystość podsyпki się zmienia, nie może ona służyć za podstawę do oceny jego dobroci. Jakkolwiek możliwie większa i jednostajna sztywność toru jest pożądana, jednakże inne powyżej wymienione własności dobrej podsyпki należy uznać za ważniejsze od drobnych różnic w jego sprężystości, bowiem od przepuszczalności, należytej odporności na wpływy atmosferyczne i mechaniczne oraz od znacznego tarcia między cząsteczkami podsyпki zależy głównie zmniejszenie odkształceń stałych toru, od których zawisły jego stałość i wytrzymałość, a więc i wydatki na naprawę.

Wymiary warstwy podsyпki w przekroju poprzecznym winny przedewszystkiem czynić zadość warunkowi, aby ciśnienie na torowisko było o ile można jak najjednostajniej rozłożone w celu zmniejszenia wielkości tegoż ciśnienia. Z tego względu grubość warstwy podsyпki pod spodem podkładów powinna odpowiadać odległości między nimi oraz własnościom gruntu.



Rys. 185.

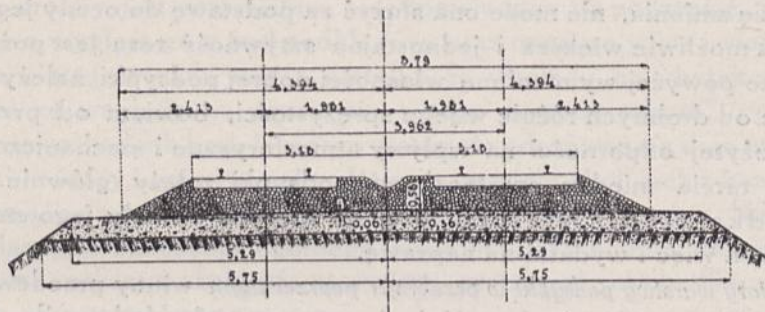


Rys. 186.

Wskutek jednostajnego ciśnienia podsyпki na torowisko, tworzą się w niem, w miejscach największego nacisku, nieckowate wgłębienia (rys. 185 i 186), które pociągają za sobą zastawanie się wody i wszystkie niepożądane stąd skutki. Według spostrzeżeń *Schubert'a* torowisko przestaje podlegać jakimkolwiek odkształceniom, nawet w razie najgorszego gruntu, gdy grubość warstwy podsyпki pod podkładem równa się odległości w świetle między sąsiednimi podkładami, powiększonej o 20 cm. Zgodnie z tem prawidłem, gdy odległość między osiami podkładów wynosi 85 cm, szerokość zaś każdego z nich równa się 25 cm, to grubość warstwy podsyпki pod podkładem ma być: $85 - 25 + 20 = 80$ cm. Usypanie warstwy podsyпki o tak znacznej grubości kosztowałoby jednak bardzo drogo i w rzeczywistości rzadko się praktykuje. Należy zaznaczyć, że wspomniane spostrzeżenia dokonywane były w warunkach wyjątkowo nieprzyjajnych.

Według innych spostrzeżeń tegoż *Schubert'a*, już gdy grubość warstwy podsyпki wynosiła 35 cm, znajdująca się pod nią warstwa miękkiej gliny garncarskiej pozostawała prawie zupełnie poziomą, a w każdym razie ściśnięcie gliny pod naciskiem podsyпki występowało na szerokości nie mniejszej jak 35 cm, licząc w każdą stronę od osi podkładu. Na zasadzie swych spostrzeżeń

Schubert wyprowadza wniosek, że przy odległości pomiędzy podkładami 95 do 75 cm, licząc oś od osi, grubość warstwy podsypki powinna w każdym razie wynosić nie mniej jak 40 do 30 cm, przy odległości zaś 75 do 55 cm nie mniej jak 30 do 20 cm. Jakkolwiek warstwa podsypki takiej grubości nie może oczywiście zabezpieczyć torowiska od przemarzania i odkształceń, które ono powoduje, to jednak można uznać na zasadzie praktyki, że w zwykłych warunkach jest ona dostateczna.



Rys. 187.

Dr. żel. New-York Central, Stany Zjedn. A. P.

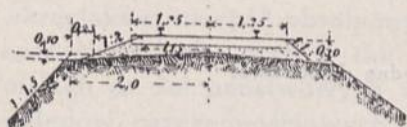
Inaczej się ma na pierwszorzędnym linjach przy stale zwiększającym się obciążeniu osi i ciężarze pociągów, zwłaszcza w wykopach gliniastych. Niezbędne bywa w tym przypadku zwiększenie grubości warstwy podsypki do 50 lub nawet do 60 cm pod podkładem przez dodanie warstwy dolnej z drobnego materiału, jako to piasku lub popiołków (t. zw. materaca) (rys. 187) w celu bardziej równomiernego rozłożenia na torowisko ciśnienia podkładu i zabezpieczenia warstwy górnej od zanieczyszczenia (por. str. 318). W razie gruntu bardzo niepewnego, układano na niektórych drogach zagranicznych pod zgrubioną warstwą balastu warstwę chudego betonu. Oczywiście, że w podobnych przypadkach posiada pierwszorzędne znaczenie dla stałości budowy wierzchniej należyte odwodnienie torowiska zapomocą rowów bocznych i sączek pod torowiskiem lub pod rowami.

Podobnie do tego, jak grubość warstwy podsypki winna być określona zależnie od odległości pomiędzy podkładami dla osiągnięcia równomiernego ciśnienia na torowisko, również szerokość warstwy podsypki winna odpowiadać ich długości. Na zasadzie spostrzeżeń Schubert'a można przyjąć, że przyzmat podsypki, przenoszący nacisk podkładu na torowisko, jest ograniczony stokami, których stromość jest nieco większa niż 1:1. Ponieważ pochylenie stoków podsypki przyjmuje się zwykle 1:1½ lub 1:2, przeto zwiększenie szerokości warstwy podsypki u góry po nad długość podkładów nie ma żadnego wpływu przy przenoszeniu ich nacisku na torowisko.

W praktyce na linjach pierwszorzędnym przyjęto zasypywać sztorce podkładów podsypką na szerokość 0,2 do 0,4 m. Zasypywanie sztorców nie jest jednakże niezbędne do stałości toru, gdyż nie ono, lecz tarcie podkładów o podsypkę, zabezpiecza tor od przesunięć bocznych. Tarcie to jest o wiele

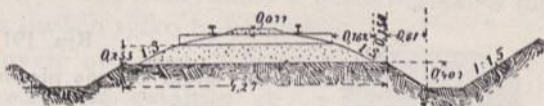
razy większe od oporu małego pryzmatu podsypki, o który opierają się sztorce podkładów i który ma znaczenie jako warstwa, ochraniająca torowisko od przemarzania, podkłady zaś od pękania.

Na drogach żelaznych drugorzędnych w Prusach szerokość warstwy podsypki po górze bywa równa, lub nawet cokolwiek mniejsza, od długości podkładów (rys. 188), w Ameryce zaś na wielu drogach żelaznych szerokość warstwy podsypki osiąga długości podkładów zaledwie tylko na poziomie ich spodu (rys. 189).



Rys. 188.

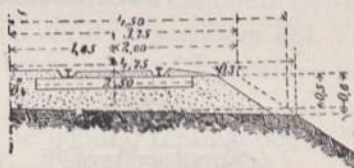
Drugorzędne drogi żelazne pruskie.



Rys. 189

Drugorzędne drogi żelazne amerykańskie.

Zасыpywanie okienek, t.j. przestrzeni pomiędzy podkładami do ich wierzchu, znacznie zwiększa stałość toru, ponieważ przeciwdziała uciekaniu szyn oraz podnoszeniu się podkładów. W celu przeciwdziałania uciekaniu szyn, łączy się je z podkładami zapomocą urządzeń, o których będzie mowa poniżej. Tym sposobem podłużnemu przesuwaniu się szyn opiera się cała masa podsypki, zawartej pomiędzy podkładami. Tarcie boków podkładów o podsypkę oraz ich ciężar przeciwdziałają podnoszeniu podkładów przez szyny przy zbliżaniu się taboru. Ruchy pionowe podkładów psują ich podbicie i rozdrabniają podsypkę, ważne jest więc przeciwdziałać tym ruchom nie tylko ze względu na spokojną jazdę, lecz również dla zmniejszenia kosztów utrzymania toru.



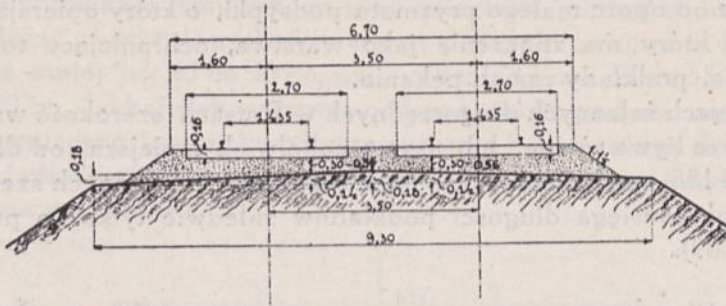
Rys. 190.

Francuskie dr. żel. Północne.

Na wielu drogach żelaznych zagranicznych praktykuje się *zасыpywanie wierzchu podkładów* (rys. 190), w celu ochrony ich o ile można od zmian temperatury i od wilgoci. Celowość podobnego zabezpieczenia podkładów nie jest dostatecznie stwierdzona, pokrywanie zaś podkładów podsypką utrudnia oględziny złączy szynowych. Jednakże nie ulega wątpliwości, że taki ustrój zwiększa stałość podkładów, a więc w typach budowy wierzchniej o szynach dwugłowych, ułożonych na wysokich siodelkach i wznoszących się dostatecznie wysoko nad podsypką, która w ten sposób nie przeszkadza dobijaniu klinów, pokrycie podkładów podsypką może okazać się pożytecznym.

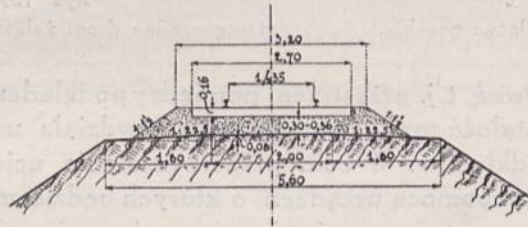
Normalne przekroje poprzeczne warstwy podsypki, stosowane na drogach żelaznych polskich, uwidocznione są na rys. 191, 192 i 193.

Według przepisów polskich (P. T. O.), na drogach żelaznych znaczenia ogólnego, grubość warstwy podsypki, mierzona od podstawy szyn, winna wynosić, zależnie od materiału budowy spodniej, rodzaju podsypki i rozstępu podkładów, od 35 do 50 cm. W torach stacyjnych i na kolejach drugorzędnych grubość ta może



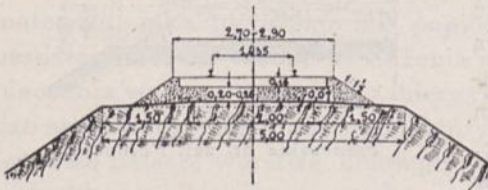
Rys. 191 a.

Polskie drogi żelazne pierwszorzędne dwutorowe.



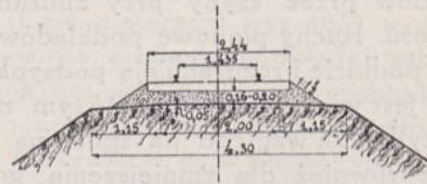
Rys. 191 b.

Polskie drogi żelazne pierwszorzędne jednotorowe.



Rys. 192.

Polskie drogi żelazne drugorzędne.



Rys. 193.

Polskie drogi żelazne znaczenia miejscowego
(trzeciorzędne).

być zmniejszona, lecz nie więcej niż odpowiednio o 5 do 8 cm. Szerokość górnej powierzchni podsypki winna być większa od długości podkładów: na liniach pierwszorzędnych conajmniej o 50 cm., na drugorzędnych zaś conajmniej o 30 cm. Boczne stoki podsypki winny mieć pochylenie 1:1,5.

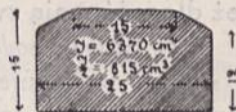
Na drogach żelaznych znaczenia miejscowego (P. T. M.), grubość warstwy podsypki, mierzona od spodu podkładu pod szyną, winna wynosić conajmniej 13 cm, na gruntach zaś gliniastych conajmniej 20 cm. Pod torami, po których nie przechodzą pociągi, warstwa podsypki może być zmniejszona lub zupełnie zaniechana. Zасыpywanie okienek pomiędzy podkładami nie jest obowiązkowe na prostych poza stacjami przy pochyleniu podłużnym mniejszym niż 2‰. W torach normalnej szerokości, szerokość górnej powierzchni podsypki nie powinna być mniejsza jak 2,44 m (najmniejsza długość podkładów), w torach zaś o szerokości 1,00, 0,75 i 0,60 m odpowiednio nie mniejsza jak 2,1, 1,8, i 1,5 m.

ROZDZIAŁ VIII.

Podkłady.

1. Podkłady drewniane; ich kształt i wymiary. Zaciosywanie i nawiercanie podkładów. Rodzaje drzewa używanego do wyrobu podkładów; warunki, którym odpowiadać winno. Suszenie i zapobieganie pękaniu podkładów.

Kształt podkładów w przekroju poprzecznym bywa zwykle prostokątny z niewielkimi oflisami (rys. 194) lub beczkowaty, otrzymany z półokrągłaków lub z okrągłaków nawpół obrobionych z dwóch tylko boków naprzeciwległych, czyli z tak zwanych oflisaków. Na Polskich dr. żel. państwowych stosowane są ostatnio ze względów oszczędnościowych przeważnie podkłady nawpół obrobione (rys. 196).



Rys. 194

Typ podkładu obrobionego z czterech boków (dr. żel. W. W.).

Przy wyrobie podkładów w lesie dolna część kłoca rozpiłowuje się na podkłady półokrągłe, z górnej zaś części kłoca, po obrobieniu dwóch płaszczyzn, otrzymują się podkłady oflisaki. Wskutek tego na jednej i tej samej linii kolejowej często stosowane są jednocześnie oba pomienione typy podkładów. Dla uniknięcia niejednostajnego osiadania toru należy baczyć, aby podkłady każdego z tych typów były układane oddzielnie, dłuższymi odstępami.

Długość podkładów jest zależna od szerokości toru, od ciśnienia podkładu na podsypkę i od jego odkształcenia przy wygięciu pod naciskiem kół. Teoria wskazuje (p. str. 286 i 294), że przy normalnej szerokości toru, dla uniknięcia odkształcenia tegoż, długość podkładów winna wynosić około 2,7 m. Spostrzeżenia i długoletnia praktyka kolejowa stwierdziły, że wymiar ten jest odpowiedni. W Anglii od samego początku budowy dróg żelaznych parowozowych przyjęto długość podkładów na 2,74 m (9'). Na innych zagranicznych drogach żelaznych długość podkładów wynosiła do niedawna przeważnie około 2,44 m (8').

Podkłady krótkie, w celu uniknięcia niestałego położenia oraz większego osiadania na końcach niż po środku, wypada podbijać nierównomiernie, a mianowicie na końcach i pod szyną mocniej, niż po środku. Z tego powodu największe ciśnienie na podsypkę otrzymuje się przy krótkich podkładach znacznie większe niż przy długich, co jest przyczyną częstego osiadania toru.

Wymiary poprzecznego przekroju podkładu winny być takie, ażeby: a) ciśnienie jego na podsypkę nie przekraczało pewnych granic, przy których zachowaniu należyta stateczność toru i trwałość podbicia podkładu, w zależności od rodzaju podsypki, byłyby zapewnione; b) nacisk szyny na podkład nie wywoływał zgniecenia drzewa, w razie zaś ułożenia szyn na podkładach lub siodełkach, aby szerokość podkładu po wierzchu była dostateczna do ich pomieszczenia; c) sztywność podkładu była o tyle dostateczna, aby nie pozwalała na zbyt jego wygięcie pod wpływem obciążenia i aby rozkład ciśnienia na podsypkę nie był zbyt nierównomierny.

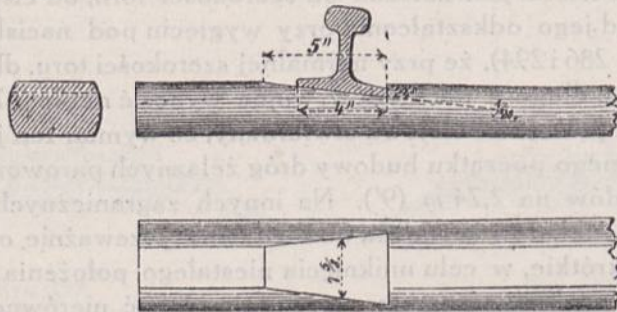
a) Na liniach kolejowych pierwszorzędnych polskich i zagranicznych szerokość dolnej podstawy podkładów wynosi od 22 do 28 cm. Szersze podkłady kosztowałyby zbyt drogo i podbijanie ich byłoby utrudnione.

b) Wytrzymałość drzewa na zgniecenie prostopadle do włókien wynosi około 270 kg/cm^2 , granica zaś sprężystości w przybliżeniu trzy razy mniej, t. j. około 90 kg/cm^2 . Przyjmując, że największy nacisk szyny (wskutek obciążenia dynamicznego) wynosi 10 t i szerokość podstawy szyny 10 cm , otrzymamy, że dla uniknięcia zgniecenia drzewa pod podstawą szyny szerokość podkładu po wierzchu winna wynosić conajmniej $\frac{10000}{90 \times 10} = 11 \text{ cm}$.

Ze względu, że nacisk szyny rozłożony jest nierównomiernie, pożądane jest, aby szerokość podkładu po wierzchu była nie mniejsza jak 15 cm . Taką też długość mają zwykle podkładki.

c) Grubość podkładów wynosi zwykle 13 do 15 cm .

Jak wykazuje obliczenie, w podkładzie, mającym grubość 13 cm , i inne wymiary, jakie się stosują w praktyce, naprężenie materiału, obliczone przy statycznym nacisku koła $7,5 \text{ t}$ według momentów gnących, wyrażonych wzorami (141), dosięga 100 kg/cm^2 , a więc w razie zwiększenia nacisku koła wskutek przyczyn dynamicznych naprężenie to jest bliskie granicy sprężystości dla drzewa na zginanie (200 kg/cm^2). Z tego powodu, oraz wskutek zbyt-niej giętkości i lekkości podkładów cienkich, pożądane jest, aby grubość ich wynosiła przynajmniej 15 cm . W rzeczywistości grubość podkładów, przyjęta na pierwszorzędnym linjach kolejowych polskich i zagranicznych, wynosi od 13 do 16 cm .



Rys. 195.

Gdy szyny są układane bezpośrednio na podkładach albo na podkładkach jednakowej grubości, to dla nadania szynie pochylenia poprzecznego ku osi toru podkłady winny być odpowiednio zaciosane w miejscach, w których przypada podstawa szyny (rys. 195). *Zaciosywanie podkładów* wykonywa się ręcznie za pomocą piły i ciesaka (topora motykowatego) albo też na specjalnych obrabiarkach.

Zaciosanie podkładów, chociażby najstaranniejsze wykonane, przyczynia się do zastoju wody i dopomaga przenikaniu jej do wnętrza drzewa, w tym właśnie miejscu, gdzie ono najbardziej podlega zużyciu mechanicznemu. Tymczasem zaciosywanie tego można uniknąć nie tylko w typie budowy wierzchniej z szyną o dwóch główkach, spoczywającej w siodełkach z żelaza lanego, lecz także w typie z szyną o podstawie płaskiej, jeżeli na podkładach będą ułożone podkładki o przekroju klinowatym.

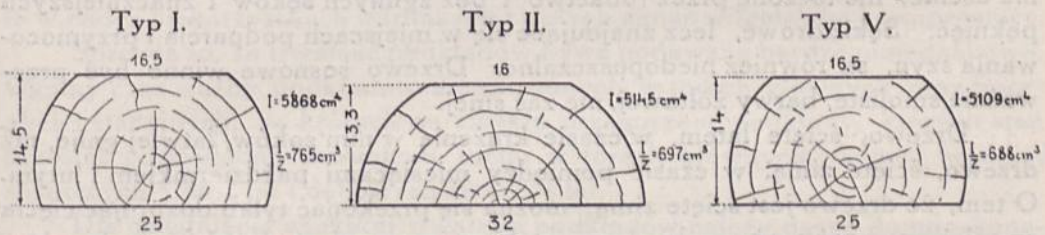
Jeżeli szynę przytwierdza się do podkładu zapomocą wkrętów, a nawet jeżeli przymocowuje się ją hakami, lecz podkłady wyrobione są z drzewa twardego i łatwo pękającego, jakim jest dębina, to w podkładach należy uprzednio nawiercić otwory średnicy cokolwiek mniejszej, niż grubość haka lub rdzenia śruby. *Nawiercanie otworów* w podkładach dokonywa się świdrami ręcznymi, jednocześnie z układaniem toru, albo przy pomocy specjalnych przyrządów.

Na drogach żelaznych zagranicznych używane są maszyny z motorami parowymi, na których zaciosywanie podkładów i wiercenie w nich otworów dokonywa się jednocześnie, podawanie zaś podkładów na maszynę odbywa się automatycznie. U nas stosowane są dotąd sposoby ręczne.

Według przepisów polskich (P. T. O.), na drogach żelaznych znaczenia ogólnego długość podkładów na liniach pierwszorzędnych winna wynosić w zasadniczych torach głównych 2,70 m, na liniach zaś drugorzędnych i w pozostałych torach stacyjnych linii pierwszorzędnych może być zmniejszona do 2,50 m. Wymiary przekroju poprzecznego podkładów winny odpowiadać przepisom ministerjum kolei żelaznych.

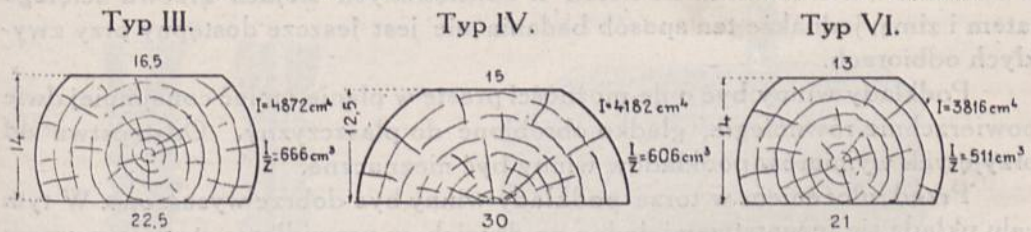
Normalne typy podkładów Polskich dr. żel. państwowych podano na rys. 196.

A. Podkłady dł. 2,70 m dla szlaków pierwszorzędnych
a. sosnowe lub dębowe. b. wyłącznie dębowe,



B. Podkłady dł. 2,60 m dla szlaków drugorzędnych,
sosnowe lub dębowe.

C. Podkłady dł. 2,60 m
dla torów stacyjnych,
sosnowe lub dębowe.



Rys. 196.

Normalne typy podkładów Polskich dr. żel. państwowych.

Na podsypce szabrowej i żwirowej winny być stosowane podkłady typów I, III i V (z oflisaków), na piaskowej zaś typów II i IV (z półokrągłaków).

Na drogach żelaznych znaczenia miejscowego (P. T. M.), długość podkładów winna wynosić co najmniej przy torze normalnym 2,44 m, przy torze zaś wąskim 1 m, 0,75 m i 0,6 m odpowiednio 1,8 m, 1,5 m i 1,2 m. Szerokość podkładu winna być taka, aby ciśnienie na podsypkę, w przypuszczeniu, że podkład przyjmuje całkowity nacisk statyczny osi nad nim położonej i przenosi go na podsypkę równomiernie

całą swoją podstawą, nie przewyższało 2 kg/cm^2 ¹⁾). Szerokość podkładu nie ma być w żadnym razie mniejsza jak 170 mm . Grubość podkładów na kolejach, na których nacisk osi taboru jest większy niż 10 t , winna być nie mniejsza jak 130 mm , na pozostałych zaś kolejach nie mniejsza jak 110 mm dla podkładów sosnowych i 100 mm dla podkładów dębowych.

Z rodzajów drzewa, napotykanych w Europie, najlepsza do wyrobu podkładów jest dębina. Wytrzymuje ona dobrze ciśnienie szyny i opiera się gniciu, mocno trzyma haki czy wkręty, które przytwierdzona jest szyna, wreszcie jest stosunkowo ciężka, co zwiększa stateczność toru.

Sośnina jest znacznie miększa niż dębina i szybciej gnije, jednakże znajduje się w Polsce w dużej obfitości. Podkład sosnowy kosztuje u nas prawie o połowę taniej niż dębowy. Sprawia to, że na polskich drogach żelaznych z ogólnej ilości podkładów drewnianych około 80% stanowią podkłady sosnowe, pozostałe zaś są przeważnie dębowe.

Z innych rodzajów drzewa, używanych w Polsce na podkłady, należy wymienić buk i jodłę. Buczyna, chociaż twarda, bardzo prędko gnije, dlatego też używa się na podkłady wyłącznie po uprzednim nasyceniu. Jedlina, jako miękka i nietrwała, używa się tylko w braku innego odpowiedniejszego materiału, w torach stacyjnych i na linjach drugorzędnych.

Drzewo na podkłady winno być zdrowe, o słoju gęstym, zimowego cięcia, nie uschłe, nie toczone przez robactwo i bez zgniłych sęków i znaczniejszych pęknięć. Sęki zdrowe, lecz znajdujące się w miejscach podparcia i przymocowania szyn, są również niedopuszczalne. Drzewo sosnowe winno być przeważnie smoliste, barwy żółtawej, nie zaś sinej.

Drzewo, ścięte latem, w czasie krążenia w nim soków, łatwiej gnije, niż drzewo, ścięte zimą, w czasie pomiędzy miesiącami październikiem i lutym. O tem, że drzewo jest ścięte zimą, można się przekonać tylko dozorując cięcia na miejscu, ponieważ na oko drzewo takie nie posiada żadnych cech charakterystycznych. Przy pomocy badań mikroskopowych odkryto wprawdzie różnice w kształcie i zabarwieniu komórek w zewnętrznych słojach drzewa ściętego latem i zimą, jednakże ten sposób badania nie jest jeszcze dostępny przy zwykłych odbiorach.

Podkłady winny być o ile możności proste w planie i mieć conajmniej dwie powierzchnie równoległe, gładko obrobione do płaszczyzny. Odstępstwa od przyjętych wymiarów podkładów winny być nieznaczne.

Przed ułożeniem w torze podkłady winny być dobrze wysuszone. W tym celu układa się je warstwami, jedno na drugim, w prawidłowe stosy, przyczem dla ochrony od deszczu górny szereg podkładów układa się ze spadkiem.



Rys. 197.

W dębinie tworzą się przy wysychaniu liczne pęknięcia. Dla zapobieżenia pękaniu w sztorce podkładów należy zabijać klamry z blachy żelaznej w kształcie litery S (rys. 197).

¹⁾ Przyjmując nacisk szyny około $0,55$ nacisku koła, największy nacisk dynamiczny koła około $2,4$ nacisku statycznego, największe zaś ciśnienie podstawy podkładu na podsypkę o 12% większe od średniego, otrzymamy, że warunek ten odpowiada w przybliżeniu ograniczeniu największego ciśnienia rzeczywistego na podsypkę do $2 \times 0,55 \times 2,4 \times 1,12 \approx 3,0 \text{ kg/cm}^2$.

2. Trwałość podkładów drewnianych; zależność jej od typu budowy wierzchniej. Korki Collet'a. Nasywanie podkładów. Substancje przeciwgnilne. Nasywanie chlorkiem cynku i kreozotem; ilość wchłanianego antyseptyku. Sposoby oszczędnościowe. Trwałość podkładów nasyconych. Koszt nasycania.

Trwałość podkładów posiada dla drogi żelaznej ważne znaczenie ekonomiczne. Chociaż koszt pierwotny podkładów dębowych stanowi w przybliżeniu czwartą część, szyn zaś stalowych połowę ogólnego kosztu budowy wierzchniej, to jednak trwałość pierwszych jest 2 do 3 razy mniejsza niż drugich. Oprócz tego należy zauważyć, że szyny zużyte tracą, według istniejących cen starego materiału, nie więcej nad $\frac{1}{3}$ kosztu nabycia, gdy tymczasem podkład zużyty, wyjęty z toru, nie posiada prawie żadnej wartości. Wobec tego i biorąc pod uwagę termin umorzenia pierwotnych kosztów nabycia szyn i podkładów, okazuje się, że roczna wartość podkładów i szyn jest prawie jednakowa.

Trwałość podkładów drewnianych zależy nie tylko od gatunku i dobroci drzewa, lecz również od typu szyn i przyborów do ich łączenia i przytwierdzenia, czyli tak zwanych złączek. Jeżeli szyny są słabe i ułożone bez podkładek, to podkłady podlegają łatwo uszkodzeniom mechanicznym i mogą stać się niezdatne do dalszego użycia wskutek zmiążdżenia włókien drzewnych pod szyną i częstego przebijania haków. W innych przypadkach o trwałości podkładów stanowi odporność przeciw gniciu drzewa, z którego są wyrobione, które pracuje w nader niekorzystnych warunkach ciągłych zmian wilgotności i temperatury.

Sprawia to, że trwałość podkładów bywa podawana bardzo niejednakowo. Ogólny czas służby podkładów nienasyconych w torach głównych oraz bocznych i stacyjnych, do których są zwykle przenoszone podkłady, których stan przestał odpowiadać warunkom ruchu w torach głównych, wynosi średnio: sosnowych 5 do 7 lat i dębowych 10 do 14 lat.

Dla osiągnięcia większej trwałości podkładów należy dążyć do udoskonalenia typu szyn i złączek i do zabezpieczenia podkładów od zniszczenia mechanicznego,



Rys. 198.

dopóki drzewo nie uległo zepsuciu. Jako jeden ze środków takiego zabezpieczenia podkładów z drzewa miękkich gatunków, stosowane są zagranicą korki Collet'a. Korki te (rys. 198) wyrabiane są z nasyconego drzewa bukowego lub innego twardego i posiadają gwint do wkręcania korków w miejscach, gdzie przypadają haki lub wkręty, przytwierdzające szyny do podkładów. Praktyka wykazała, że te korki, wkręczone w pokłady nowe z drzewa miękkiego lub w nad-

psute już wskutek częstego przebijania, doskonale opierają się wrywaniu haków i wkrętów, przez co zabezpieczają podkład od zniszczenia mechanicznego i zwiększają jego trwałość.

Jeżeli sposoby konstrukcyjne, zapobiegające przedwczesnemu zużyciu podkładów wskutek zepsucia mechanicznego, zostały już zastosowane, to jedynym środkiem dalszego zwiększenia trwałości podkładów jest zabezpieczenie ich od gnicia.

Dla kontroli trwałości podkładów znaczy się je przez wypalenie stemplem roku ułożenia podkładu w tor, albo lepiej, przez wbicie w środek górnej powierzchni podkładu znaczka metalowego z numerem.

Przyczyną gnicia drzewa jest rozkład soków drzewnych pod wpływem powietrza. Usuwając soki drzewne zapomocą suszenia i wyparzenia podkładu, można go uczynić odporniejszym na gnicie. Ponieważ jednak środki te nie są w stanie usunąć ciał białkowatych z środkowych części podkładu, więc środkiem bardziej skutecznym jest *nasycanie podkładów* substancjami przeciwnilnymi, zobojętniającymi obecność białka.

Do nasycania podkładów używa się sublimatu, siarczanu miedzi, chlorku cynku lub kreozotu. Sublimat i siarczan miedzi wychodzą obecnie z użycia, pierwszy ze względu na wpływ szkodliwy, jaki wywiera na zdrowie robotników, drugi zaś z powodu, że okazał się mało skutecznym. Z dwóch pozostałych substancji smoła kreozotowa chroni drzewo od gnicia daleko lepiej, niż roztwór chlorku cynku, który zczasem wypłukuje się z drzewa, jednakże smoła ta, otrzymywana jako produkt poboczny przy fabrykacji gazu świetlnego i koksu, kosztuje mniej więcej dziesięć razy drożej, niż roztwór chlorku cynku.

Według warunków technicznych dr. żel. pruskich, przy temperaturze 40° C smoła kreozotowa do nasycania podkładów winna być zupełnie przezroczysta, przy dystylacji zaś i temperaturze 235° C przekraplać się w ilości nie więcej jak 25%. Zawartość kwasu karbolowego winna wynosić conajmniej 6%.

Chlorek cynku stosuje się w roztworze 1 : 25 do 1 : 60.

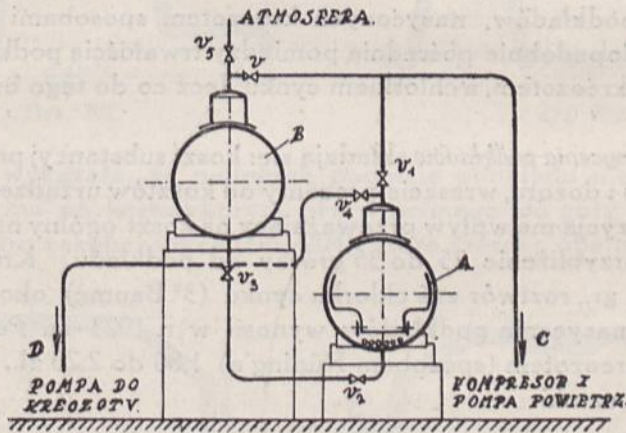
Nasycanie chlorkiem cynku, również jak i *kreozotem*, odbywa się sposobami dość zbliżonymi. Podkłady, przeznaczone do nasycenia, wtacza się na wózkach do dużego kotła żelaznego, w którym odbywa się najpierw ich wyparzenie (przy nasycaniu chlorkiem cynku) lub też suszenie (przy nasycaniu kreozotem), trwające 1 do 2 godzin przy temperaturze około 100° C. W ten sposób usuwa się z podkładów część soków drzewnych. Następnie w celu zupełniejszego usunięcia tychże soków wypompowuje się z kotła powietrze, po pewnym zaś czasie wprowadza się do niego płyn przeciwnilny. Po napełnieniu kotła pozostawia się zawarty w nim płyn z podkładami pod ciśnieniem 6 do 10 atmosfer w ciągu 1 do 3 godzin.

Ilość płynu przeciwnilnego, który wchłania drzewo, jest bardzo różna w zależności od gatunku drzewa i jego suchości. Rdzeń drzewa nasycy się znacznie gorzej, niż biel. Zwiększając ciśnienie w kotle i okres jego trwania, można wtłoczyć w drzewo znacznie większą ilość płynu. Drzewo sosnowe wchłania przeciętnie 200 do 300 kg roztworu chlorku cynku lub 150 do 250 kg kreozotu, dębowe

zaś 100 do 150 kg roztworu chlorku cynku lub 75 do 100 kg kreozotu na metr sześcienny (około 10 podkładów). Podkłady sosnowe nasycają się o wiele równomierniej, niż dębowe, które przyjmują płyn tylko we włóknach zewnętrznych. Najwięcej płynu przyjmuje buk.

Wymagania co do ilości płynu przeciwnie, który ma przyjąć podkład, są w różnych krajach bardzo niejednakowe. Tak naprz. przy nasycaniu całkowicie kreozotem ilość jego na jeden podkład dębowy winna wynosić według przepisów dróg żelaznych francuskich 5 do 7 kg, dróg zaś pruskich 11 kg; na jeden podkład sosnowy, według przepisów dróg żelaznych angielskich 18 do 22 kg, dróg zaś pruskich 36 kg, i t. p.

W celu zmniejszenia kosztów nasycania kreozotem stosuje się różne sposoby oszczędnościowe, mające na celu równomierne doprowadzenie kreozotu do wszystkich tkanek drzewnych, lecz w mniejszej ilości. Osiąga się to przez nasycanie mieszaniną chlorku cynku i kreozotu, przez nasycanie dwukrotne, najpierw chlorkiem cynku, następnie zaś kreozotem, lub wreszcie przez nasycanie samym kreozotem z następnem odpompowaniem jego nadmiaru. Wszystkie te sposoby są tak obmyślane, aby drzewo przyjęło nie mniej jak pewną ilość kreozotu, wynoszącą mniej więcej dla podkładu dębowego 4 do 5 kg, dla sosnowego 6 do 7 kg i dla bukowego 12 do 16 kg.



Rys. 199.

Schemat urządzenia do nasycania podkładów syst. Rüping'a.

W Anglii i Francji podkłady są nasycane prawie wyłącznie kreozotem. Również w Niemczech kreozot jest przeważnie w użyciu, lecz z zastosowaniem różnych sposobów oszczędnościowych, z których najbardziej rozpowszechniony jest sposób Rüping'a. Według tego sposobu, suche podkłady, włożone do cylindra A (rys. 199), nie są poddawane działaniu powietrza rozrzedzonego, lecz przeciwnie ściśnionego do $1\frac{1}{2}$ — 4 atm., które wypełnia tkanki drzewa. Następnie cylinder A napelnia się ze zbiorniką B kreozotem, ogrzanym do 100°C , i ciśnienie w cylindrze zwiększa się, w zależności od rodzaju drzewa, do $5\frac{1}{2}$ — 7 atm. Pod tem ciśnieniem drzewo pozostaje w ciągu 1 do 3 godzin, poczem cylinder łączy

się z atmosferą, kreozot zaś spuszcza się. Przy tem powietrze, zgęszczone w tkankach drzewnych, rozszerza się i wypycha z nich kreozot, którego tylko cienka powłoka na tkankach pozostaje. Wreszcie, w celu lepszego odzyskania nadmiaru kreozotu, powietrze w cylindrze rozrzedza się zapomocą pompy, przewodem C. Do wykonania tych czynności służą, prócz pomp, wentyle $v - v_5$.

Na polskich dr. żel. państwowych, które spotrzebowywały rocznie przeszło 3 miliony podkładów, są one nasycone (w ilości około 2 milionów sztuk rocznie) poczęści kreozotem, sposobem oszczędnościowym Rüping'a, poczęści zaś chlorkiem cynku i, tytułem próby, innemi jeszcze substancjami.

Odpowiednio do wartości antyseptycznej i ilości płynu, wchłanianego przez rozmaite gatunki drzewa, zwiększa się *trwałość podkładów nasyconych*. Podkłady sosnowe, nasycone chlorkiem cynku, mogą służyć dwa razy dłużej, dębowe zaś nie więcej jak półtora raza dłużej niż nienasycone. Podkłady sosnowe, całkowicie nasycone kreozotem, służą w Anglii, w torach z szyn typu Stephenson'a, lat 20 i są zwykle wymieniane jednocześnie z szynami. Podkłady dębowe, nasycone kreozotem, służą na dr. żel. francuskich lat 25. Podkłady bukowe nienasycone wytrzymują w torze zaledwie dwa do trzech lat, po nasyceniu zaś kreozotem służą dłużej niż dębowe. Zresztą, jak już zaznaczono, trwałość podkładów zależy w znacznym stopniu od tego, o ile są one zabezpieczone od zepsucia mechanicznego.

Trwałość podkładów, nasyconych kreozotem sposobami oszczędnościowymi, jest prawdopodobnie pośrednia pomiędzy trwałością podkładów, nasyconych całkowicie kreozotem, a chlorkiem cynku, lecz co do tego brak jest jeszcze danych.

Na *koszta nasycenia podkładów* składają się: koszt substancyj przeciwgnilnych, koszt robocizny i dozoru, wreszcie procenty od kosztów urządzeń i ich umorzenie. Pierwsza pozycja ma wpływ przeważający na koszt ogólny nasycenia. Pozostałe wynoszą przybliżenie 25 do 35 groszy od podkładu. Kreozot kosztuje obecnie 23 do 28 gr., roztwór zaś chlorku cynku (3° Baumé) około 2,3 gr. za kg. Całkowity koszt nasycenia podkładów wynosił w r. 1923 na Polskich dr. żel. państwowych: kreozotem (sposobem Rüping'a) 1,80 do 2,20 zł., zaś chlorkiem cynku 1,16 zł. od sztuki.

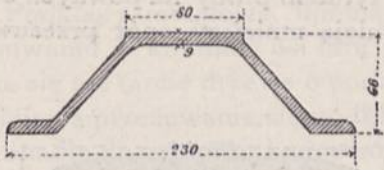
3. Podkłady metalowe; ich typy ze względu na kształt w przekroju poprzecznym. Wymiary i kształt podłużny podkładów metalowych. Ciężar podkładów metalowych; ich trwałość i warunki zastosowania. Porównanie podkładów drewnianych i metalowych. Podkłady żelazno-betonowe.

Olbrzymie zapotrzebowanie podkładów, zwiększające się z każdym rokiem w miarę rozwoju sieci kolejowej, oraz wzrastająca cena drzewa, przynęcały z jednej strony do wynalezienia sposobów przedłużenia okresu służby podkładów drewnianych, z drugiej zaś strony nasunęły myśl zastosowania podkładów metalowych zamiast drewnianych. Do zastosowania żelaza i stali miękkiej do wyrobu podkładów przyczyniły się w znacznym stopniu rozwój przemysłu hutniczego, oraz udoskonalenie sposobów wyrabiania tych metali.

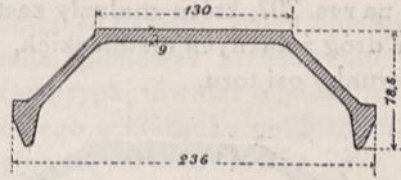
Podkłady żelazne zastosowano po raz pierwszy w większym zakresie w szóstym dziesiątku zeszłego stulecia na drogach żelaznych francuskich. Wy-

należące wówczas poprzecznicę *Vautherin'a* (rys. 200) były w użyciu we Francji, Belgii i Niemczech.

Kształt przekroju poprzecznego podkładów metalowych uległ w następstwie zmianom, polegającym głównie na usunięciu dolnych pasków poziomych, które

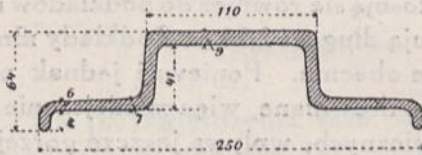


Rys. 200.

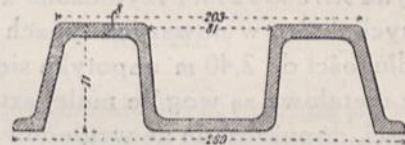


Rys. 201.

opierały się na balaście i przeszkadzały podbiciu środka podkładu. Paski te zastąpiono klinowatymi zgrubieniami (rys. 201). Z tegoż powodu, oraz wskutek tego, że objętość balastu, który obejmował podkład, była zbyt mała, przekroje, uwidocznione na rys. 202 i 203, okazały się również niepraktycznymi.



Rys. 202.

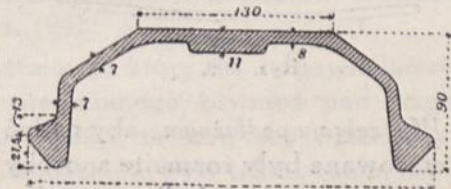


Rys. 203.

Praktyka wykazała, że najlepsze podbicie podkładu metalowego da się osiągnąć, gdy ma on kształt koryta przewróconego do góry dnem, o bokach pionowych i ostro zakończonych (rys. 204), które szeroko obejmują balast.



Rys. 204.



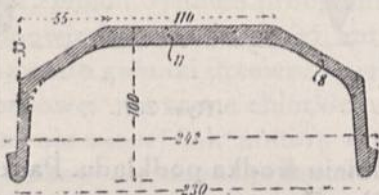
Rys. 205.

Przy projektowaniu przekrojów, uwidoczonych na rys. 202 i 203, miało na względzie zwiększenie sztywności oraz wytrzymałości podkładów zapomocą przeniesienia części materiału poniżej osi obojętnej. W przekrojach korytkowych starano się osiągnąć tenże cel zapomocą zgrubienia krawędzi dolnych (rys. 205), przez co otrzymuje się również wzmocnienie tych krawędzi, ważne ze względu na możliwość wygięcia i uszkodzeń przy podbijaniu.

Według mniemania niektórych techników, duże zgrubienia dolnych krawędzi podkładów niszczą balast, powodując jego miażdżenie, wskutek czego

w późniejszych czasach największe rozpowszechnienie znalazł przekrój, uwidoczniony na rys. 206.

Schubert, który wykonał szereg spostrzeżeń w celu wyjaśnienia, o ile rozmaite typy podkładów metalowych dają się dogodnie i trwale podbijać, otrzymał szczególnie korzystne wyniki z podkładami o przekroju, uwidocznionym na rys. 207, które znalazły zastosowanie tytułem próby na pewnych odcinkach dróg żelaznych niemieckich, lecz ujawniają mniejszy opór przesuwaniu w kierunku osi toru.

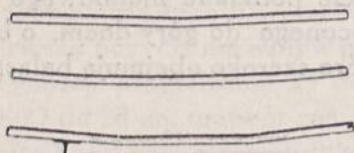


Rys. 206.

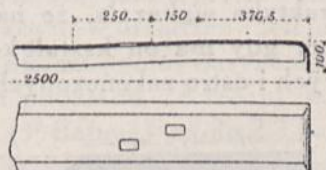


Rys. 207.

Najodpowiedniejsza *długość podkładów kolejowych* była już uzasadniona powyżej na str. 286 i 294. Przytoczone zasady stosują się również do podkładów metalowych, które w nowszych typach otrzymują długość 2,70 m. Podkłady mniejszej długości do 2,40 m napotyka się jeszcze obecnie. Ponieważ jednak podkłady metalowe są wogóle mniej sztywne niż drewniane, więc zmniejszenie ich długości, dopuszczane ze względów ekonomicznych, wpływa jeszcze gorzej na stateczność toru i koszt jego utrzymania, niż niedostateczna długość podkładów drewnianych.



Rys. 208.



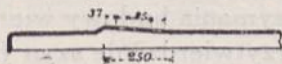
Rys. 209.

W przekroju podłużnym, aby nadać szynom pochylenie poprzeczne ku osi toru, stosowane były rozmaite sposoby wyginania podkładów metalowych, jako to: pod kątem o wierzchołku w środku podkładu, po linii łamanej o części poziomej po środku, lub wreszcie po łuku koła (rys. 208). Praktyka wykazała, że każde wygięcie podkładu, w szczególności zaś wzniesienie do góry jego końców, utrudnia jednostajne podbicie podkładu i wpływa ujemnie na jego stateczność. Dla uniknięcia tych wad próbowano wyginać podkłady w czterech miejscach, a mianowicie tak, aby środek i końce podkładów pozostawały poziomymi (rys. 209).

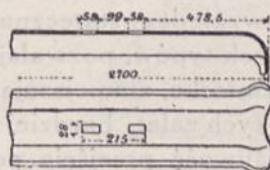
Gdy zaczęto wyrabiać podkłady metalowe z żelaza zlewne (stali miękkiej), to okazało się możliwym otrzymać pod szyną powierzchnie pochyle za pomocą wytłaczania, pozostawiając podkład prostym na całej pozostałej długości (rys 210).

W ostatnich czasach uznano jednak za najodpowiedniejsze stosowanie w tym celu podkładek klinowatych, ponieważ tym sposobem nie tylko unika się dodatkowego naprężenia materiału wskutek wygięcia podkładu, co przyczynia się do powstawania w nim rys i pęknięć, lecz również oszczędza się zużycie jego powierzchni górnej, narażonej na ścieranie podstawą szyny.

Podkłady metalowe, ujmując pewną objętość balastu, lepiej opierają się przesuwaniu w kierunku osi toru niż drewniane, ponieważ przesuwaniu temu opiera się nie tarcie drzewa o podsypkę, lecz podsypki również o podsypkę. Dla utrudnienia przesuwania się podkładu metalowego w kierunku podłużnym, t. j. prostopadle do osi toru, końce podkładu zagina się ku dołowi (rys. 209). Od czasu, gdy do wyrobu podkładów metalowych stosuje się żelazo zlewne (stal miękka), zagięcie końców wykonywa się zapomocą wytłaczania (rys. 211).



Rys. 210.



Rys. 211.

Dla przytwierdzenia szyn do podkładów metalowych, przebija się w nich otwory prostokątne (rys. 211), przez które przechodzą śruby lub inne złączki, służące do umocowania szyny. Ze względu na znaczny nacisk, jaki wywierają złączki na krawędzie tych otworów, i ponieważ osłabiają one ściankę wierzchnią podkładu, ścianka ta miewa większą grubość niż boki (rys. 204, 206), lub otrzymuje zgubienie w części środkowej, gdzie umieszczone są otwory (rys. 205).

Jak widać z rys. 204 i 206, obrys zewnętrzny nowszych typów podkładów metalowych zbliżył się stopniowo do górnego obrysu podkładu drewnianego o przekroju prostokątnym z oflisami (rys. 194).

Praktyka wykazała, że podkład metalowy, który ma odpowiadać swemu przeznaczeniu, winien zbliżać się do drewnianego również pod względem sztywności. Dla osiągnięcia takiej sztywności, to jest, aby ugięcie, a więc i osiadanie podkładu metalowego pod obciążeniem były także same, jak i podkładu drewnianego o przekroju prostokątnym, ciężar podkładu metalowego winien być w przybliżeniu równy ciężarowi dobrego podkładu dębowego, mającego mniej więcej przekrój, uwidoczony na rys. 194, t. j. powinien wynosić około 75 kg. Jeżeli powierzchnia cisa na podsypkę, sztywność oraz ciężar podkładów metalowych będą znacznie mniejsze niż drewnianych, to chociażby podkłady metalowe pod względem ustroju swego, a mianowicie pod względem możliwości dobrego podbicia i przytwierdzenia szyn, odpowiadały wszystkim wymaganiom, jednakże tor ułożony na nich będzie oczywiście mniej stateczny i trwały niż tor, ułożony na podkładach drewnianych. Podkłady metalowe, stosowane początkowo, ważyły około 40 kg. i, prócz wymienionych braków, podlegały często pęknięciom i uszkodzeniom przy otworach wskutek niedosta-

tecznej grubości ścianek, co zmniejszało ich *trwałość*. Okres służby podkładów metalowych nowszych typów oceniany jest na lat 25 i więcej.

Jednakże *warunki zastosowania* podkładów metalowych są nieco inne, niż drewnianych.

Wskutek gładkości i twardości metalu, tarcie podkładów metalowych o podsypkę jest wogóle mniejsze, niż podkładów drewnianych. Z tego powodu podkłady metalowe mogą być stosowane tylko na podsypce szabrowej z twardego kamienia, dobrze odwodnionej, gdyż, jak wykazała praktyka, przy innych rodzajach podsypki i niedostatecznym odwodnieniu, stateczność toru na podkładach metalowych jest niezadowalająca.

Porównanie podkładów drewnianych z metalowymi na podstawie praktyki dróg żelaznych zagranicznych wskazuje, że podkłady metalowe przekrojów stosowanych obecnie, o ciężarze 55 do 75 kg., na podsypce z dobrego szabru, nie ustępują pod względem stateczności toru i równości jazdy podkładowi drewnianym najlepszych typów, pozwalają dobrze przytwierdzić szynę i, jak wykazuje statystyka niemiecka, zmniejszają koszty utrzymania budowy wierzchniej.

Wobec tych zalet, bardziej złożone przytwierdzenie szyn (por. str. 352), większa hałaśliwość przejścia pociągów, niż przy podkładach drewnianych, dająca się w pewnych przypadkach przykro odczuwać, i t. p. miałyby podrzędne znaczenie.

Jednakże nawet w krajach, znajdujących się w warunkach, które z pewnością mogłyby zachęcać do wprowadzenia podkładów metalowych, korzyści zastosowania tych podkładów, zamiast drewnianych, nie są jednakowo oceniane. Z wyjątkiem dróg żelaznych niemieckich, na których w r. 1912 przeszło 30% torów kolejowych było ułożone na podkładach metalowych, oraz szwajcarskich, na których procent ten był prawie dwukrotnie większy, na wszystkich innych drogach żelaznych w Europie i w Stanach Zjednoczonych A. P. stosowane są prawie wyłącznie podkłady drewniane.

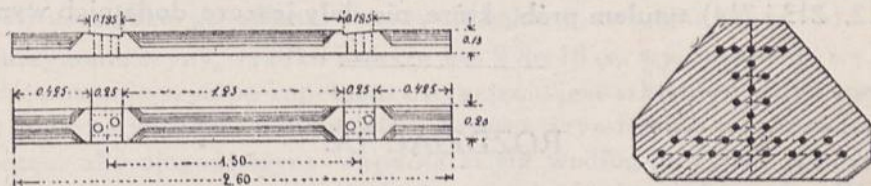
Dobre nasycenie podkładów drewnianych i zabezpieczenie ich od zniszczenia mechanicznego, jak to ma miejsce w Anglii, może niewątpliwie o tyle przedłużyć okres ich trwania (por. str. 330), że porównanie ich z podkładami metalowymi inaczej wypadnie, niż w innych krajach; ale i w Niemczech, gdzie naprz. na drogach żelaznych prusko-heskich średnia cena podkładu metalowego przed r. 1914 wynosiła 8,5 zł. i była zaledwie o 50% wyższa, niż sosnowego nasyczonego, odzywały się głosy specjalistów, że zastosowanie podkładów metalowych popiera przemysł metalurgiczny ze stratą przewyślu leśnego i nie da się uzasadnić bezpośrednią korzyścią ekonomiczną, gdyż, biorąc pod uwagę rzeczywisty okres służby podkładu drewnianego i możliwość użycia go na tańszej podsypce, podkład ten, prócz innych zalet, wypada nie drożej, jak podkład metalowy.

Na drogach żelaznych polskich podkłady metalowe znajdują się w znacznej ilości (około 760 tys. sztuk) w obrębie b. dzielnicy i b. okupacji pruskiej, częściowo zaś na innych linjach w obrębie b. dzielnicy i b. okupacji austriackiej, właściwości więc zastosowania tych podkładów, które pozostaną w użyciu jeszcze przez czas długi, winny być starannie badane. Można jednak przy-

puszczać, że ilość tych podkładów nie będzie się u nas zwiększać, zważywszy, że w wielu miejscowościach przygotowanie dobrego szabru na podsypkę jest trudne, oraz że kosztowne żelazo otrzymywane jest z zagranicy, podczas gdy podkłady drewniane są przedmiotem wytwórczości krajowej.

Żelazobeton, bardzo rozpowszechniony w ostatnich czasach w budownictwie, zaczęto również stosować do wyrobu podkładów kolejowych.

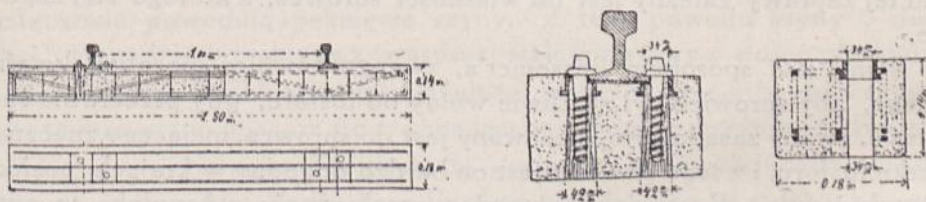
Podkładom żelazobetonowym można łatwo nadać kształt podkładów drewnianych, a mianowicie kształt belki o poziomej podstawie dolnej, której brak w podkładach metalowych jedną z głównych wad ich stanowi. Chropowata powierzchnia betonu, oraz jego znaczny ciężar, zapewniają nadto podkładom żelazobetonowym większą stateczność w porównaniu z metalowemi.



Rys. 212.

Podkłady żelazobetonowe dr. żel. włoskich.

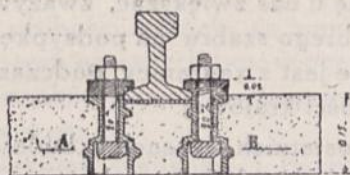
Jednakże podkład kolejowy podlega, jak wiadomo, znacznym siłom gnącym. Tymczasem beton może wytrzymać tylko bardzo nieznaczne naprężenia rozciągające. Z drugiej strony, wysokość przekroju podkładu żelazobetonowego nie może być ze względów praktycznych, jako to grubość warstwy podsypki i dogodność podbijania podkładu, zwiększona o tyle, o ileby to było potrzebne dla najkorzystniejszej pracy żelaza, którem wypada wzmocnić podkład w miejscach, podlegających rozciąganiu. Z tego powodu w podkładzie otrzymuje się w rzeczywistości duża ilość metalu, zwłaszcza że podkład podlega rozciąganiu zarówno w górnych, jak i w dolnych warstwach, i wymaga wzmocnienia tak jednych, jak i drugich.



Rys. 213.

Podkłady żelazobetonowe dr. żel. Voiron-St. Béron (Francja).

Drugą wadą podkładu żelazobetonowego jest trudność przytwierdzenia do niego szyny. Osiąga się ono przeważnie zapomocą wpuszczenia w beton drewnianych korków, w które wbija się haki lub wkręca śruby. Pod szyny, albo pod metalowe podkładki, na których te szyny spoczywają, należy kłaść



Rys. 214

Przytwierdzenie szyny według pomysłu Sarda.

wojłok lub inny materiał elastyczny, aby zapobiedz ścieraniu się betonu.

Ciężar podkładów żelazobetonowych, przeszło dwa razy większy, niż podkładów zwyczajnych, utrudnia manipulacje z nimi. Podlegają one łatwo uszkodzeniom przy podbijaniu i wskutek zamarzania wody w szczelinach. W rezultaci trwałość ich jest niewielka, cena zaś względnie wysoka.

Podkłady żelazobetonowe stosowane są dotychczas w niewielkiej ilości na drogach żelaznych północno-amerykańskich, francuskich, włoskich i innych (rys. 212, 213 i 214) tytułem prób, które nie dały jeszcze dodatnich wyników.

ROZDZIAŁ IX.

Szyny.

1. Materiał szyn. Wyrób stali. Walcowanie i obróbka szyn. Warunki, jakim winna czynić zadość stal szynowa. Twardość, ciągliwość, skład chemiczny i budowa stali szynowej. Utwardzenie stali. Próby i oględziny szyn.

W ciągu pierwszych lat czterdziestu istnienia dróg żelaznych parowozowych walcowano szyny prawie wyłącznie z żelaza spawalnego. Wraz z wynalezieniem sposobów otrzymywania stali zlewnej w dużych ilościach, materiał ten, ze względu na większą swą trwałość i wytrzymałość, wypierał powoli z użycia żelazo spawalne.

Obecnie szyny wyrabia się wyłącznie ze stali zlewnej, otrzymywanej w gruszkach sposobem *Bessemer'a* lub *Tomas'a*, albo też w piecach płomiennych sposobem *Siemens-Martin'a*. Sposoby *Bessemer'a* i *Tomas'a* różnią się przeważnie składem chemicznym zaprawy ogniotrwałej, którą się wyklada gruszki. Skład tej zaprawy zależny jest od własności surowca, z którego stal się otrzymuje.

Wyrób stali sposobem *Bessemer'a*, zwanym również sposobem kwaśnym, wymaga, aby surowiec był możliwie wolny od fosforu, gdy przeciwnie sposób *Tomas'a*, zwany zasadowym, stosowany jest do surowca, mającego znaczną domieszkę fosforu, i z tego powodu jest on bardzo dogodny w krajach, posiadających takąż rudę. Roztopiony surowiec przelewa się z kopolaka w gruszki, w których przedmucha się powietrzem w ciągu 10 do 25 minut. W ten sposób spalają się domieszki żelaza i spalanie to można miarkować stosownie do potrzeby.

Wyrób stali w piecach *Siemens-Martin'a* może być dokonywany sposobem kwaśnym lub zasadowym. Surowiec z dodaniem pewnej ilości odcinków żelaznych przetapia się w tych piecach i oczyszcza przy bardzo wysokiej temperaturze. Proces ten trwa kilka godzin, wobec czego ma się możliwość dopilnowania

go z większą dokładnością, niż przy sposobach wspomnianych powyżej, badając próbki metalu, wyjęte z pieca. Wskutek tego stal, otrzymywana z pieców Siemens-Martin'a, jest lepszego gatunku niż stal, otrzymywana innymi, tańszymi sposobami.

Stal wymaganego składu wylewa się z gruszki lub z pieca płomiennego do form, w których ostyga do temperatury cokolwiek niższej od punktu topnienia. Bałwany stali, wyjęte z form, walcuje się na walcach dopóki nie przestaną się żarzyć i nadaje się im kształt ostateczny za jednym razem, bez odgrzewania. Z jednego bałwana otrzymuje się przy walcowaniu sztaba szynowa o długości do 50 m, którą następnie przecina się na części na pile tarczowej. Przed pocięciem wywalcowanej sztaby szynowej odcina się oba jej końce na długość 0,35 m do 1 m. Szczególnie ważne jest odcięcie części, odpowiadającej górnemu końcowi bałwana, gdzie po odlaniu tworzą się bąble (t. zw. jama osadowa).

Otrzymane szyny, rzadko krótsze niż 9 do 18 m, wyprostowuje się na gorąco. Prostowanie szyn po zupełnem ostygnięciu jest szkodliwe, gdyż wywołuje bardzo znaczne naprężenia materiału. Sztorce szyn frezuje się prostopadle do osi, bacząc, aby długość szyny wypadła ściśle według przepisu. Po obu końcach szyny wierci się otwory do śrub, łączących szyny w złączach. Wreszcie spiłowuje się zadry i ostre kanty, pozostałe z walcowania.

Stal szynowa powinna być wytrzymałą na wygięcie i na uderzenia, oraz na ścieranie wskutek tarcia obręczy kół. Z tego powodu powinna ona posiadać duży współczynnik wytrzymałości i dużą twardość, jednocześnie zaś znaczną ciągliwość. Doświadczenie pokazało, że takie własności może posiadać tylko stal możliwie czysta i mająca budowę jednorodną.

Stal twardą trudniej jest otrzymać o budowie jednorodnej i wolną od domieszek szkodliwych, niż stal miękką. Dlatego też istnieją różne zdania co do najodpowiedniejszej twardości stali szynowej. Należy zauważyć, że twardość stali szynowej powinna być zależną od przekroju szyn. Cienkie części przekroju ostygają po walcowaniu szybciej niż grube, wskutek czego w stopie szyny o przekroju Vignoles'a występują przy ostyganiu naprężenia. Jeżeli metal jest twardy i nie dość rozciągliwy, powstają stąd w stopie szyny drobne rysy, które w następstwie powodują pęknięcie szyny. Z tego powodu szyny o dwóch główkach mogą być wyrabiane z twardszej stali, niż szyny o stopie płaskiej.

Szyny ze stali miękkiej o wytrzymałości około 50 kg/mm^2 szybko się zużywają i z tego powodu obecnie stosowana jest na szyny przeważnie stal twardsza.

Próby na rozerwanie i wydłużenie procentowe określają wytrzymałość i ciągliwość materiału. Nadto kawałki szyn poddawane są zwykle pewnemu obciążeniu spokojnemu, przy którym nie powinny dawać stałego ugięcia, oraz uderzeniom baby, spadającej z określonej wysokości, które powinny wytrzymać bez złamania. Obciążenie statyczne, oraz ciężar i wysokość spadania baby, określone są w zależności od przekroju szyny.

Dla określenia twardości stali stosowane bywa wgniatanie w szynę kuli stalowej pod dużym ciśnieniem. W niektórych krajach jedynie próba na ude-

rzenie, świadcząca o wytrzymałości szyny pod działaniem sił dynamicznych, posiada znaczenie decydujące przy odbiorach.

Niekiedy w warunkach technicznych zamieszczane bywa wymaganie, aby stal szynowa posiadała określony skład chemiczny, a mianowicie oznacza się dopuszczalną ilość węgla, krzemu, manganu i fosforu. Jak wiadomo, domieszka fosforu, nawet w ilości dziesiątej części procentu, czyni stal kruchą w stanie zimnym, obecność zaś siarki czyni stal kruchą w stanie gorącym. Przeważnie jednak stawiane są obecnie wymagania tylko natury fizycznej i pozostawia się fabrykom zabiegi w celu otrzymania metalu, któryby wytrzymał przepisane próby mechaniczne. Zresztą fabryki robią analizy chemiczne każdego poszczególnego spustu dla swej własnej potrzeby.

Stosowane sposoby próbowania szyn w celu oznaczenia ich dobroci, oraz normy ich obciążeń, wytrzymałości na rozerwanie i t. p., bywają bardzo rozmaite. Wogóle należy zaznaczyć, że same tylko próby mechaniczne nie świadczą dostatecznie o dobroci metalu. Zdarza się, że szyny, które wytrzymały wszystkie przepisane próby, służą w następstwie bardzo lichu. Przyczyną tego bywa przeważnie niejednorodność materiału, powodująca niejednostajne ścieranie się powierzchni tocznej, a niekiedy nawet tworzenie się szczelin wewnątrz szyny. Budowa materiału może być ujawniona zapomocą zbadania pod mikroskopem oszlifowanego i wytrawionego przekroju szyny, jednakże sposób ten nie jest jeszcze dostatecznie opracowany. Wobec tego bodaj że największą pewnością co do dobroci szyn daje staranność ich wyrobu.

W celu otrzymania szyn [bardziej wytrzymałych na ścieranie, zwłaszcza szyn zewnętrznych w łukach o małym promieniu, w odbojnicach, przecięciach i połączeniach torów i in., robione są próby z szynami ze stali w różny sposób utwardzonej oraz stali z domieszkami niklu, chromu, tytanu, krzemu i in. Najlepsze wyniki otrzymano dotąd ze stalą o dużej zawartości manganu (10 do 14%) jednakże cena tej stali, kilkakrotnie wyższa od zwyczajnej stali, ogranicza jej użycie.

Zewnętrzna powierzchnia szyny winna być gładka i czysta, bez bąbli, zader i pęknięć. Na sztorcach nie powinno być również żadnych śladów pęknięć. Spiłowywanie lub ścinanie nierówności może być dopuszczane tylko na zimno. Szyna powinna mieć przekrój jednakowy na całej długości. Uchybienia w wymiarach poprzecznego przekroju szyny winny być bardzo nieznaczne.

Według warunków technicznych na dostawę szyn dla Polskich dróg żel. państwowych, wytrzymałość R stali szynowej na ciągnięcie winna wynosić conajmniej 65 kg/mm^2 , wydłużenie zaś e w procentach od długości pręta próbnego conajmniej 10%, jednakże suma $R + 2e$ ma być nie mniejsza jak 85. Odcinek szyny, położony podstawą na dwie podpory w odległości $l \text{ m}$, winien wytrzymać bez złamania lub uszkodzenia ugięcie do 100 mm pod uderzeniami baby o ciężarze 500 kg , spadającej z wysokości, zależnej od typu szyny.

Odstępstwa w wymiarach przekroju poprzecznego szyn dopuszczają się do $0,5 \text{ mm}$, z wyjątkiem szerokości podstawy, w której mogą wynosić do 1 mm . Różnice w długości szyn nie powinny przewyższać 2 lub 3 mm w zależności od długości szyny.

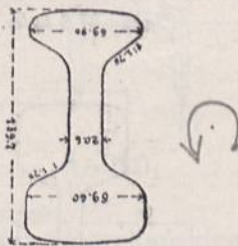
Na dr. żel. angielskich, według normalnych warunków technicznych z r. 1922, prócz prób na wytrzymałość i ciągliwość (przy $R = 66$ do 78 kg/mm^2 , min $e = 15\%$ do 10%) oraz na uderzenie babą, wymagany jest następujący skład chemiczny: $C = 0,40$ do $0,60\%$, $Mn = 0,70$ do $1,0\%$, $Si \leq 0,15\%$, $Ph \leq 0,07$, $S \leq 0,07$.

Na Pruskich dr. żel. stosuje się próba na wgniatanie, przyczem kula stalowa średnicy 19 mm winna zagłębiać się pod ciśnieniem 50 t nie mniej jak na $3,5 \text{ mm}$ i nie więcej jak na $5,5 \text{ mm}$.

2. Przekrój szyny. Ogólne zasady rozmieszczenia materiału w przekroju. Stosunek szerokości stopy do wysokości szyny. Wielkość i kształt stopy w szynie Vignoles'a. Szerokość i wysokość główki. Ścieranie się główki. Kształt główki i połączenie jej z szyjką. Grubość szyjki.

Na przekrój szyny wpływają wymagania co do jej wytrzymałości i sztywności, oraz względy konstrukcyjne i dotyczące łatwości walcowania. Oprócz tego bezpośrednie działanie obciążenia ruchomego, powodując ścieranie się szyny, wymaga pewnego zapasu w jej przekroju.

Z liczby sił, działających na szynę, siły pionowe mają największe znaczenie, wobec czego należy przekrojowi szyny dać możliwie jak największy moment bezwładności i wytrzymałości względem osi poziomej, skupiając materiał po obu jej stronach możliwie jaknajdalej ku górze i dołowi. Stal szynowa ma też samą granicę sprężystości przy ściskaniu, co i przy rozciąganiu, a więc największa wytrzymałość szyny na gięcie zostanie osiągnięta, gdy w jej przekroju, zmniejszonym o wielkość największego dopuszczalnego starcia, oś obojętna będzie przechodzić na połowie wysokości. Przytem jest do życzenia, ażeby ilość ma-



Rys. 215. Angielskie dr. żel. Północno-Zachodnie Ciężar $44,6 \text{ kg/m}$.

Rys. 216. Francuska dr. żel. Zachodnia. Ciężar 44 kg/m .

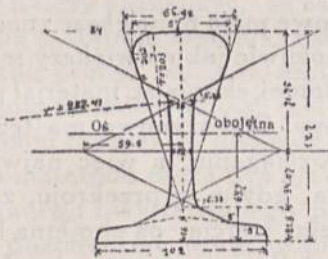
terjału z dwóch stron osi obojętnej była mniej więcej równa, gdyż wtedy walcowanie dokonywa się prawidłowiej, metal otrzymuje jednakową gęstość tak w górnej, jak i w dolnej części przekroju, i unika się szkodliwych naprężeń materiału wskutek niejednostajnego stygnięcia.

Rzeczony warunki mogą być ściśle wypełnione oczywiście tylko wtedy, gdy przekrój szyny posiada kształt symetryczny względem osi poziomej, co da się mniej więcej osiągnąć w szynie o dwóch główkach typu Stephenson'a (rys. 215 i 216).

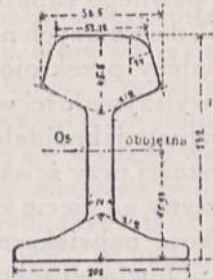
Pierwsze szyny typu Stephenson'a miały obie główki o jednakowych wymiarach, co zrobione było w przypuszczeniu, że po starciu się jednej z główek będzie można szynę odwrócić drugą nieużytą główką do góry. Przypuszczenie

to nie dało się jednak urzeczywistnić, gdyż główka dolna zużywała się również w miejscach umocowania szyny w siodełkach, umocowanie zaś w nich główki górnej, wskutek starcia jej, było niedogodne. Wobec tego w istniejących typach główka dolna posiada przeważnie mniejszy przekrój, niż górna (rys. 215 i 216), której przekrój zbliża się do przekroju główki dolnej dopiero po największym dopuszczalnym starciu.

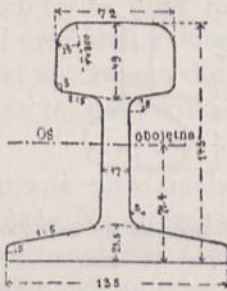
W szynie Vignoles'a o płaskiej stopie (rys. 217 do 220) powierzchnia przekroju skrajnych włókien w stopie jest znacznie większa niż w główce, a więc warunek jednakowego naprężenia skrajnych włókien ściskanych i rozciąganych, aby praca materiału była najkorzystniejsza, może być tylko częściowo osiągnięty przez nadanie główce szyny większego przekroju, niż jej stopie. W starych typach szyn o stopie płaskiej ilość materiału w główce szyny jest w przybli-



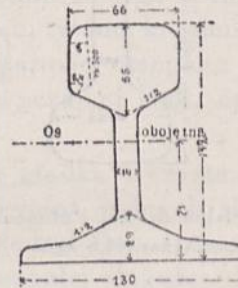
Rys. 217. Dr. żel. Mikołajewska 1873 r.
Ciężar 32,7 kg/m. ($24\frac{1}{3}$ f./st.).



Rys. 218. Dr. żel. Alzacko-Lotaryńskie 1894 r.
Ciężar 37,8 kg/m.



Rys. 219. Belgijskie dr. żel. państwowe
(szyna Goliat) 1886 r. Ciężar 52 kg/m.



Rys. 220. Dr. żel. Paryż-Lugdun-morze
Śródziemne 1889 r. Ciężar 47 kg/m.

żeniu $1\frac{1}{2}$ raza większa, niż w stopie. W nowszych typach stosunek materiału w główce i stopie szyny wynosi około $1\frac{1}{3}$ i tylko w typach szyn amerykańskich zbliża się on do 1,1, przez co jednakże znacznie zmniejsza się wytrzymałość i sztywność przekroju względem osi poziomej.

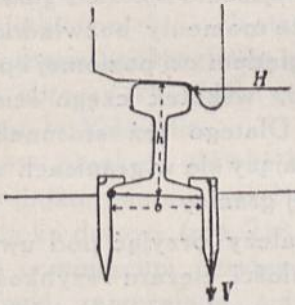
Szyna Vignoles'a była projektowana z zamiarem przytwierdzenia jej bezpośrednio do podpór, jak to się zresztą dotychczas często stosuje. Wobec tego szeroka stopa niezbędna jest w tym typie szyny dla uniknięcia zbytniego ciśnie-

nia szyny na podpore, oraz dla zapewnienia jej należytej stateczności przeciw siłom poziomym. Stateczność ta zależy oczywiście od *stosunku szerokości b stopy szyny do wysokości szyny h* (rys. 221). Naprz., jeżeli H oznacza poziome parcie koła na główkę szyny, V zaś opór haka przeciw wyrwaniu z podkładu, to dla uniknięcia wywrotu szyny powinno być w przybliżeniu:

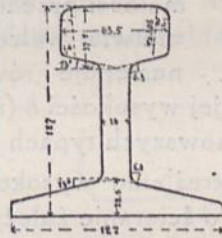
$$V > \frac{h}{b} H \dots \dots \dots (181)$$

Wiadomo z praktyki, że haki, któremi szyna jest przytwierdzona do podkładów, potrzeba często dobijać, co dowodzi, że warunek (181) nie zawsze jest zachowany. Jednym ze środków zabezpieczenia szyny od wywrotu jest więc możliwie jaknajwiększe poszerzenie stopy szyny.

W Stanach Zjedn. A. P. szerokość stopy przyjmują zwykle równą wysokości szyny (rys. 222). Tę samą zasadę przeprowadzono w angielskich typach normalnych szyn Vignoles'a. Przytem jednakże, wskutek niskiego położenia osi obojętnej, wypada użyć dużo materiału dla nadania szynie należytej wytrzymałości w kierunku pionowym.



Rys. 221.



Rys. 222.

Zwolennicy amerykańskiego typu szyn o stopie, mającej szerokość równą wysokości szyny, przywiązują duże znaczenie zwiększeniu sztywności oraz wytrzymałości szyny względem osi pionowej, jakie się przez to osiąga. W rzeczywistości zwiększenie to nie przewyższa 10% do 12% w porównaniu z typami szyn takiegoż ciężaru, w których szerokość stopy wynosi od 0,8 do 0,9 wysokości szyny, jak to się stosuje na kontynencie Europy. Z drugiej strony, moment wytrzymałości W szyny o płaskiej stopie w kierunku największych sił pionowych wzrasta prawie proporcjonalnie do wysokości h szyny, moment zaś bezwładności I proporcjonalnie do drugiego stopnia tejże wysokości. Dla zwykłych typów szyn momenty te mogą być wyrażone w przybliżeniu według wzorów:

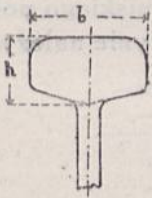
$$W = 0,26 \Omega h$$

$$I = 0,13 \Omega h^2$$

gdzie Ω oznacza powierzchnię przekroju szyny. Wobec tego należy uznać za bardziej celowe zwiększenie stałości szyny przez mocniejsze przytwierdzenie

jej do podpór oraz zmniejszenie ciśnienia szyny przez zastosowanie podkładek, ograniczając do wskazanych granic szerokość stopy, przez co unika się także zbytniego zmniejszenia grubości krawędzi stopy¹⁾.

Co do *wielkości i kształtu stopy* szyny typu Vignoles'a należy zauważyć, że wskutek mniejszej jej grubości, w porównaniu z główką, szybciej się ona ochładza przy walcowaniu, przez co powstają w niej szkodliwe naprężenia, krawędzie jej zahartowują się i tworzą się w nich drobne, niewidzialne dla oka rysy, które w następstwie często powodują pęknięcie szyny. Aby tego uniknąć, nie należy zbytnio osłabiać stopy na korzyść główki, krawędzie stopy nie powinny być cieńsze jak 8 do 7 mm i grubość jej od środka ku krawędziom należy zmniejszać stopniowo. Oczywiście, że przy tej samej grubości krawędzi stopy ostygnięcie krawędzi będzie szybsze w przekroju, wskazanym na rys. 220, niż w przekroju wskazanym na rys. 219.



Rys. 223.

Szerokość główki szyny na kolejach o torze normalnym waha się w granicach między 51 i 72 mm. Szerokie główki zmniejszają ścieranie się obręczy i szyn i dają możliwość zwiększyć powierzchnię przylegania łuków do szyn, a więc i trwałość połączenia ich w złączach. Zmniejszenie *wysokości główki* na korzyść jej szerokości zwiększa także momenty bezwładności i wytrzymałości przekroju szyny względem osi poziomej i pionowej oraz ułatwia walcowanie główki, wskutek czego ścieranie się jej następuje równomierniej. Dlatego też stosunek szerokości główki b do jej wysokości h (rys. 223), wahający się w granicach od 1,2 do 1,7, zbliża się w nowszych typach do tej ostatniej granicy.

Przy określeniu wysokości główki należy przyjąć pod uwagę *ścieranie się główki*. To ścieranie zależy nie tylko od ilości, ciężaru i szybkości pociągów, które przebiegły po szynach, lecz również od przekroju podłużnego linii kolejowej, własności stali szynowej i wielu innych warunków. Szyny ścierają się szczególnie szybko na szlakach, gdzie potrzeba hamować pociągi, oraz w tunelach. Średnio można liczyć, że na liniach, mających pochylenia podłużne nie większe jak 15‰ i promienie łuków nie mniejsze jak 600 m, starcie główki szyny stalowej na 1 mm następuje po przebiegu około 10 milionów tonn ciężaru pociągów²⁾.

W tych warunkach starcie się szyn na wysokość 6 mm następowałoby na większości dróg żelaznych w Polsce po upływie nie mniej jak lat 30. W rze-

¹⁾ W normalnych typach amerykańskich z r. 1920 (rys. 237) wysokość szyny jest już nieco większa od szerokości podstawy.

²⁾ Na polskich drogach żelaznych znaczenia ogólnego przebieg ciężaru pociągów brutto wynosił w r. 1923 średnio około 1,58 miliona tonn na km długości torów głównych. Tym sposobem przeciętne roczne ścieranie się szyn wynosi na wysokość około $1,58 : 10 = 0,158$ mm, co przy szerokości główki około 58 mm odpowiada około 9 mm² powierzchni przekroju główki szyny. Ścieranie to daje więc stratę roczną $9 \times 2 \times 7,8 = 140$ kg stali na km toru. Ogólna długość torów głównych wynosi na polskich drogach żelaznych około 22000 km, a więc strata stali szynowej wskutek starcia wynosi około 3000 t rocznie, albo, licząc tonnę stali szynowej po 250 zł., około 750000 zł. rocznie. Tyleż wynosi strata wskutek ścierania się obręczy.

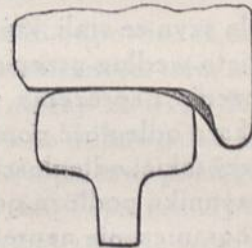
czywistości jednakże szyny rzadko kiedy służą tak długo, ponieważ już wcześniej stają się niezdatnymi do użytku wskutek pęknięć lub innych uszkodzeń. Oprócz tego często zachodzi potrzeba wymiany szyn jeszcze dobrych na nowe wskutek zmian zaszłych w warunkach eksploatacji.

Z powyższych względów zapas w wysokości główki szyny, jaki przewidywać należy na starcie, winien wynosić w zwykłych warunkach nie więcej jak 6 do 10 mm, gdyż większy zapas pozostałby nieużytkowany. Tylko na drogach żelaznych górskich o stromych pochyleniach i ostrych łukach oraz w tunelach może okazać się pożytecznym zwiększenie wysokości dopuszczalnego starcia się główki szyny do 15 i nawet 20 mm, w zależności od miejscowych warunków.

Górny *obrys główki* robi się zwykle wypukłym, co odpowiada przekrojowi obręczy po pewnem starciu się jej i sprawia, że nacisk koła lepiej przenosi się na szynę, niż gdy powierzchnia toczna jest pozioma. Wypukłość główki winna być zakreślona dużym promieniem, od 200 do 300 mm, gdyż zbyt wypukłe główki zwiększają ścieranie się obręczy i same również szybko się ścierają.

Przyczyny, dla których górne zaokrąglenia boczne główki szyny należy zakreślać pewnym stałym promieniem, przytoczone były powyżej (str. 269). Na drogach żelaznych polskich użytku ogólnego, promień tego zaokrąglenia wynosi 14 mm (z wyjątkiem niektórych starych typów szyn rosyjskich). Jeżeli promień górnego bocznego zaokrąglenia główki jest bardzo mały, to wrzyna się ona w pachwinę obręczy (rys. 224), co zwiększa wydatki na ich obtaczanie i może być przyczyną wykołowania.

Z boków przekrój główki bywa zwykle ograniczony liniami pionowymi. Niekiedy główkę poszerzają ku dołowi (rys. 218 i 236) w celu zwiększenia powierzchni przylegania łubków. Kształt główki, zwężający się ku dołowi (rys. 217), jest pod tym względem daleko gorszy. W tymże celu zwiększenia [powierzchni przylegania łubków, dolne boczne zaokrąglenie główki zatacza się promieniem o ile można jak najmniejszym.



Rys. 224.

Przejście od główki do szyjki i od szyjki do stopy szyny robiono w starych typach szyn ze stromym pochyleniem, wynoszącym 1 : 1½ do 1 : 2, przyczem miano na względzie głównie łatwość walcowania. W nowszych typach szyn, w celu, aby ciśnienie szyny w złączu lepiej przenosiło się na łubki, pochylenie to jest zwykle łagodniejsze i wynosi od 1 : 3 do 1 : 4, a nawet 1 : 5. Jednakże na niektórych drogach żelaznych (rys. 218 i 220), szczególnie w typach szyn o dwóch główkach (rys. 215 i 216), trafia się jeszcze obecnie pochylenie powierzchni przylegania łubków, wynoszące 1 : 2 i więcej.

Grubość szyjki szyny, niezbędna ze względu na siły tnące, wypada bardzo niewielka i musi być zwiększona według wskazówek praktyki, aby uniknąć pęknięcia szyny w końcach, gdzie szyjkę osłabiają otwory dla śrub w złączu. W szynach typu Vignoles'a grubość szyjki waha się w granicach od 11 do 18 mm, w szynach zaś typu Stephenson'a dochodzi do 21 mm. Aby złagodzić przejście od

szyjki do główki i do stopy, ograniczają niekiedy szyjkę powierzchniami wkleśłymi (por. rys. 234, 236 i 237).

3. Ciężar szyn ze względu na wytrzymałość materiału i stateczność toru. Odształcenia stałe budowy wierzchniej; ich wpływ na koszty utrzymania toru. Wzmocnienie budowy wierzchniej, a ciężar szyn. Budowa wierzchnia jako całość. Trudność teoretycznego określenia warunków stateczności toru. Ciśnienie na podłożu, ilość podkładów i ciężar szyn, stosowane w praktyce. Wielość typów szyn. Typy normalne. Dane dotyczące nowszych typów szyn, stosowanych na drogach żelaznych polskich i zagranicznych.

Siły zewnętrzne, działające na szynę, osiągają wielkości, podane wyżej (patrz str. 314), stosunkowo rzadko, przy wyjątkowym zbiegu okoliczności niekorzystnych. Jeżeli więc siły te przyjmujemy do obliczenia i uwzględnimy nadto sprężystość oddzielnych części budowy wierzchniej, to wolno nam będzie dopuścić *naprężenia w szynie* bliskie granicy sprężystości, zwłaszcza że, jak wskazuje doświadczenie, pęknięcie szyny jest nierównie mniej niebezpieczne dla ruchu kolejowego, niż naprz. zawalenie się dźwigara mostu.

Według doświadczeń *Bach'a*, *Contamin'a* i in. można przyjąć, że granica sprężystości stali szynowej przy gięciu równa się około $\frac{2}{3}$ jej wytrzymałości. Jeżeli, na przykład, wytrzymałość stali szynowej wynosi 60 kg/mm^2 , to granica jej sprężystości odpowiada naprężeniu około 40 kg/mm^2 . Według danych, przytoczonych powyżej (str. 314), przyjęto oceniać największe ciśnienie dynamiczne koła na 2,4 ciśnienia statycznego. Odpowiednio do tego, na wniosek *Ast'a*, przyjmuje się zwykle, że przy obciążeniu statycznym naprężenie dozwolone szyny nie powinno przekraczać $\frac{1}{3}$ granicy sprężystości przy gięciu.

Dla szyn ze stali, której wytrzymałość jest nie mniejsza jak 65 kg/mm^2 , jak to przyjęto według przepisów dróg żelaznych polskich, warunek ten odpowiada ograniczeniu naprężenia w szynie przy obciążeniu statycznym do $14,4 \text{ kg/mm}^2$. Największa odległość pomiędzy osiami podkładów wynosi zwykle od 75 cm do 85 cm. Przy takiej odległości podpór, przy zwykle stosowanych wymiarach tychże, współczynnika podłoża podkładów $C = 3$ i przy statycznym nacisku koła 7,5 t do 9 t, ograniczenie naprężenia w szynie do $14,4 \text{ kg/mm}^2$ można osiągnąć, przyjmując ciężar szyny od 32 do 38 kg/mm.

Jednakże ciężar szyn na pierwszorzędnym drogach żelaznych europejskich jest obecnie zwykle większy i wynosi przeważnie od 40 do 46 kg/m, na niektórych zaś dochodzi do 58 kg/m.

To zwiększenie ciężaru szyn, ponad niezbędny ze względu na dopuszczalne naprężenia materiału, wywołane jest dążeniem do uniknięcia odształceń stałych i do zapewnienia odpowiedniej *trwałości i stateczności budowy wierzchniej*, niezbędnych ze względu na bezpieczeństwo i spokój jazdy i wpływających przeważnie na koszt utrzymania i naprawy budowy wierzchniej.

Wprawdzie określenie sił wewnętrznych w poszczególnych częściach budowy wierzchniej, podobnie jak w innych konstrukcjach, ma właśnie na celu nadanie im takich kształtów i wymiarów, aby naprężenia materiału pozostawały w granicach sprężystości i nie powodowały odształceń stałych. W rzeczywistości jednak *odształcenia stałe w budowie wierzchniej* nie dają się w zupełności uniknąć, lecz tylko ograniczyć w większym lub mniejszym stopniu.

Wynika to przede wszystkim z bezpośredniego działania taboru na tor kolejowy, skutkiem którego normalne zużycie materiałów, w postaci ścierania szyn przez toczące się koła oraz ścierania szyn, złączy, podkładów i podsypki w miejscach, gdzie się one stykają, jest w budowie wierzchniej znacznie większe, niż w innych konstrukcjach. Poza to jednak, tor kolejowy podlega odkształceniom stałym w kierunku pionowym i poziomym, prostopadłym do osi, pod wpływem wód deszczowych, zmniejszających tarcie pomiędzy cząsteczkami podsypki i gruntu pod nią, oraz wskutek zmian temperatury, które w pewnych warunkach wprost powodują ruch gruntu.

W płaszczyźnie poziomej szczególnie duże siły i spowodowane przez nie przesunięcia kolei szynowej prostopadle do jej osi występują przy dużych szybkościach w związku z ruchami szkodliwymi parowozu. W kierunku zaś pionowym odkształcenia stałe toru występują przeważnie pod działaniem dużego ciężaru pociągów i obciążenia osi.

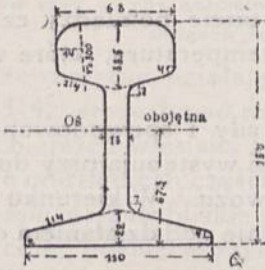
O niebezpieczeństwie dla ruchu, jakie wyniknąć może wskutek stałych odkształceń toru w przekroju podłużnym i w planie, było już mówione przy rozpatrzeniu dynamicznego działania nań taboru. Wpływ tych odkształceń na spokój jazdy jest sam przez się zrozumiały. Aby zaś odkształcenia usunąć, niezbędne jest nasuwanie i podnoszenie szyn, podbijanie osiadłych podkładów, dobijanie haków lub dokręcanie wkrętów i śrub złączowych, oraz inne roboty przy naprawie toru, o których będzie mowa niżej. Roboty te sprawiają, że *koszt utrzymania toru* jest tem większy, im większe są jego odkształcenia stałe i im częściej się powtarzają.

Jak widać z powyższego, warunki, którym winien odpowiadać ustrój budowy wierzchniej dla zabezpieczenia odpowiedniej stateczności toru, mogą być w pewnych razach cięższe od tych, które zachować należy ze względu na wytrzymałość materiałów. Dobra budowa wierzchnia winna odpowiadać nie tylko naciskowi pojedynczych osi lub układu osi, lecz także ciężarowi pociągów, ich ilości i szybkości oraz szeregowi warunków miejscowych. Też zasady trzymać się należy przy *wzmocnieniu budowy wierzchniej*, którego potrzeba ze wzrostem ruchu stale odczuwać się daje.

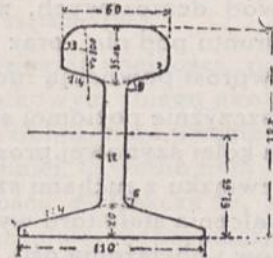
W ustroju budowy wierzchniej ciężar szyny ogólny i na metr bieżący ważną odgrywa rolę. Szyna o większym przekroju może być wogóle lepiej zaprojektowana pod względem sztywności i wytrzymałości (por. dwie ostatnie kolumny tab. 19), oraz stateczności podparcia i trwałości przymocowania na podporach. Im szyna zaś jest sztywniejsza, tem większa jest ilość punktów, które przyjmują nacisk jej od sił działających, i tem równomierniej nacisk ten rozkłada się na podłoże. Według spostrzeżeń na dr. żel. Warszawsko-Wiedeńskiej dało się zauważyć że, przypuszczalnie wskutek tejszy przyczyny, ze zwiększeniem ciężaru szyny zwiększała się również sztywność podłoża. Zwiększenie ciężaru szyny na metr bież. i długości szyny zmniejsza jej ugięcie pod obciążeniem, gdyż część szyny nieobciążona działa na podobieństwo przeciwwagi. Wreszcie zwiększenie długości szyny zmniejsza ilość złączy, w których tor jest najsłabszy, i zapewnia większy spokój jazdy.

Pod wzmocnieniem budowy wierzchniej nie zależy jednak bynajmniej ro-

zumić wyłącznie zwiększenia wytrzymałości, sztywności i stateczności szyny. Osuszenie torowiska, zwiększenie grubości warstwy podsypki i ilości podkładów, polepszenie gatunku podsypki, typu podkładów i przytwierdzenia do nich szyn, oraz udoskonalenie ustroju złączy, są to środki nie mniej skuteczne do zmniejszenia odkształceń toru i naprężeń w poszczególnych częściach budowy

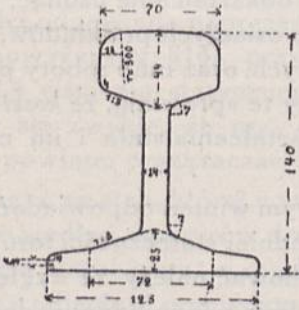


Rys. 225. Dr. żel. Warszawsko-Wiedeńska
1894 r. Ciężar 38 kg/m.

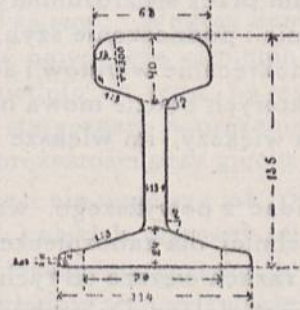


Rys. 226. Dr. żel. Warszawsko-Kaliska
1901 r. Ciężar 38 kg/m.

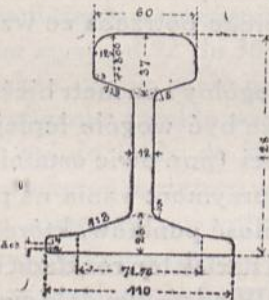
Typy szyn normalne rosyjskie (1908 r.).



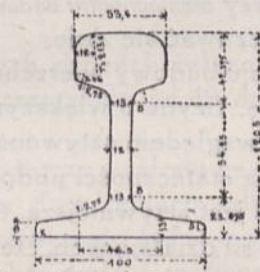
Rys. 227. Typ Ia. Ciężar 43,6 kg/m.



Rys. 228. Typ IIa. Ciężar 38,4 kg/m.



Rys. 229. Typ IIIa Ciężar 33,48 kg/m.

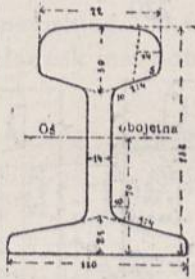


Rys. 230. Typ IVa Ciężar 30,9 kg/m.

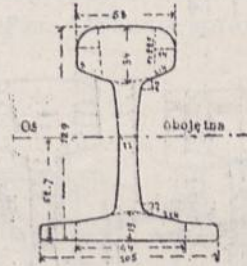
wierzchniej i środki te należy stosować niezależnie od wzmocnienia szyny. Przy wyborze zaś, w poszczególnych przypadkach, najodpowiedniejszych środków wzmocnienia należy rozpatrywać budowę wierzchnią jako całość i brać pod uwagę, która część jej jest względnie najsłabsza i której wzmocnienie, w zależności od warunków miejscowych, będzie dla ogólnej stateczności budowy wierzchniej

najskuteczniejsze. Wskutek wymienionych okoliczności, przy projektowaniu budowy wierzchniej drogi żelaznej nie można kierować się wyłącznie obliczeniem, lecz w znacznym stopniu również doświadczeniem istniejących dróg żelaznych i porównawczą oceną spostrzeżeń. Zależność bowiem stałych odkształceń toru od ciężaru i szybkości pociągów, typu szyn, ilości i wymiarów podkładów, rodzaju podsypki, zmiennych właściwości gruntu i in. nie da się rachunkowo wyznaczyć. Z drugiej zaś strony, koszt nabycia materiałów budowy wierzchniej i utrzymania toru są w różnych miejscowościach niejednakowe.

Przy obliczeniach należy przyjąć pod uwagę, że jakkolwiek współczynnik podsypki piaszczysto żwirowej jest większy, niż szabrowej, to jednak ze względu na odkształcenia stałe i nierówne lepsze opieranie się im szabru w porównaniu z piaskiem i żwirem, dopuszczalne ciśnienie na podłoże podkładu winno być dla podłoża piaszczysto-żwirowatego bardziej ograniczone, niż dla szabrowego. Ciśnienie to winno być nadto mniej lub bardziej ograniczone w zależności od



Rys. 231. Pruskie dr. żel. rządowe 1890 r.
Ciężar 41 kg/m.



Rys. 232. Pruskie drogi żel. drugorzędne.
Ciężar 31,61 kg/m.

grubości warstwy podsypki, stateczności torowiska, jego odwodnienia i t. p. W dobrych konstrukcjach współczesnych na pierwszorzędnych drogach żelaznych największe ciśnienie statyczne na podsypkę, przy $C = 3$, nie przewyższa 1 do 1,25 kg/cm^2 .

Zwiększenie stateczności podpór szynowych przeciw odkształceniom stałym może być osiągnięte nie tylko przez polepszenie gatunku podsypki, zwiększenie grubości jej warstwy, odwodnienie torowiska i t. p., lecz również przez zwiększenie powierzchni, cisnącej na podsypkę, zapomocą zwiększenia wymiarów i ilości podkładów.

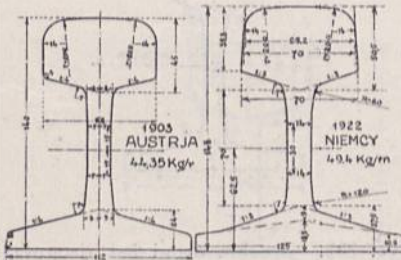
Sprawa wymiarów podkładów była już szczegółowo wyjaśniona. Co się tyczy ich ilości, to wynosi ona obecnie na liniach pierwszorzędnych średnio od 1,25 do 1,5 sztuki i dochodzi do 1,75 sztuki na m bież. Odpowiada to odległości pomiędzy osiami podkładów pośrednich 85 do 75 cm i co najmniej 60 cm , która zależy od możliwości dobrego ich podbijania.

Co się tyczy ciężaru szyn, to praktyka dróg żelaznych europejskich wskazuje, że przy współczesnych warunkach obciążenia osi, oraz ciężaru i szybkości pociągów, zwiększenie ciężaru szyn ponad 47 do 50 kg/m nie przedstawia korzyści i może być uzasadnione tylko w pewnych przypadkach wyjątkowo szyb-

kiego zużycia szyn, naprz. w tunelach. Natomiast w Stanach Zjednoczonych A. P., gdzie nacisk osi parowozów dochodzi do 34 t, ciężar zaś pociągów do 6000 t, niektóre drogi żelazne uznają za odpowiednie stosować szyny znacznie cięższe, a mianowicie o ciężarze dochodzącym do 70 kg m.

Na pruskich dr. żel. państwowych przyjęto stosować następujące typy budowy wierzchniej w zależności od nacisku osi i rodzaju ruchu:

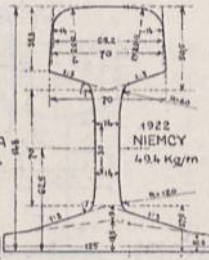
	Nacisk osi t	Rodzaj ruchu	Ciężar szyn kg/m	Najw. odległość pom. podkładami mm	Podparcie w złączu
Dr. żel. pierwszorzędne	18	Ruch b. duży. Pociągi pośp.	45	600	Podkład podwójny
	17	Ruch słabszy. " "	41	600	" "
	16	" " " "	41	630	Podkłady rozstawione
	15,2	Pociągi pośp. nie kursują	33,4	630	" "
Dr. żel. drugorzędne	15,2	Pociągi pośp. nie kursują	33,4	680	Podkłady rozstawione
	14	" " " "	"	720	" "



Rys. 233.

Austrjackie dr. żel.
1903 r.

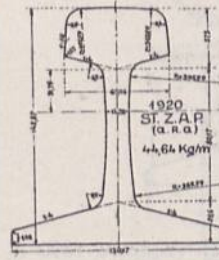
Ciężar 44,35 kg/m.



Rys. 234.

Niemieckie dr. żel.
1922 r.

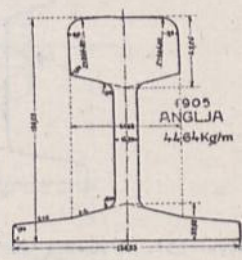
Ciężar 49,42 kg/m.



Rys. 235.

Angielskie dr. żel.
1905 r.

Typ norm. 100 f/y.



Rys. 236.

Stany Zjedn. A. P.
1920 r.

Typ norm. 100 f/y.

Różnorodność warunków technicznych i ekonomicznych eksploatacji dróg żelaznych, po części zaś różnice zdań co do najodpowiedniejszego ustroju budowy wierzchniej i przekroju szyn, sprawiają, że ilość typów szyn, stosowanych na drogach żelaznych, jest bardzo wielka. Wielość typów szyn wpływa na ich cenę, jest bardzo uciążliwa dla fabryk, które do walcowania szyn każdego typu muszą przygotowywać kosztowne walce, i bardzo niedogodna w gospodarstwie kolejowym.

Przejsięcie do innego typu szyn pociąga za sobą zwykle również zmianę typu złączek, jakkolwiek dla uniknięcia tej niedogodności szyny wzmocnionego typu projektują niekiedy tak, aby te same złączki nadawały się do obu.

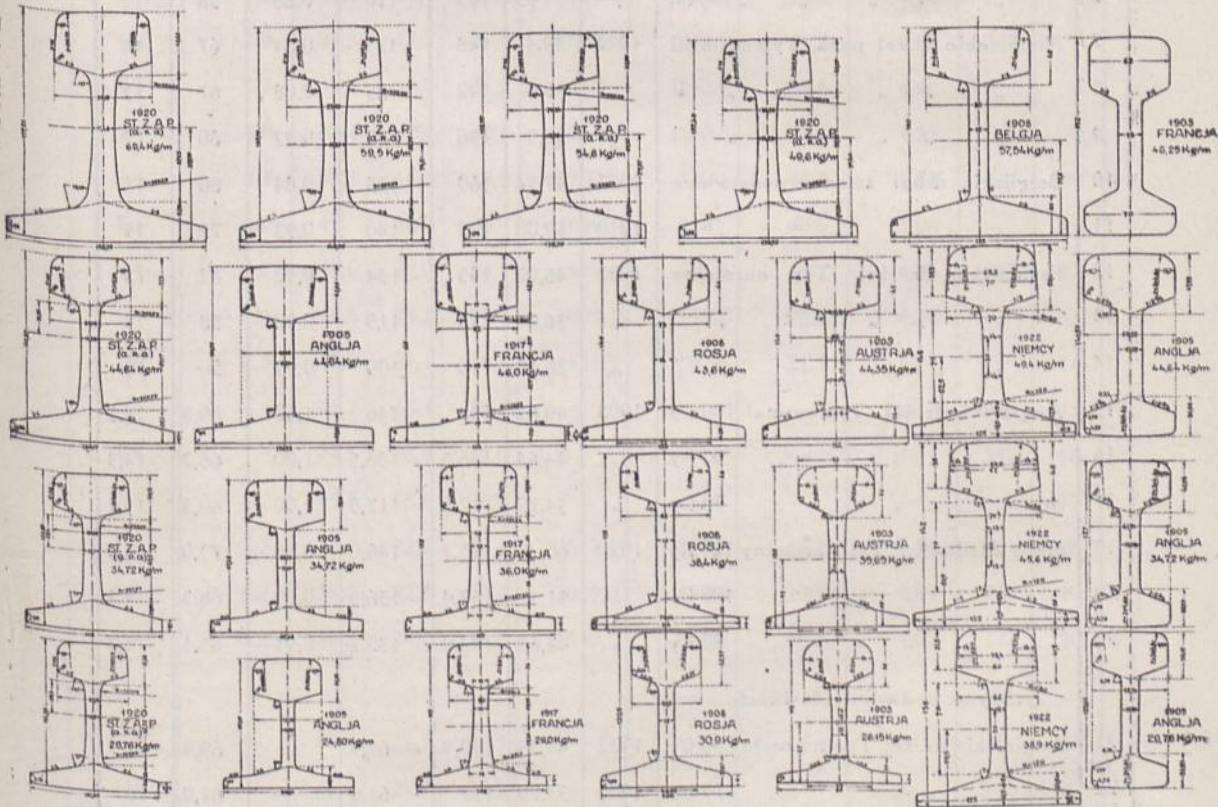
W celu ujednostajnienia typów szyn, amerykański związek inżynierów kolejowych opracował jeszcze w ósmym dziesiątku lat ubiegłego stulecia serię typów normalnych, które następnie stopniowo ulepszano. W Europie dążono również do tego celu, zwłaszcza w miarę zcalania lub wykupu przez państwo sieci prywatnych dróg żelaznych.

W Rosji związek inżynierów wydziału drogowego zaaprobował w roku 1899 normalne typy szyn, opracowane przez inż. Wasiutyńskiego, z których typ 38 kg/m był już wówczas przyjęty od r. 1894 na dr. żel. Warszawsko-Wiedeńskiej (rys. 225), typ zaś 32 kg/m (rys. 226) przyjęto w r. 1900 na nowobudującej się dr. żel. Warszawsko-Kaliskiej. Po wprowadzeniu nieznacznych zmian przez ministerjum, cztery typy szyn, opracowane na jednakowych zasadach (I do IV w r. 1904 i Ia do IVa w r. 1908), przyjęto w całym państwie jako normalne (rys. 227 do 230).

W Prusach, gdzie w r. 1868 znajdowało się w użyciu przeszło 50 różnych typów szyn, ustalono stopniowo trzy główne typy, wprowadzając różnice się co do zasad projektowania (por. rys. 231 i 232). Podobnie postąpiono w Austrii (por. rys. 233 i tab. 19 N. 5 i 6). W r. 1922 opracowano normalne typy szyn dla państwowych dr. żel. Niemieckich (patrz rys. 234 i 237).

W Anglii normalizacja typów szyn nastąpiła w r. 1905, we Francji zaś w r. 1917.

W Polsce, w której ilość typów szyn, będących w użyciu w b. trzech dzielnicach wynosi przeszło 70, ministerjum kolei żelaznych opracowało w r. 1919 normalne typy szyn, które jednak nie zostały wprowadzone w obawie trudności przy obstalunkach. Nowe szyny dla linii pierwszorzędnych zamawiano przeważnie typu rosyjskiego $38,4 \text{ kg/m}$ i pruskiego 41 kg/m . Obecnie sprawa normalizacji szyn i złączek jest ponownie rozpatrywana.



Rys. 237.

Normalne typy szyn.

Tabl. 19. Dane o nowszych typach szyn stosowanych

N. porządkowy	NAZWA TYPU	Rok zastosowania	Ciężar	Wysokość	Szerokość stopy lub główki dolnej	Stosunek szerokości stopy do wysokości szyny	Szerokość główki	Grubość szynki
			kg/m	mm	mm		mm	mm
Szyny o stopie płaskiej.								
1	Rosyjskie dr. żel. Typ normalny Ia	1908	43,57	140	125	0,89	70	14
2	" " " " " Ila	"	38,42	135	114	0,84	68	13
3	" " " " " IIIa	"	33,48	128	110	0,87	60	12
4	" " " " " IVa	"	30,89	120,5	100	0,86	53,5	12
5	Austrjackie dr. żel. państw. Typ A.	1903	44,35	140	112	0,89	68	14
6	" " " " " Xa.	—	35,65	125	110	0,88	58	12
7	Niemieckie dr. żel. pańs. Typ norm. III	1922	49,4	148	125	0,84	67	14
8	" " " " " II	"	45,6	142	125	0,88	67	13
9	" " " " " I	"	38,9	136	125	0,92	60	12
10	Belgijskie drogi żelazne państwowe	1907	57,54	160	135	0,84	80	15
11	" " " " "	1910	50,00	150	140	0,93	72	15
12	Francuskie dr. żel. Typ normalny	1920	46,02	145	134	0,92	62	15
13	" " " " "	"	36,09	128	115	0,90	58	13
14	" " " " "	"	26,10	110	100	0,91	50	10
15	Angielskie dr. żel. Typ normal. 100 f/y	1905	49,61	146	146	1,00	69,8	14,7
16	" " " " " 90 f/y	"	44,64	136,5	136,5	1,00	66,7	14,3
17	" " " " " 70 f/y	"	34,72	117,5	117,5	1,00	60,3	13,1
18	Stany Zjedn. A.P. Typ normalny 120 f/y	1920	60,3	165,1	146,0	0,88	73,0	15,9
19	" " " " " 100 f/y	"	51,1	152,4	136,5	0,89	68,3	14,3
20	" " " " " 90 f/y	"	44,63	142,9	130,2	0,91	65,1	14,3
Szyny o dwóch główkach.								
21	Angielskie dr. żel. Typ normalny 90 f/y	1922	44,53	140,9	69,9	—	69,9	19
22	" " " " " 70 f/y	1905	34,79	127	61,9	—	61,9	15
23	Francuskie drogi żelazne Zachodnie	1903	46,25	152	70	—	62	18

na polskich i zagranicznych drogach żelaznych.

Pochylenie płaszczyny przylegania łubków	Środek ciężkości wyżej (+) lub niżej (-) środka wysokości	Rozmieszczenie materiału			Moment bezwładności względem osi poziomej	Moment wytrzymałości względem osi poziomej	Moment bezwładności względem osi poziomej na jednostkę ciężaru	Moment wytrzymałości względem osi poziomej na jednostkę ciężaru	N. rysunku	N. porządkowy
		główka	szyjka	stopa						
mm	‰	‰	‰	‰	cm ⁴	cm ³	cm ⁴ /kg	cm ³ /kg		
1:3	- 0,4	45,0	19,0	36,0	1476	210	31,5	4,82	227	1
1:3	+ 0,3	46,0	20,0	34,0	1222,5	180,3	31,7	4,70	228	2
1:3	- 1,9	44,0	19,0	37,0	968	147	28,9	4,39	229	3
1:2,75	- 1,0	45,0	20,0	35,0	751	122,6	24,3	3,97	230	4
1:4	+ 0,2	46,6	19,8	33,6	1442	205,0	32,6	4,65	231	5
1:2,5	- 1,5	47,0	16,1	36,9	925	144,6	26,0	4,06	237	6
1:3	- 2,0	47,5	17,7	39,8	1800	237,0	36,4	4,80	237	7
1:3	- 1,2	45,0	18,0	37,0	1540	212,4	33,8	4,66	"	8
1:3	- 4,0	42,4	17,1	40,5	1273	176,8	32,7	4,55	"	9
1:4	- 4,4	43,7	16,5	39,8	2700	320	47,4	5,61	237	10
1:3	- 5,0	43	18	38	2030	254	40,6	5,06	—	11
1:4	- 1,7	44,0	22,0	34,0	1620,1	218,3	35,2	4,75	237	12
1:4	- 1,7	43,3	23,3	33,4	1009,1	153,7	28,0	4,24	"	13
1:4	- 1,5	43,8	21,1	35,1	551,5	97,6	21,1	3,74	"	14
1:4	—	45,2	18,4	36,4	—	—	—	—	235	15
1:4	—	44,5	18,5	37,0	—	—	—	—	237	16
1:4	—	45,4	18,6	36,0	—	—	—	—	"	17
1:4	- 8,2	37,1	22,7	40,2	2812,5	309,7	46,7	5,14	"	18
1:4	- 6,2	38,2	22,6	39,2	2039,0	247,4	39,9	4,85	236	19
1:4	- 6,8	36,2	24,0	39,8	1610,5	205,8	36,1	4,60	237	20
1:2 ¹ / ₄	—	48,4	22,3	29,3	—	—	—	—	"	21
1:2 ¹ / ₄	—	46,7	20,7	32,6	—	—	—	—	"	22
1:2	+ 2,6	46,3	19,4	33,3	1618	206	35,1	4,46	"	23

Przekroje nowszych typów szyn rosyjskich, austriackich i pruskich, będących w użyciu na polskich drogach żelaznych, oraz typów normalnych niektórych innych dróg żelaznych zagranicznych, zestawiono porównawczo na rys. 237, dane zaś do nich się odnoszące podano w tab. 19.

ROZDZIAŁ X.

Przytwierdzenie szyn do podkładów.

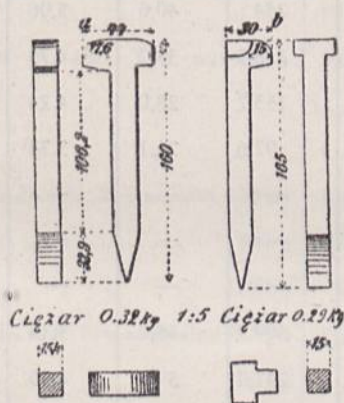
Przytwierdzenie do podkładów drewnianych szyn o stopie płaskiej. Haki i wkręty. Podkładki płaskie i klinowate; ich obrzeża. Siodełka. Przekładki sprężyste. Szyny o dwóch główkach: siodełka, gwoździe, kołki i kliny. Przytwierdzenie do podkładów metalowych szyn o stopie płaskiej. Łapki i śruby. Poszerzenie toru. Podkładki. Sposoby przytwierdzenia siodełek szyn o dwóch główkach.

Szyny o stopie płaskiej kładzie się na podkładach bezpośrednio lub też podkładając pod nie podkładki. W obu przypadkach przytwierdza się je do podkładów hakami lub wkrętami.

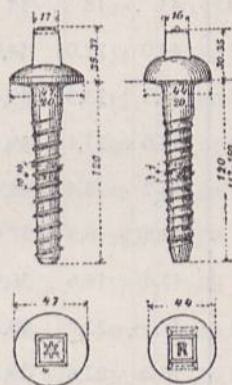
Wszystkie te złączki wyrabiane są z żelaza zlewnego lub spawalnego.

Haki i wkręty winny opierać się bocznemu przesunięciu szyny na podporach oraz jej wywrotowi około zewnętrznej krawędzi stopy pod działaniem poziomego nacisku kół. Przy bocznym przesunięciu szyny, haki i wkręty pracują na przecinanie, przy jej wywrocie zaś na wrywanie.

Haki (rys. 238) używane są prawie wyłącznie o przekroju kwadratowym. Mają one szerokie płaszczyzny boczne, które cisną na drzewo prostopadle do



Rys. 238.



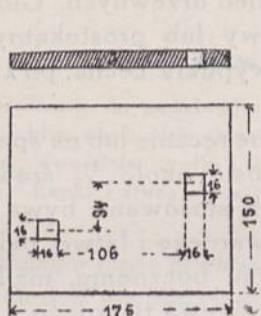
Rys. 239.

włókien, wskutek czego opierają się odchyleniu bocznemu lepiej niż wkręty, te zaś mają większą wytrzymałość na wrywanie niż haki.

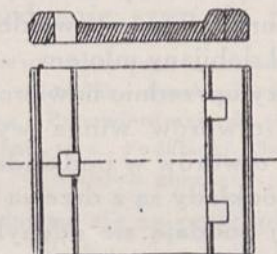
Hak ma u dołu kształt klina, który przy wbijaniu go w podkład nie rozszczepla włókien drzewnych, lecz je przecina prostopadle. Taki hak lepiej się trzyma w drzewie, niż gdy jest zaostrożony stożkowato, na podobieństwo gwoździa.

gnicia. Wprawdzie w ostatnich czasach na niektórych drogach żelaznych europejskich, jako to na drogach belgijskich i francuskich, zaczęto układać szyny prostopadle, bez nachylenia ku osi toru, podobnie jak to przyjęto oddawna na większości dróg żelaznych w Stanach Zjednoczonych A. P.

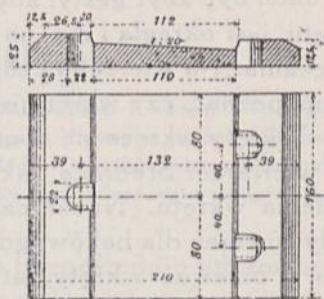
Ilość otworów w podkładce wynosi 2 do 4. Otwory umieszcza się nie naprzeciwko siebie, lecz naprzemiany, aby uniknąć pęknięcia podkładki. Podkładki o 2 otworach kładzie się przeważnie na podkładkach pośrednich, na podkładkach



Rys. 241a

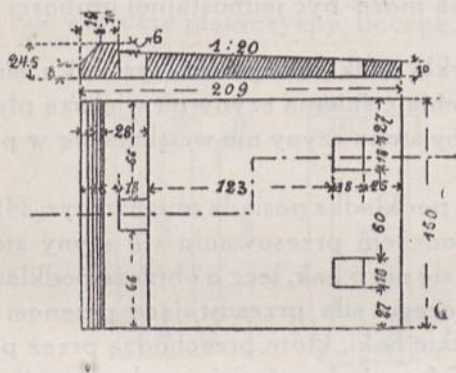


Rys. 241b

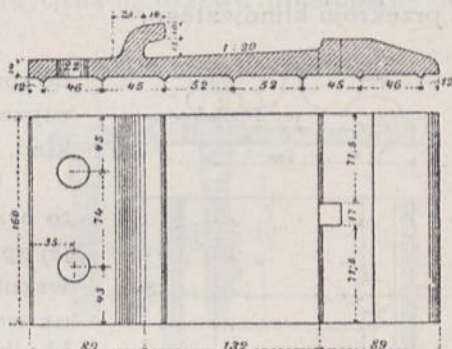


Rys. 241c

zaś przy złączu ilość tych otworów jest zwykle większa, aby można było końce szyn lepiej przytwierdzić. W ostatnich czasach szyny często przytwierdzane są do każdego podkładki trzema hakami lub wkrętami. Jeżeli przytem podkładki mają obrzeża, to dwa haki lub wkręty umieszcza się z wewnętrznej



Rys. 242. Podkładka dla szyn rosyjskiego typu normalnego 1a. Ciężar 3,85 kg.



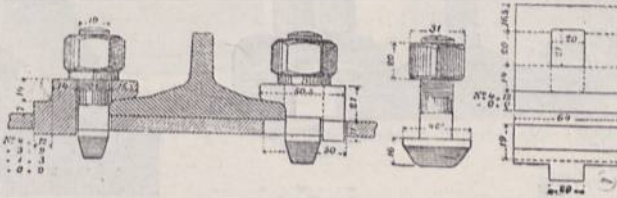
Rys. 243. Podkładka typu dr. żel. Saskich. Ciężar 7,32 kg.

strony (rys. 241 c) dla zwiększenia oporu przeciwko wywrotowi szyny, ponieważ przesunięciu szyny opierają się, jak to już zaznaczono, wszystkie haki lub wkręty, niezależnie od tego, czy się znajdują z zewnętrznej, czy z wewnętrznej strony.

Odległość w świetle pomiędzy obrzeżami podkładki przyjmuje się cokolwiek większa, niż szerokość stopy szyny, ze względu na możliwe uchybienia w wymiarze tej szerokości. Jednakże otwory w podkładce z zewnętrznej strony

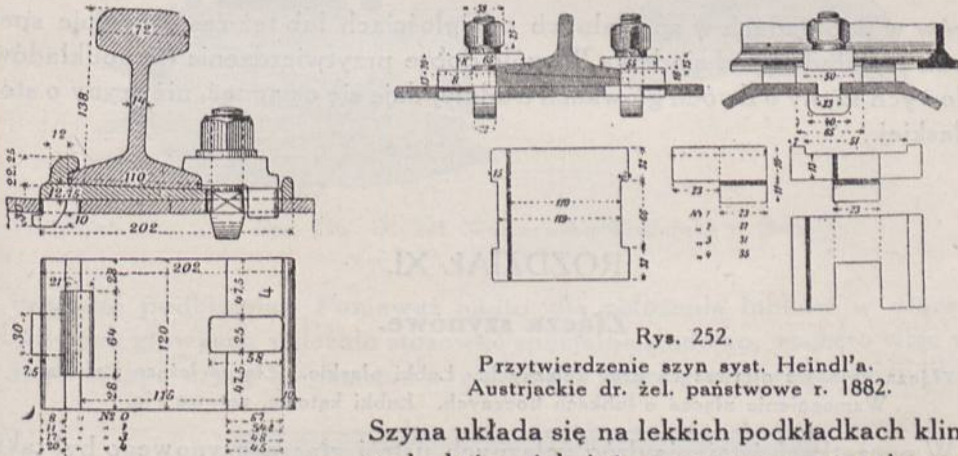
Łapki mają występy różnej grubości, co pozwala miarkować szerokość toru. Śruby pionowe mają główki płaskie, które można przesunąć od góry przez otwory w podkładach, poczem obraca się śrubę na 90° . Część śruby przy główce ma przekrój kwadratowy, nie pozwalający jej obracać się, gdy się ją przykręca.

Przytwierdzenie szyny da się osiągnąć zapomocą jednej tylko łapki, zamiast dwóch, stosując podkładkę hakowatą, uwidocznioną na rys. 251. Tego rodzaju przytwierdzenie jest w użyciu na niektórych dr. żel. pruskich.



Rys. 250. Dr. żel. Nadreńskie r. 1886.

W typie metalowej budowy wierzchniej pomysłu Heindl'a (rys. 252), bardzo rozpowszechnionej w Austrii i w Niemczech, łapki składają się z dwóch części wkładki, odbierającej wyłącznie tylko parcia poziome przy bocznem przesunięciu szyny, i właściwej łapki, którą przyciska śruba i która przeciwdziała wywrotowi szyny.



Rys. 252.

Przytwierdzenie szyn syst. Heindl'a.
Austriackie dr. żel. państwowe r. 1882.

Szyna układa się na lekkich podkładkach klinowatych, które, jak już zaznaczono, prawie zawsze używają się obecnie zamiast stosowanego dawniej wyginania podkładów metalowych.

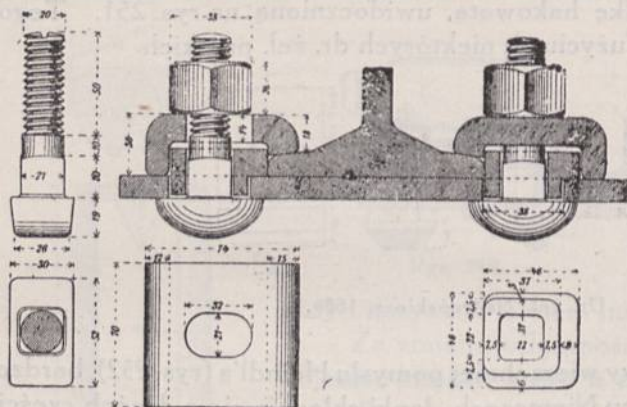
Przytwierdzenie szyn sposobem *Roth'a* i *Schüler'a* (rys. 253) pozwala uniknąć stosowania kilku typów wkładek, gdyż otwór dla śruby umieszczony jest we wkładce mimośrodowo i położenie szyny zmienia się zależnie od tego, którą krawędzią zwrócona jest ku niej wkładka. Wymaga to jednak, aby otwór w podkładzie był kwadratowy, t. j. prawie dwa razy szerszy od zwyczajnego, co osłabia przekrój podkładu.

W budowie wierzchniej z szynami o dwóch główkach stosowanie podkła-

Rys. 251.

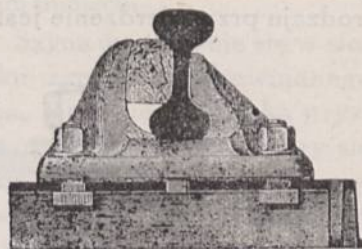
Pruskie dr. żel. państwowe
r. 1893.

dów metalowych jest mniej rozpowszechnione, niż w budowie wierzchniej z szynami o stopie płaskiej. Siodelka lane zwykłego typu, przyjętego dla szyn o dwóch główkach, przytwierdza się do podkładów metalowych zapomocą śrub, aby zaś uniknąć ścinania tychże, siodelko posiada występ, który się wpuszcza w podkład (rys. 254). Jeżeli tor ma być poszerzony, niezbędne jest przebicie



Rys. 253.

Przytwierdzenie szyn syst. Roth'a i Schüler'a.
Badeńskie dr. żel. państwowe r. 1891.



Rys. 254.
Przytwierdzenie do podkładów metalowych siołek szyn o dwóch główkach.

otworów w podkładach w specjalnych odległościach lub też zastosowanie specjalnych podkładek pod siodelka. Wogóle dobre przytwierdzenie do podkładów metalowych szyny o dwóch główkach trudniej daje się osiągnąć, niż szyny o stopie płaskiej.

ROZDZIAŁ XI.

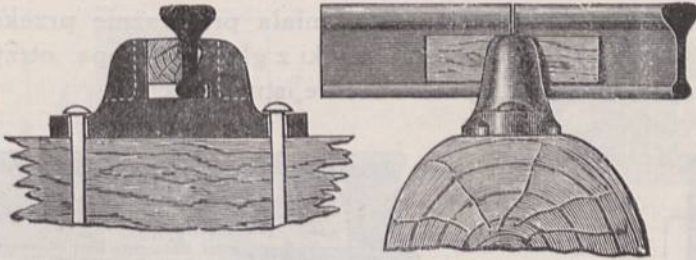
Złącza szynowe.

1. Złącza szynowe pierwszych dróg żelaznych. Łubki płaskie. Złącza leżące i wiszące.
Wzmocnienie złącza o łubkach bocznych. Łubki kątowe, zetowe i in.

W początkach istnienia dróg żelaznych urządzenie złącza szynowego był taki, że końce szyn opierały się na wspólnej podporze i były przymocowane do niej prawie w ten sam sposób, jak na pozostałej swej długości. Pomiedzy stykającymi się końcami szyn przez długi czas nie było innego połączenia oprócz wspólnej podpory. Szyny typu Stephenson'a były oparte w złączu na siodelku (które bywało tu niekiedy szersze od siołek pośrednich), i umocowane w nim zapomocą klina (rys. 255). Końce szyn o stopie płaskiej opierały się na wspólnej podkładce i były przytwierdzone do podpory każdy dwoma hakami (rys. 256).

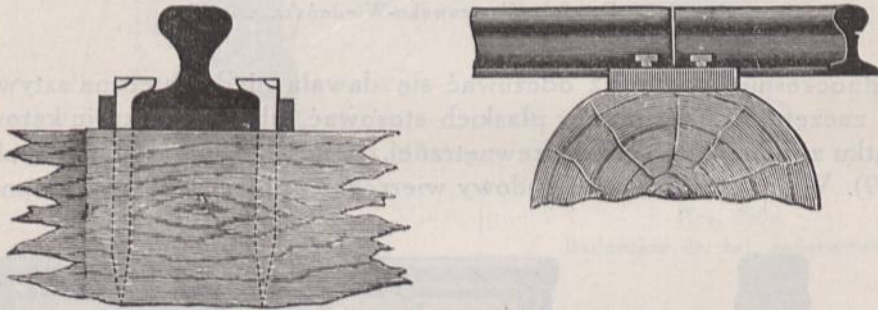
Po roku 1850 zaczęło się rozpowszechniać łączenie końców szyn parą łubków, ściągniętych 2-ma lub 4-ma śrubami. Jednakże łubki te były niedość

sztynne i niedokładnie przylegały do szyn, których przekrój nie był do nich dostosowany. Z powodu niejednoczesnego osiadania obu końców szyn pod naciskiem koła, następowały przy przejściu kół przez złącza silne wstrząśnienia,



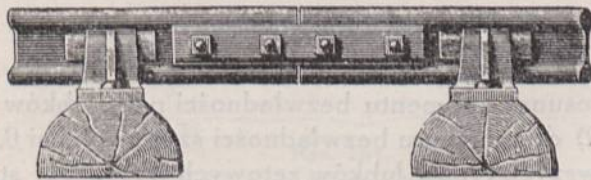
Rys. 255 Dr. żel. Warszawsko-Wiedeńska r. 1845.

wskutek których jazda stawała się niespokojną. Podkład podłączowy, przystosowując swe położenie do ugięcia to jednego, to znów drugiego końca szyny, kołysząc się około swej osi podłużnej i osiadając więcej od innych, wymagał



Rys. 256 Dr. żel. Warszawsko-Wiedeńska r. 1846.

częstego podbijania. Ponieważ nadto dla założenia łubków w złączu szyn o dwóch główkach należało stosować specjalne siodelko, zaczęto więc zamiast tego łączyć szyny Stephenson'a zapomocą złącza wiszącego pomiędzy pod-



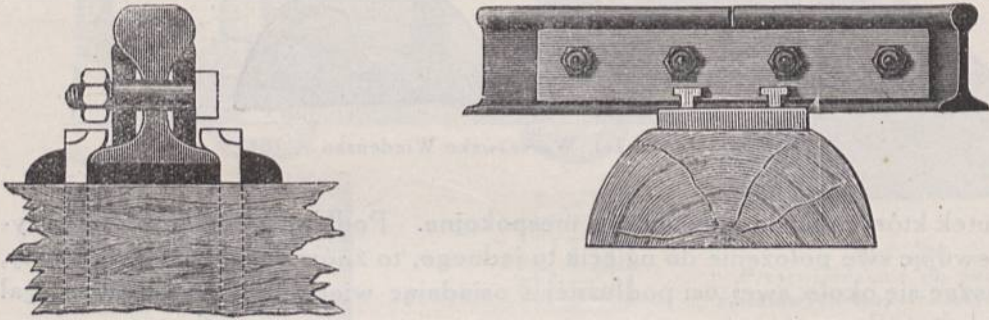
Rys. 257. Dr. żel. Angielskie r. 1858.

kładami, w którym koniec każdej szyny oparty był na osobnym siodelku, umieszczonem w miejscu, gdzie się kończyły łubki (rys. 257).

W typach budowy wierzchniej o szynach Vignoles'a przejście do złącza

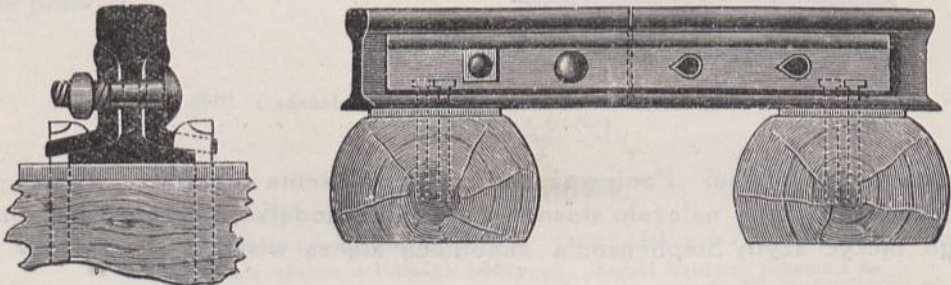
wiszącego odbywało się stopniowo od r. 1856 do r. 1880 i od tego czasu złącze wiszące jest prawie wyłącznie stosowane na drogach żelaznych.

Pierwszym skutkiem przejścia do złącza wiszącego była zmiana przekroju szyny w ten sposób, aby ona mogła lepiej oddawać łubkom ciśnienie pionowe. Główka szyny, która do owego czasu miała przeważnie przekrój gruszki (rys. 258), oraz zaokrąglone połączenie szyjki z główką i stopą, otrzymała stopniowo przekrój, stosowany w typach obecnie istniejących.



Rys. 258. Dr. żel. Warszawsko-Wiedeńska r. 1858.

Jednocześnie, ponieważ odczuwać się dawała niedostateczna sztywność złącza, zaczęto zamiast łubków płaskich stosować łubki o przekroju kątowym, z początku z jednej tylko strony zewnętrznej, a następnie z obu stron złącza (rys. 259). W nowszych typach budowy wierzchniej przekrój łubków stopniowo



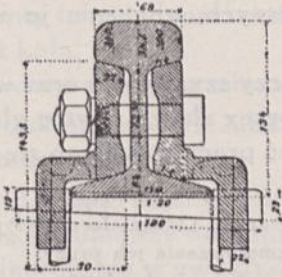
Rys. 259. Dr. żel. Dęblińsko-Dąbrowska r. 1884.

się wzmacnia. Stosunek momentu bezwładności pary łubków kątowych typu zwykłego (rys. 259) do momentu bezwładności szyny wynosi 0,25 do 0,35. Dla niektórych zaś nowszych typów łubków zetowych (rys. 260a) stosunek ten dochodzi do 0,85, a nawet do 1.

Jednocześnie ze wzmocnieniem łubków starano się zbliżyć o ile możliwości podkłady przyzłączowe.

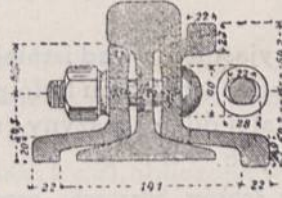
Jednakże środki te nie okazały się dostateczne, aby osiągnąć równie gładkie przejście koła przez złącze, jak to ma miejsce na pozostałej długości szyny.

Charakterystyczne uderzenia kół na złączach ciągle dają się odczuwać, niszczą łączność między szyną i łubkami i skracają czas ich służby wskutek niejednostajnego zużycia. Podkłady przyłączowe obruszają się, osiadają więcej od



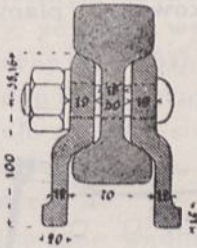
Rys. 260a.

Dr. żel. Warszawsko-Wiedeńska r. 1894.



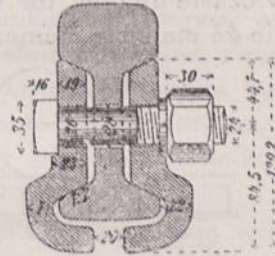
Rys. 260b.

Austrjacka dr. żel. Północna
Cesarza Ferdynanda.



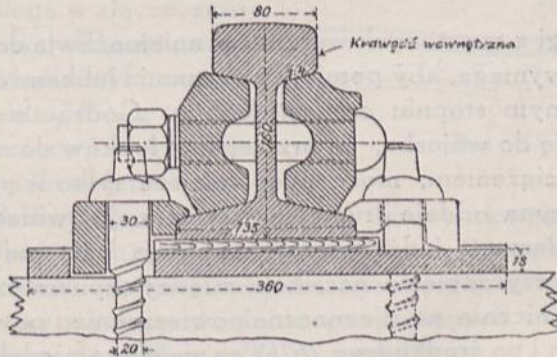
Rys. 260c.

Francuska dr. żel. Północno-
Zachodnia r. 1889.



Rys. 260d.

Badeńskie dr. żel. państwowe.



Rys. 261.

Belgijskie dr. żel. państw. r. 1907.

pozostałych i wymagają częstszego podbijania. Wstrząśnienia i uderzenia na złączach niewątpliwie zwiększają również zużycie obręczy i opór ruchowi.

Przytoczone wady złącza szynowego, zwiększające koszt eksploatacji, sprawiły, że od początku budowy dróg żelaznych troszczono się o wzmocnienie go,

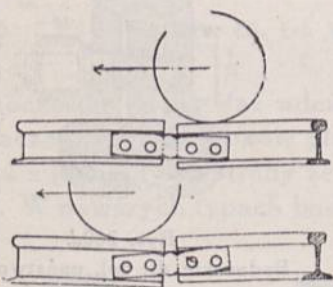
i wywołały szereg wynalazków, mających na celu ulepszenie tego najsłabszego miejsca w torze.

Na niektórych drogach żelaznych wyrobiło się przekonanie, że najlepszym wzmocnieniem złącza jest wzmocnienie przekroju samej szyny, wobec czego powrócono do łubków płaskich, jako najprostszych, znacznie je zgrubiając (rys. 261).

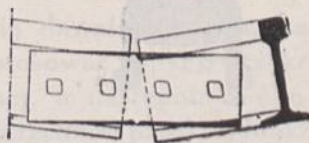
Dla wyjaśnienia wad istniejących typów złączy szynowych oraz warunków, przy których zachowaniu koło przechodziłoby przez złącze równie gładko, jak i na pozostałej długości szyny, należy rozpatrzyć pracę zwykłego złącza o łubkach bocznych.

2. Działanie łubków bocznych; naprężenia, jakim podlegają. Odształcenia szyn i łubków w złączach. Materiał łubków. Warunki zmniejszenia ich pracy.

Złącze szynowe winno być urządzone tak, ażeby z jednej strony połączenie szyn było możliwie ciągłe, z drugiej zaś, aby nie przeszkadzało ono wzajemnemu zbliżaniu się lub oddalaniu końców szyn przy ich wydłużaniu się lub kurczeniu pod wpływem temperatury, gdyż w przeciwnym razie, jak wskazuje doświadczenie, w czasie upałów tor wykrzywia się zygzakowato w planie i należyte utrzymanie go staje się niemożliwym.



Rys. 262a.



Rys. 262b.

Jednakże drugi z rzeczonych warunków uniemożliwia dokładne spełnienie pierwszego, gdyż wymaga, aby pomiędzy szynami i łubkami istniały luzy, które osłabiają w znacznym stopniu *działanie łubków*. Godząc się zaś z istnieniem luzów, dochodzi się do wniosku, że przyleganie łubków do szyn, podczas gdy się uginają pod obciążeniem, może mieć miejsce tylko w pewnych punktach, w których jedna szyna oddaje drugiej nacisk koła. Jak widać z rys. 262a, przy przejściu koła w złączu z jednej szyny na drugą następuje w jednej chwili zmiana punktów przyczepienia nacisków między szynami i łubkami. Naciski te, działając dynamicznie na nieznaczne powierzchnie, powodują zgniecenie łubków na końcach i po środku (rys. 262b), co zwiększa niedokładność przylegania łubków do szyn.

Według badań Chołodeckiego największy moment zginający łubki, w przypuszczeniu, że przylegają one ściśle do szyn, wyraża się wzorem:

$$M = \left\{ \frac{\gamma - \frac{3}{4} \alpha^2 \cdot \frac{I}{I+i}}{\gamma + 1 + 1,5 \frac{I}{I+i}} + \alpha \right\} \frac{Ga_2}{4} \dots \dots \dots (182)$$

w którym oznacza:

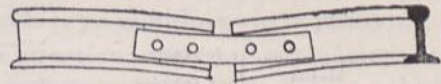
- a_2 odległość pomiędzy osiami dwóch podkładów w przeszle sąsiadującym z przeszlem podzłączowem,
- α stosunek odległości pomiędzy osiami podkładów przyzłączowych do a_2 ,
- l i i momenty bezwładności przekroju szyny i pary łubków,
- G nacisk koła,
- γ zaś zachowuje znaczenie, wskazane powyżej (patrz str. 297).

Największy nacisk na krawędź łubka otrzyma się, dzieląc największy moment przez połowę długości łubka.

Naprężenia w łubkach najsilniejszych typów (rys. 260a, b, c, d), obliczone według wzoru (182), nie są mniejsze od naprężeń, jakie się otrzymują dla odpowiednich typów szyn. Naprężenia w zwykłych łubkach kątowych otrzymują się znacznie większe, niż w szynach, które one łączą. Jeżeli przyjmiemy pod uwagę, że wytrzymałość żelaza, z którego wyrabiane są łubki, jest znacznie mniejsza od wytrzymałości stali szynowej, to stanie się zrozumiałem, że w większości przypadków łubki te po pewnym czasie służby otrzymują wygięcie stałe. Dokładne wymiary wykazały, że także wygięcie, tylko w kierunku przeciwnym, otrzymują z czasem i szyny (rys. 263). Zjawisko to jest zupełnie naturalne, zważywszy, że według badań teoretycznych, gdy luz między szynami i łubkami wynosi 1 do 2 mm i gdy koło znajduje się nad środkiem złącza, to łubki przestają przyjmować udział w ugięciu złącza, wskutek czego szyny pracują jak belki, osadzone jednym końcem.

Momenty, obliczone według wzoru (182), szybko się zmniejszają wraz ze zmniejszeniem γ i zwiększeniem i t. j., dla danego typu szyny, ze zwiększeniem sztywności jej podpór i sztywności łubków. Wynika stąd, że zmniejszenie osiadania podpór szynowych zapomocą polepszenia podsypki i typu podkładów wpływa zasadniczo na wzmocnienie złącza.

Tor szynowy podlega w złączu, zarówno jak na pozostałej swej długości, siłom poziomym bocznym i podłużnym, oraz siłom skręcającym (por. str. 315), z tą tylko różnicą, że wskutek przerwy w ciągłości toru w złączu i nieprawidłowości w płasz-



Rys. 263.

czyźnie toczenia się koła, które stąd wynikają, oraz w skutek zmniejszenia sztywności szyny, wielkość tych sił jeszcze się zwiększa. Szyny o dwóch główkach, będąc umocowane w siodełkach całą swą wysokością, z wyjątkiem tylko główki górnej, lepiej wytrzymują działanie pomienionych sił, niżli szyny Vignoles'a, przytwierdzone do podpór tylko za stopę.

Urządzenia, zapobiegające uciekaniu szyn i będące w związku z ustrojem złącza, będą opisane poniżej. Należy tylko zaznaczyć, że wobec rozmaitych i znacznych naprężeń, którym podlegają łubki, pożądane jest, aby one nie brały udziału w zapobieganiu uciekaniu szyn.

Według normalnych warunków technicznych, przyjętych na polskich drogach żelaznych, łubki winny być wyrabiane z miękkiej stali, której wytrzymałość na ro-

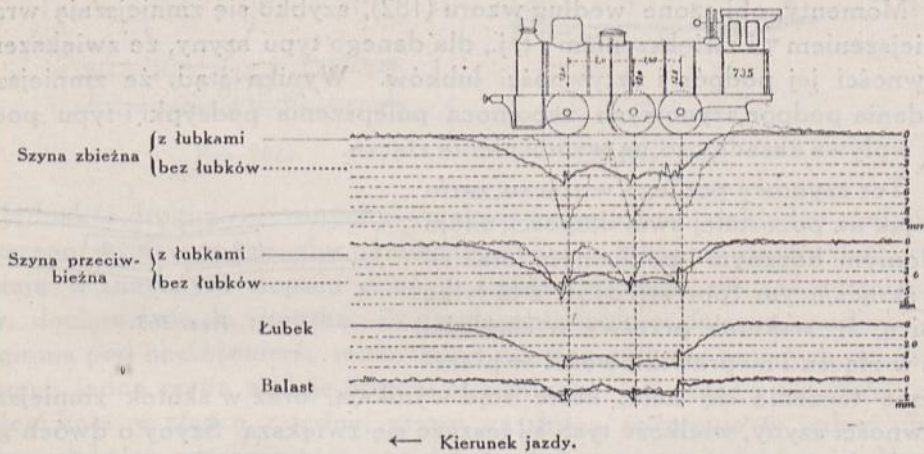
zerwanie winna wynosić co najmniej 42 kg/mm^2 , suma zaś $R + 2i$ wytrzymałości i podwojonego wydłużenia co najmniej 75.

Odpowiednio do znacznej twardości stali, wymaganej obecnie dla szyn, należałoby łąbki wyrabiać z twardszego materiału, a mianowicie ze stali o wytrzymałości 50 do 55 kg/mm^2 , jak to się stosuje zagranicą. Łubki o słabym przekroju winny być z materiału miękkiego, łatwo jednak zauważyć, że praca takich łąbków sprowadza się wkrótce do zapobiegania tylko rozejściu się szyn. Ponieważ przekrój łąbków nowszych typów dobrze odpowiada przekrojowi szyny (por. str. 360), przeto materiał twardszy może być dla nich śmiało dopuszczony, przez co osiągnie się większa wytrzymałość łąbków na niejednostajne ścieranie się i zginięcie, oraz na wysokie naprężenia wewnętrzne.

Z powyższego wynika, że w celu *zmniejszenia pracy złącza* o łąbkach bocznych należy zwiększyć sztywność, wytrzymałość i twardość łąbków, oraz sztywność podpór szyn. Do tegoż celu prowadzi poszerzenie powierzchni przylegania łąbków do szyn, nadanie tym powierzchniom należytego pochylenia oraz możliwie mocne przytwierdzenie szyn do podkładów przyłączowych.

3. Schodki w płaszczyźnie tocznej w złączu jako przyczyna uderzeń koła. Różnice w wysokości szyn. Ugięcie szyn w złączu przy przejściu koła. Wyrównanie większego osiadania szyn w złączu. Zbliżenie podkładów przyłączowych. Złącze na dwóch podkładach.

Wskutek luzu pomiędzy szynami i łąbkami, szyny w złączu uginają się pod ciężarem do pewnego stopnia niezależnie jedna od drugiej, w chwili więc,



Rys. 264.

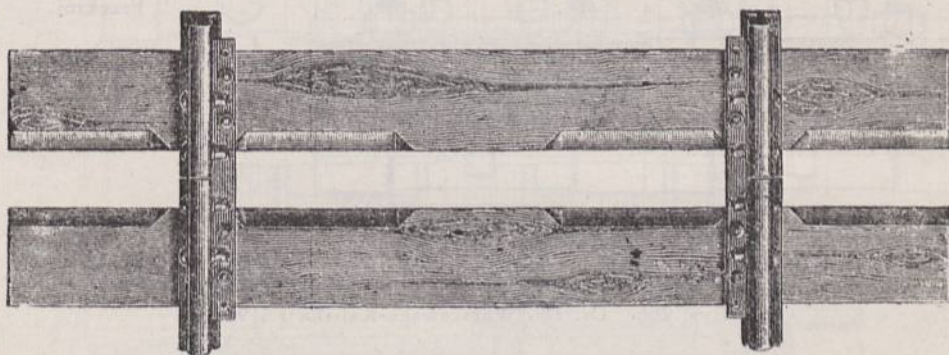
gdy koło dojdzie do zbieżnego końca szyny, stykający się z nią koniec przeciwbieżny drugiej szyny, jako nieobciążony, znajdować się będzie cokolwiek wyżej od pierwszego (rys. 262). W następstwie tego tworzy się *schodek w złączu szyn*, na który koło wskakuje, uderzając jednocześnie w sztorc szyny, który go tworzy. Zjawisko to stwierdzone zostało wykresami odkształceń w złączu, zdjętymi zapomocą przyrządu fotograficznego (por. str. 285-6).

Na rys. 264 uwidoczniono w zestawieniu dwa takie wykresy, przyczem

linje pełne dotyczą złącza o nowych, mocno ściągniętych łubkach bocznych, punktowane zaś tegoż złącza bez łubków. Względne położenie obu końców szyn łatwe jest do rozpoznania przez porównanie rzędnych ugięć na jednym pionie. Jak widać z wykresów, łubki ograniczają tylko ruchy końców szyn, które jednakże pozostają do pewnego stopnia niezależnymi od siebie.

Drobne różnice w wysokości szyn, powstałe przy walcowaniu, zwiększają jeszcze uderzenia kół w złączach. Według normalnych warunków technicznych różnice te mogą dochodzić do 1 mm. Pod tym względem złącza wiszące mają tę wyższość nad złączami podpartymi, że uderzenia kół wskutek schodków w płaszczyźnie tocznej łagodzi w złączach wiszących sprężystość zwieszających się końców szyn, podczas gdy w złączu podpartem końce obu szyn spoczywają na wspólnej podkładce. W tym ostatnim przypadku, przy zbliżeniu się koła do złącza, szyna zbieżna osiada razem z podkładem podłączowym, szyna zaś przeciwbieżna pozostaje cokolwiek wzniesioną nad tamtą i następnie, po wejściu na nią koła, uderza w podkładkę, jakby młot w kowadło.

Wpływ luzu pomiędzy szynami na uderzenia w złączach nie daje się za-



Rys. 265. Francuska dr. żel. Wschodnia.

uważyć, o ile powierzchnie toczne na końcach szyn znajdują się w jednym poziomie. Przekonywa o tem rachunek oraz spostrzeżenia nad przejściem pociągu po szynie, w której główce wycięty był poprzeczny rowek o szerokości 30 mm. Taka przerwa w powierzchni tocznej nie powodowała wcale uderzenia przy przejściu koła. Tymczasem wielkość luzu między końcami szyn w złączu nie przewyższa 10 do 20 mm.

Przyjmując, że najmniejsza średnica koła wynosi 1,1 m i największy luz między szynami 20 mm, strzałka łuku koła o teje średnicy, którego cięciwa równa się wielkości luzu, otrzymuje się:

$$f = \frac{20^2}{4 \times 1100} = 0,091 \text{ mm},$$

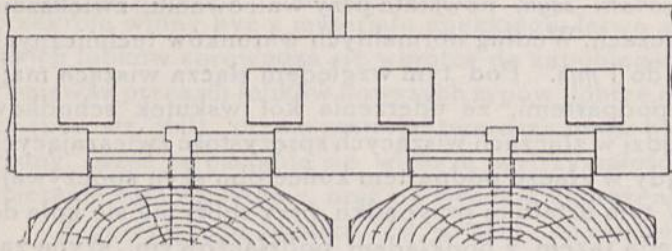
a więc energia uderzenia koła przy przejściu przez luz o szerokości 20 mm wyaiesie:

$$7500 \times 0,000091 = 0,68 \text{ mkg}.$$

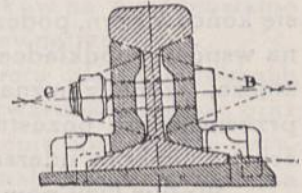
Jeżeli zaś koło, obciążone 7,5 tonnami, spada z wysokości 1 mm, to wytwarza się przy em energia kinetyczna, wynosząca 7,5 mkg t. j. 11 razy większa, niż w poprzednim przypadku.

Ażeby jazda była równa, potrzeba oczywiście, aby osiadanie toru było jednakowe na całej długości szyny. W tym celu w złączu, gdzie tor jest słabszy,

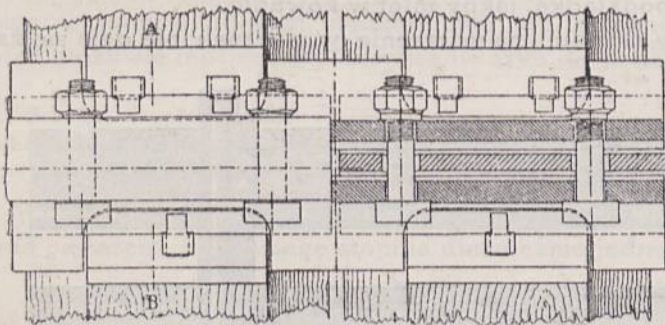
naależy wzmocnić go, zbliżając podkłady przyłączeniowe i najbliższe sąsiednie, aby *osiadanie toru w złączu* nie było większe, niż w środkowej części szyny. Gęściejsze rozmieszczenie podkładów w pobliżu złącza, niż na pozostałej długości szyny, stosowano również przy złączu podpartem. Jednakże złącze wiążące wymagało szczególnie dużego zbliżenia podkładów przyłączeniowych



Widok boczny.



Przekrój.

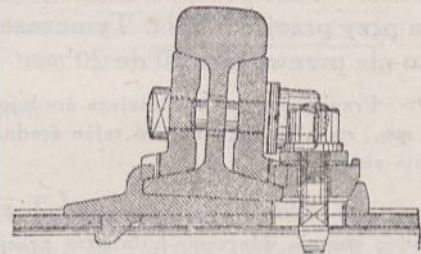


Plan.

Rys. 266. Dr. żel. Warszawsko-Kaliska r. 1900.

zwróciło uwagę na korzystny wpływ tego środka pod względem zwiększenia stateczności toru.

Trudno jest wyznaczyć teoretycznie, jaka winna być odległość pomiędzy ipodkładami przyłączeniowymi w zależności od odległości pomiędzy podkładami pośrednimi. Spostrzeżenia wykazują, że nawet przy największym zbliżeniu do siebie podkładów przyłączeniowych, jakie da się osiągnąć, osiadają one tak samo, jak i pozostałe. Z drugiej strony, zbliżenie to jest najskuteczniejszym środkiem do zwiększenia stateczności toru w złączach szyn. W nowszych typach budowy wierzchniej zbliżenie podkładów przyłączeniowych doprowadzone jest do ostatecznej granicy, przy której podbicie tych podkładów z obu stron jest jeszcze możliwe, a mianowicie do 50 lub nawet 48 cm oś od osi. Dla osiągnięcia jeszcze większego zbliżenia zastosowano na jednej z dróg zagranicznych specjalną obróbkę podkładów przyłączeniowych (rys. 265), lub też zadowolano się podbija-



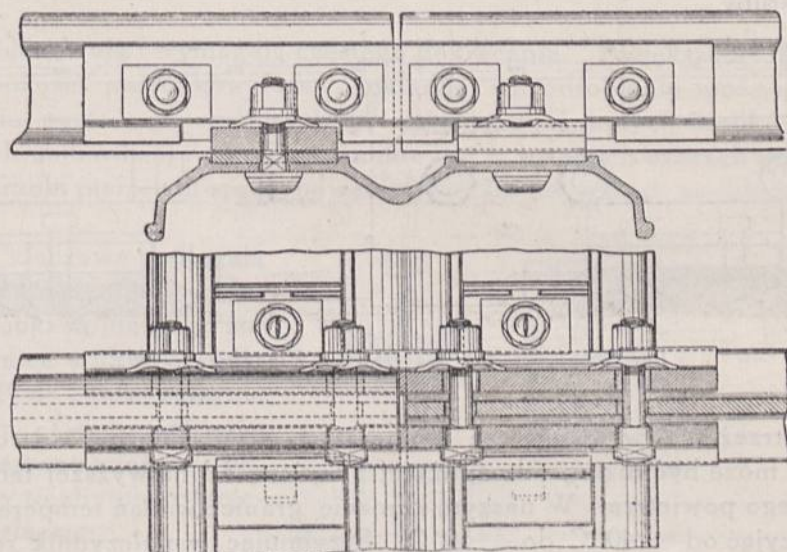
Rys. 267a.

niem tych podkładów tylko z jednej strony zewnętrznej. W tym ostatnim przypadku lepiej jest zbliżyć podkłady przyłączeniowe prawie do zetknięcia, aby podsypanka pomiędzy podkładami nie wytlaczała się w górę (rys. 266).

Podkłady przyłączeniowe podwójne stosowane są obecnie na drogach żelaznych niemieckich w kształcie dwóch podkładów zbitych ze sobą lub w kształcie podwójnego podkładu metalowego (rys. 267), wyrobionego w jednej sztuce. Uzależnienie przy takim ustroju położenia obu podkładów przyłączeniowych co do wysokości nie wydaje się korzystne dla uniknięcia nierówności powierzchni tocznej w styku szyn.

W przęsłach sąsiednich z przęsłami podłączowemi odległość pomiędzy podkładami przyjmuje się średnia między najmniejszą i normalną, przyjętą dla podkładów pośrednich.

Braki złącza wiszącego i niepowodzenie usiłowań, skierowanych ku jego



Rys. 267b. Pruskie dr. żel. państw. r. 1907.

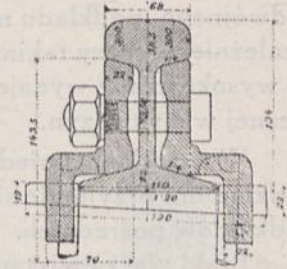
udoskonaleniu, skłoniły niektórych specjalistów do ponownej oceny złącza podpartego, które po odpowiednim ulepszeniu mogłoby, ich zdaniem, okazać się lepszym od złącza wiszącego. W każdym razie nie można uważać, aby bezwzględna wyższość złącza wiszącego była ostatecznie uznana.

4. Długość łubków. Łubki cztero i sześciotworowe. Wielkość luzu w styku. Śruby złączowe. Kształt i rozmieszczenie otworów na śruby. Zapobieganie luzowaniu się naśrubków. Środki przeciw uciekaniu szyn zależne i niezależne od złącza.

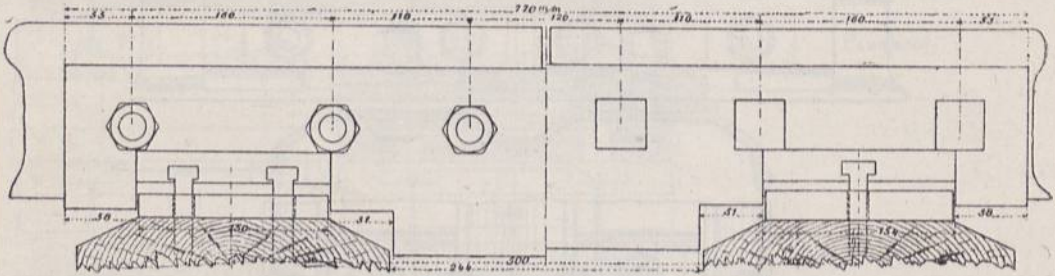
Długość łubków jest zwykle nieco większa od odległości pomiędzy osiami podkładów przyłączeniowych. Zwiększenie długości łubków zwiększa również moment na nie działający, jednakże przy wymiarach łubków, jakie się stosuje, óżnice w wielkości momentu, pochodzące z tego powodu, nie przewyższają 3^o/_o.

Wobec tego we wzorze (182) długość łubków przyjęto dla uproszczenia równą odległości pomiędzy podkładami przyłączowemi. Z drugiej jednak strony łubki krótkie, jak wskazuje obliczenie, przestają działać przy mniejszej wielkości luzu między nimi a szynami, niż długie. Z tego powodu łubki długie nadają złączu większą sztywność i, wobec większej powierzchni przylegania do szyn, mniej się zużywają.

Zależnie od długości łubków, łączy się je czterema lub sześcioma śrubami (rys. 268b). Śruby te, łącząc łubki, nie powinny jednakże przeszkadzać wzajemnemu zbliżaniu się lub oddalaniu końców szyn, zawartych między łubkami, w granicach kurczenia się lub wydłużania szyn pod wpływem temperatury. W tym celu otwory dla śrub w szynach robi się owalne (rys. 269) albo odpowiednio większej średnicy, niż śruby.



Rys. 268a.



Rys. 268b. Dr. żel. Warszawsko-Wiedeńska r. 1895.

Spostrzeżenia wykazują, że temperatura szyn, zależnie od rozmaitych przyczyn, może być niższą od najniższej i wyższą od najwyższej temperatury otaczającego powietrza. W naszym klimacie granice wahań temperatury szyn można przyjąć od -40°C do $+50^{\circ}\text{C}$. Przyjmując współczynnik rozszerzalności stali szynowej 0,0000118, otrzymamy, że największa całkowita różnica w długości szyny może wynosić 1,06 mm na metr bieżący. Oprócz tego należy przewidzieć pewien zapas w wielkości największego luzu pomiędzy szynami, mniej więcej około 5 mm, dla wyrównania drobnych niedokładności w położeniu złączy przy wyjściu z łuków (patrz str. 380).

Jeżeli e oznacza największy luz pomiędzy końcami szyn w złączu przy najniższej temperaturze, to dla dwóch skrajnych położenia szyn, uwidocznionych na rys. 269, otrzymamy:

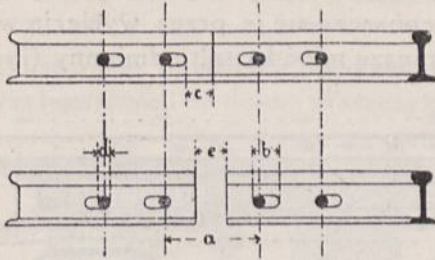
$$b = d + \frac{e}{2}$$

$$c = \frac{a + d}{2} - b = \frac{a - d - e}{2} \dots \dots \dots (183)$$

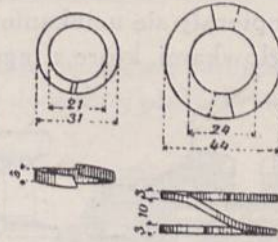
Aby uniknąć obracania się śrub przy dokręcaniu naśrubków, część trzpienia śruby przy główce posiada zgrubienie lub ma przekrój owalny i takiż kształt

mają otwory w łubku (rys. 259), albo też kwadratowa główka śruby opiera się o poziomą część łubka (rys. 268a).

Aby łubki pracowały jak należy, konieczne jest, by były dobrze ściągnięte śrubami. Tymczasem naśrubki, wskutek wstrząśnień podczas ruchu pociągów,



Rys. 269.



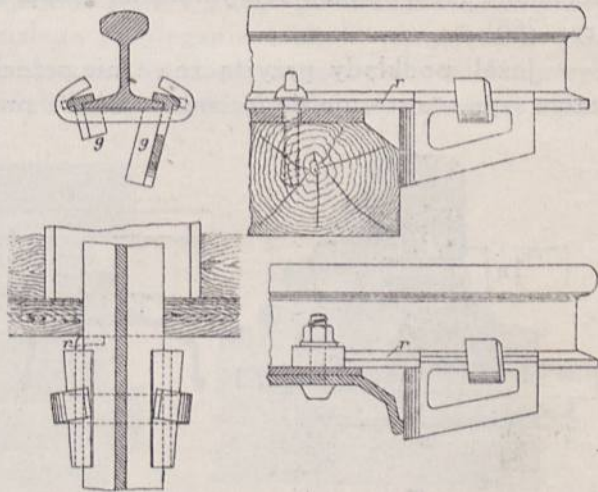
Rys. 270.

łatwo się obluźwiają i wymagają częstego dokręcania. Zwiększenie średnicy śrub i wysokości naśrubków oraz dokładne ich odrobienie może w znacznym stopniu ograniczyć rozkręcanie się naśrubków. Z innych środków zapobiegawczych najbardziej rozpowszechnione jest w ostatnich czasach podkładanie pod naśrubki pierścieni sprężynowych (rys. 270) lub innych podkładek sprężystych.

Śruby złączowe podlegają znacznym naprężeniom, zwłaszcza gdy łubki są już nieco zużyte. Średnica śrub przyjmuje się zwykle 19 do 27 mm, zależnie od typu szyn. Gdyby średnica śrub była jeszcze większa, powodowałoby to zbytne osłabienie szyn w złączu.

Do zapobiegania uciekaniu szyn służą najczęściej złączki złączowe (por. str. 362). Dawniej, gdy używano jeszcze szyn żelaznych, w stopie szyn robiono wycięcia, przez które zabijano haki, służące do przytwierdzenia szyn do podkładów. Przy szynach stalowych środek ten nie mógł być zastosowany ze względu na kruchość stali i dla uniknięcia pęknięcia szyn. Dlatego w celu powstrzymania szyny od przesuwania się w kierunku toru starano się przytrzymać ją na podporach zapomocą łubków z nią złączonych.

Przy łubkach płaskich osiągnęto to przez przybicie do podkładów przyłączowych specjalnych kątowników, opierających się o łubki. Od czasu, gdy zaprowadzono łubki kątowe, rozpowszechnił się głównie sposób, polegający na



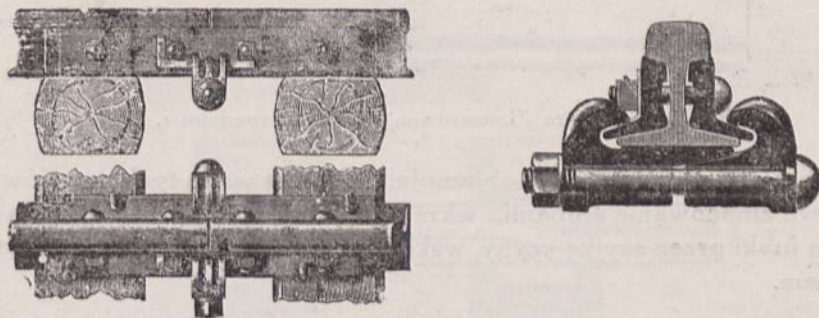
Rys. 271.

Opórka z klinem przeciw uciekaniu szyn.

zapomocą śrub, które przytwierdza się do podstawy szyny pomiędzy podkładami (rys. 271).

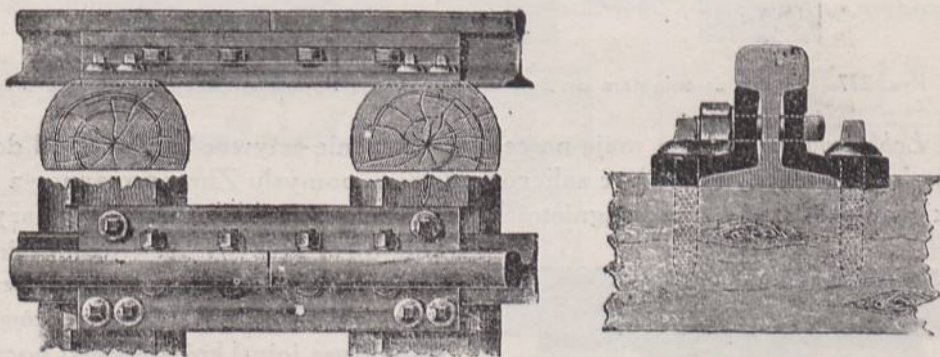
5. Złącza o ustroju specjalnym. Ograniczenie powierzchni przylegania łubków bocznych. Złącze z klinem. Złącze ciągłe Thompson'a. Łubki podparte. Łubki spodnie. Złącze ze ściąganiem. Złącza mostowe. Złącza o łubku nośnym i z szyną poboczną. Złącza Ruppell'a i Neumann'a. Spajanie szyn.

W ustrojach, opisanych powyżej, łączenie szyn osiąga się zapomocą łubków, przylegających do dolnej płaszczyzny główki i do górnej płaszczyzny stopy



Rys. 274. „Złącze ciągłe“ Thompson'a r. 1889.

szyny. Łubki te zużywają się niejednostajnie i z tego powodu z czasem przestają działać. Dla osiągnięcia ścisłego przylegania łubków w miejscach największego zużycia próbowano zheblowywać pozostałe części powierzchni przylegania w ten sposób, ażeby łubki dotykały szyn tylko w tych najwięcej zuży-

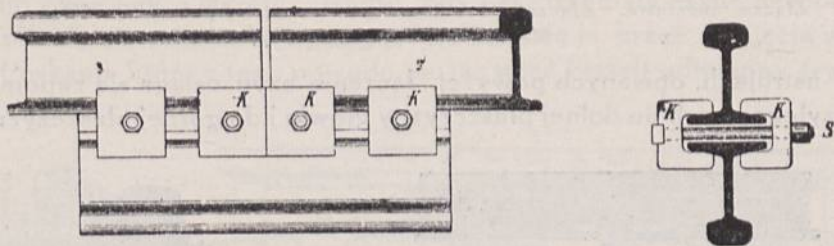


Rys. 275. Łubki podparte, Belgijskie dr. żel. państwowe r. 1887.

wających się miejscach. Tego rodzaju obróbka łubków kosztuje jednakże bardzo drogo. Zimmermann proponuje wstawiać w tychże miejscach pomiędzy główkę szyny i łubki kliny, ściągane śrubami, aby łubki pracowały zawsze jednakowo (rys. 272).

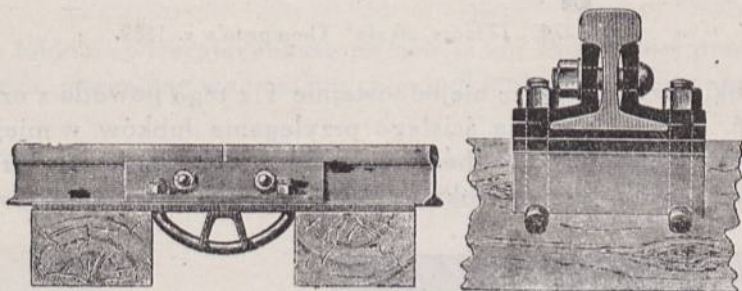
Niedostateczne działanie łubków bocznych wywołało potrzebę wyszukania dla nich dodatkowych powierzchni przylegania do szyny i jej podpór. Do takich ustrojów zaliczyć należy między innymi *złącze z klinem* przesuniętym pod stopą

szyny przez otwory w dolnych pionowych pasach łubków zetowych (rys. 273), „złącze ciągłe” (continuous joint) Thompson'a (rys. 274) i złącze o łubkach podpartych, przymocowanych do podpór (rys. 275). To ostatnie złącze jest rozpowszechnione we Francji i Belgji, jakkolwiek pas poziomy łubka, przykręcony do pod-



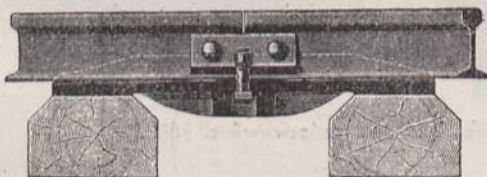
Rys. 276. Złącze Zimmermann'a o łubku spodnim r. 1892.

kładki lub podkładu, często się obłamuje. Ogólną wadą tych ustrojów jest, że dodatkowe z mocowaniem śrubami, wkrętami lub klinami przeciwdziała śrubom, łączącym łubki przez szyjkę szyny, wskutek czego działanie złącza staje się nieokreślone.



Rys. 277. Złącze ze ściągiem dr. żel. Chicagoskiej i Północno-Zachodniej r. 1889.

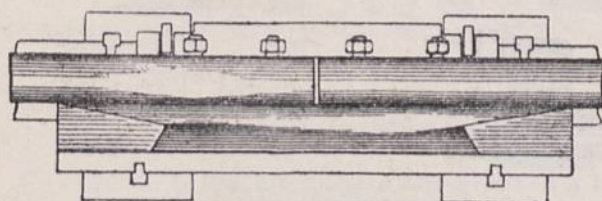
Łubki spodnie i ściągi mają na celu zwiększenie sztywności złącza od dołu. Do tego typu złączy może być zaliczony ustrój, pomysłu Zimmermanna, z kawałkiem starej szyny, podciągniętej pod złącze stopą do góry. Stopy szyny kolejowej i szyny odwróconej ściągnięte są w czterech miejscach szponami (rys. 276). W złączu ze ściągiem (long truss joint) krótkie łubki boczne (rys. 277) służą głównie do dogodniejszego przymocowania śrub wygiętych, które działają na podobieństwo ściągów. W obu tych typach boczna sztywność złącza jest niedostateczna.



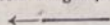
Rys. 278. Złącze mostowe. Berlińska dr. żel. miejska r. 1890.

Ostatni z powyższych typów stanowi przejście do typu złącza mostowego. Ustrój takiego złącza uwidoczony jest na rys. 278. Nad podkładami przyłączowemi przerzucona jest beleczka, na której środku nieco wzniesionym spo-

wszystkie obręcze zużyte przy przejściu przez omawiane złącza toczyć się będą wyłącznie tylko po szynie pobocznej, lub po łubku, nieużytej części obwodu tocznego. Przeciwnie, obręcze nieużyte, po pewnym starciu się przystawek, będą toczyć się wyłącznie tylko po szynie kolejowej. Następstwem takiego stanu rzeczy będą uderzenia koła i niejednostajne ścieranie się szyn toru kolejowego w nowych złączach tego typu, które po pewnym czasie przestają wywierać wpływ na przejście koła i pracę złącza.



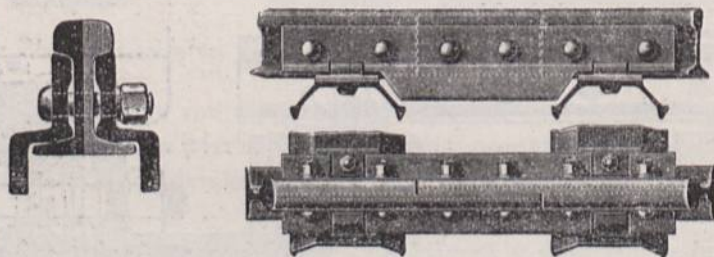
kierunek biegu pociągów



Rys. 281.

Na rys. 281 pokazany jest widok w planie złącza z szyną poboczną po trzech miesiącach służby w linii głównej dr. żel. Warszawsko-Wiedeńskiej. Miejsca uderzeń koła przy wejściu na szynę poboczną i przy zejściu z niej na szynę toru ujawnia niejednostajne zużycie się tych szyn.

Obejście luzu między szynami, bez zwiększenia szerokości powierzchni, po której toczy się koło, stara się urzeczywistnić Rüppell w złączu swego pomysłu zapomocą obróbki końców szyn w kształcie długiego zazębienia w planie, jak to uwidoczniono na rys. 282. W złączu tem, zamiast jednego luzu na całym przekroju szyny, otrzymuje się dwa luzy, dochodzące tylko do pionowej osi przekroju. Ponieważ ustrój ten osłabia znacznie szyjkę szyny, walcuje się ją większej grubości, zwykle nie cieńszą jak 18 mm. Jazda po złączach tego typu jest bardzo spokojna. Na działce próbnej dr. żel. Warszawsko-Wiedeńskiej, po



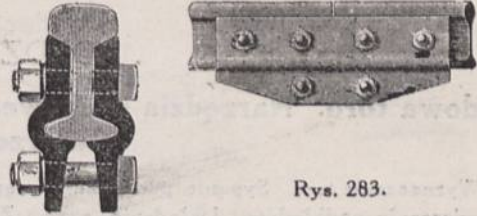
Rys. 282. Złącze Rüppell'a. Pruskie dr. żel. państwowe r. 1893.

dziesięcioletniej służbie złączy Rüppell'a, nie można było dosłyszeć uderzeń kół na złączach. Jednakże po dłuższej służbie osłabienie szyn odbija się na ich trwałości. W miejscach naprzeciwko luzów główka szyny, osłabiona do połowy, rozpląszcza się i cienki koniec szyny dość często się odłamuje.

W złączu Neumann'a łubek podtrzymujący koło wpuszczony jest w główkę szyny, przez co otrzymuje się złącze podobne nieco do złącza Rüppell'a. Jednakże łubek ten, opierając się na pochyłej powierzchni stopy szyny, nie posiada dostatecznej stałości. Przytem trudno jest do jego wyrobu dobrać materiał tejże twardości, co szyna, wskutek czego ścieranie się łubka i szyny nie jest

jednakowe. Z powyższych przyczyn ustrój ten należy uznać jako mniej udatny, niż złącze o szynach zazębionych w planie.

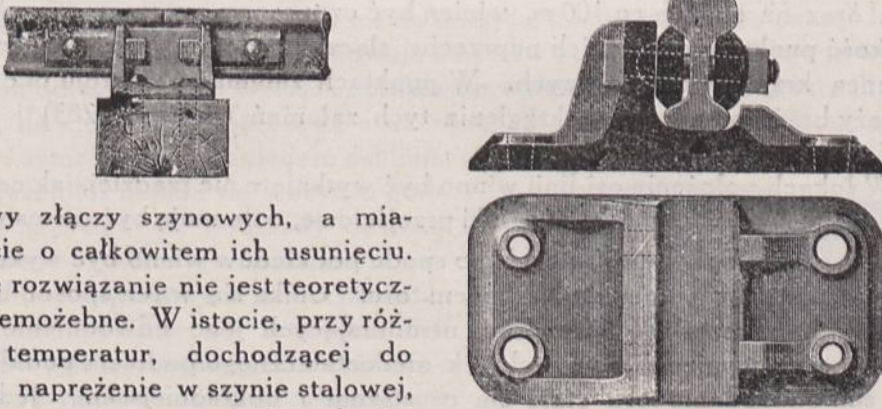
Potrzeba wzmocnienia *złącza szyny o dwóch główkach* daje się również odczuwać w miarę zwiększania się obciążenia osi i szybkości pociągów, jednakże ilość ustrojów, mających na celu udoskonalenie tego złącza, jest znacznie mniejsza od ilości ustrojów, dotyczących złącza szyny o stopie płaskiej, i udoskonalenie to ogranicza się przeważnie do wzmocnienia przekroju łubków i ich połączenia (rys. 283). Na niektórych drogach żelaznych zachowano dotychczas złącze podparte na podkładzie, z zastosowaniem specjalnego siodełka (rys. 284). Okoliczność ta świadczy do pewnego stopnia, że złącze szyny o dwóch główkach znajduje się w lepszych warunkach, niż złącze szyny Vignoles'a.



Rys. 283.

Rozpatrzywszy rozmaite ustroje złączy, różniące się od zwykłego złącza o łubkach bocznych, należy przyjść do wniosku, że to złącze, pomimo swoich wad, jest w porównaniu z innymi najprostszym, najtrwalszym i, praktycznie biorąc, najdogodniejszym, co spowodowało, że jest ono najwięcej rozpowszechnione, gdy tymczasem złącza innych typów stosowane są prawie wyłącznie tylko tytułem próby na niewielkich działkach.

Na zakończenie należy wspomnieć o najradykałniejszym rozwiązaniu



Rys. 284.

sprawy złączy szynowych, a mianowicie o całkowitem ich usunięciu. Takie rozwiązanie nie jest teoretycznie niemożliwe. W istocie, przy różnicy temperatur, dochodzącej do 70° C, naprężenie w szynie stalowej, zamocowanej w ten sposób, żeby jej długość odpowiadająca średniej temperaturze, pozostawała bez zmiany, będzie następujące:

$$R = E\alpha t = 2200000 \times 0,000118 \times 35 = 9,1 \text{ kg/mm}^2.$$

Potrzeba tylko, aby suma tego naprężenia i największego naprężenia, jakie wywołuje dynamiczne obciążenie szyny, nie przekroczyła granicy sprężystości.

Na miejskich liniach tramwajowych, na których szyny osadzone są w bruku po sam wierzch główki, dokonano w ostatnich czasach prób w dużych rozmiarach *spajania szyn* zapomocą elektryczności lub zalania stykających się koń-

ców szyn metalem roztopionym o temperaturze 1400° C. Przy tych próbach otrzymano dobre wyniki, wątpliwe jest jednak, czy takie wyniki dałyby się otrzymać na drogach żelaznych, posiadających budowę wierzchnią jednego z typów, opisanych powyżej. Próby spajania szyn były dokonywane na kolejach francuskich. Na jednej z nich sposób ten był zastosowany w celu otrzymania długich szyn 22 metrowych zamiast krótkich 5,5 metrowych.

ROZDZIAŁ XII.

Budowa toru. Narzędzia drogowe. Ilość materiałów i koszt budowy wierzchniej.

1. Wyznaczenie toru. Sypanie podsypki. Pociąg roboczy. Układanie podkładów. Zaciosywanie i nawiercanie podkładów. Układanie szyn. Złącza naprzeciwległe i naprzemianległe. Łuzy między szynami. Szyny krótkie. Cięcie szyn i wiercenie otworów. Wyginanie szyn. Przytwierdzanie szyn. Podnoszenie, podbijanie i nasuwanie toru. Narzędzia drogowe.

Przed przystąpieniem do układania toru i *wyznaczeniem położenia toru* w planie i przekroju, torowisko winno być wyrównane i doprowadzone do przekroju normalnego. Położenie osi torowiska winno być sprawdzone i wytknięte kołkami. W stałej odległości od osi linii, na poboczu torowiska, zabija się drugie kołki, których wierzch winien wskazywać poziom budującego się toru.

Poziom szyn w punktach załamań przekroju podłużnego, przy dziełach sztuki, oraz na stajach co 100 m, winien być oznaczony zapomocą niwelatora. Wysokość punktów pośrednich naprzeciw złącza każdej pary szyn oznacza się zapomocą krzyżów celowniczych. W punktach załamań przekroju podłużnego należy brać pod uwagę zaokrąglenia tych załamań (patrz str. 283) i odpowiednio je oznaczyć.

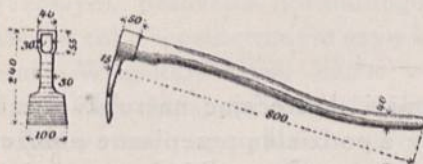
W łukach położenie osi linii winno być wytknięte nie rzadziej, jak co 20 m. Również należy wytknąć w planie łuki przejściowe, o ile mają być zastosowane.

Usypanie dolnej warstwy podsypki do spodu podkładów winno być wykonane, o ile to jest możliwe, przed układaniem toru. Unika się w ten sposób bardzo szkodliwych odkształceń torowiska, utrudniających jego odwodnienie (por. str. 319), oraz wygięcia szyn wskutek niedostatecznego podbicia podkładów; nadto samo układanie toru staje się prostszem i dokładniejszem. Jednakże podsypka dowozi się zwykle pociągami z kopalń, położonych w pewnych punktach linii, i wobec tego usypanie dolnej warstwy podsypki przed ułożeniem toru da się wykonać tylko w razie urządzenia czasowego toru roboczego dla dowozu materiałów, albo jeżeli układany jest drugi tor obok już istniejącego, oraz w tych, względnie rzadkich przypadkach, gdy materiał na podsypkę znajduje się bezpośrednio przy budującej się linii i może być dowożony furmankami lub taczkami. Zdarza się czasami, że torowisko przechodzi w wykopie, którego grunt zdalny jest na podsypkę. Wówczas warstwę gruntu nad poziomem torowiska i do poziomu spodu podkładów można pozostawić niewybraną, aby

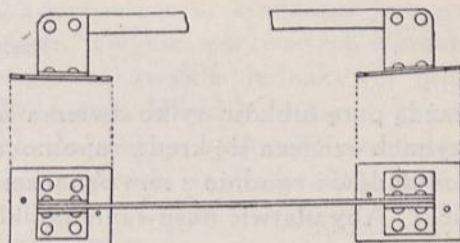
zaś lepiej przepuszczała wodę i nadawała się do podbijania podkładów, spulchnia się ją łopatami.

Gdy wymienione sposoby zastosować się nie dają, wówczas tor układa się bezpośrednio na torowisku i podnosi się stopniowo na podsypce dowożone pociągami.

Dla ułatwienia dowozu materiałów budowa toru zaczyna się od punktów linii, mających połączenie z kolejami już istniejącymi, a w braku takich punktów, od dróg wodnych, któremi możnaby dostarczyć materiały potrzebne do budowy toru oraz tabor dla pociągów roboczych.



Rys. 285.

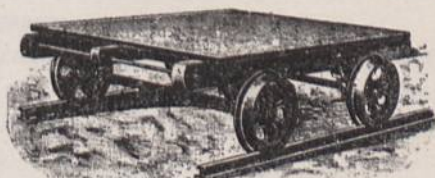


Rys. 286.

Pociąg roboczy, dowożący materiały do budowy toru, składa się z platform i wagonów niekrytych, które pcha parowóz umieszczony w tyle. Wagony przednie naładowane są szynami i złączkami, następne odpowiednią ilością podkładów, wreszcie ostatnie, najbliższe parowozu, podsypką.

Gdy pociąg roboczy zbliży się do miejsca, z którego ma się zacząć lub posuwać dalej budowa toru, wyładowują najpierw podkłady i układają je we właściwych odległościach. *Układanie podkładów* wykonywa się według łaty długości szyny, na której odległości te są oznaczone. Podkłady należy układać prostopadle i symetrycznie względem osi linii.

Jeżeli tor układa się z szyn o podstawie płaskiej, to podkłady dowożą ze składów albo już zaciosane i zawiercone na heblarkach i wiertarkach (o ile zaciosywanie ich i nawiercanie otworów jest wymagane), albo też czynności te wykonywane są na miejscu, po rozłożeniu podkładów. W tym ostatnim



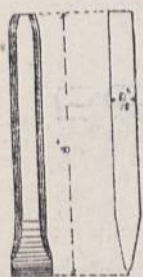
Rys. 287.

przypadku podkłady zaciosuje się toporem motykowatym, tak zwanym *ciesakiem* (rys. 285), pochylenie zaś zaciosów oraz ich wzajemna odległość, zmieniająca się w zależności od szerokości toru i typu podkładek, sprawdza się zapomocą *p. widła* (rys. 286), zaopatrzonego na końcach w pochyle płytki, których szerokość odpowiada szerokości podstawy szyny lub podkładek pod nią, o ile te mają być zastosowane. Otwory w podkładach wierci się świdrem ciesielskim. Gdy podkłady są już w ten sposób przygotowane i rozłożone, kładzie się na nich, gdzie należy, podkładki.

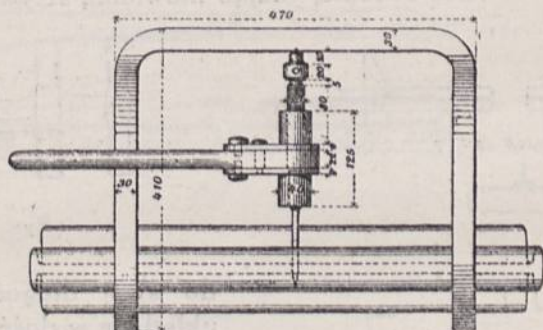
Prostopadłe do osi położenie złączy naprzeciwległych sprawdza się na prostej zapomocą węgielnicy (rys. 291).

Pomiędzy szynami każdego toku winny być zostawione *luzy*, których szerokość zależna jest od temperatury. W tym celu przy dosuwaniu każdej szyny, którą się układa, do poprzednio ułożonej, zakłada się pomiędzy nimi blaszkę odpowiedniej grubości (rys. 292). Dla uniknięcia zmian w wielkości luzów podczas układania toru, blaszki, które się w nie zakłada, winny pozostawać na miejscu dopóty, dopóki kilka par szyn następnych nie zostanie złączonych łukami i przytwierdzonych do podkładów.

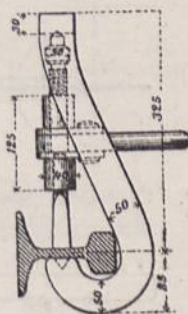
Dla nadania w łukach złączom naprzeciwległym, a więc i podkladom przyzłączowym, położenia normalnego względem osi toru, konieczne jest zastosowanie w toku wewnętrznym szyn krótszych, zwykle nazywanych wprost krótkimi. Wszystkie *szyny krótkie* wyrabiane są zwykle jednakowej długości, o 5 do 10 cm mniejszej niż normalna. Ilość szyn krótkich, jakie ułożyć należy w toku wewnętrznym łuku, względnie do ilości szyn o długości normalnej, dla wyrównania różnicy w długości obu toków, określa się dla każdego łuku w za-



Rys. 293.



Rys. 294.



leżności od jego promienia. W razie dużych różnic w krzywości linii stosowane są w łukach szyny krótkie dwójakiej długości.

W braku szyn krótkich wypadnie skracać przy układaniu toru szyny o długości normalnej, nacinając je dłutem (rys. 293), a po odłamaniu zbytecznej części, wyrównywając sztorc szyny pilnikiem. Otwory dla śrub wierce się w szynie świdrem z grzechotką (rys. 294).

Jeżeli oznaczymy przez:

l normalną długość szyny,

l_1 odpowiadającą jej długość wewnętrznego toku łuku,

λ skrócenie szyny,

R promień łuku,

s rozstaw szyn,

to skrócenie λ wyrównywa różnicę długości obu toków szynowych na długości

$$\frac{\lambda}{l - l_1} \text{ szyn.}$$

Ponieważ

$$l - l_1 = \frac{ls}{R},$$

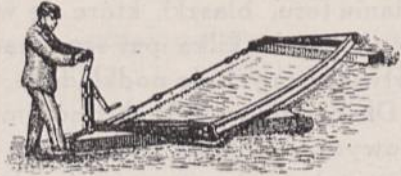
więc w toku wewnętrznym jedna szyna na każde $\frac{\lambda R}{sl}$ winna być krótszą.

Tak naprz., jeżeli: $l = 10 \text{ m}$,
 $\lambda = 0,05 \text{ m}$,
 $s = 1,5 \text{ m}$,

to przy $R = 500 \text{ m}$ należy w toku wewnętrznym łuku układać jedną szynę krótką, o długości $9,95 \text{ m}$, na każde $\frac{0,05 \times 500}{10 \times 1,5} = 1\frac{2}{3}$ szyny, t. j. 3 szyny krótkie na każde 5 szyn o długości normalnej.

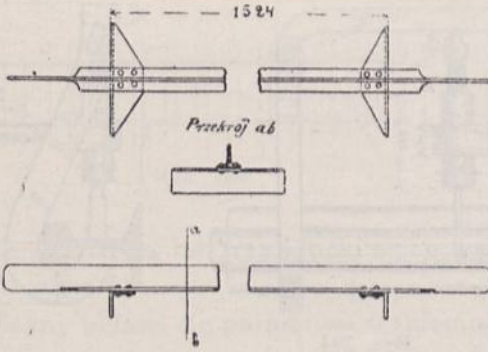
Niewyrównaną pozostałość, w każdym razie nie większą jak $\frac{\lambda}{2}$, należy zgubić na prostej, zwiększając nieznacznie luzy (por. str. 368).

Jeżeli łuki są ostre, to szyny winny być przed ułożeniem odpowiednio wygięte. Gięcie szyn wykonywa się w specjalnych walcach lub też zapomocą bardzo prostego przyrządu *Schrabetz'a* (rys. 295).

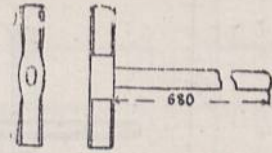


Rys. 295.

Długie szyny, stosowane obecnie, mając niewielką sztywność względnie



Rys. 296.

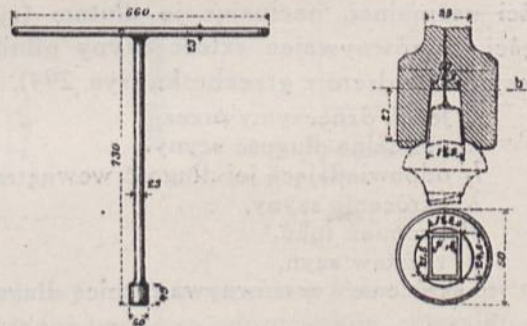


Rys. 297.

do swej długości, mogą być układane w dość ostrych łukach bez uprzedniego wyginania, które łatwo się osiąga przy nasuwaniu toru.

Przytwierdzenie szyn o podstawie płaskiej do podkładów wykonywa się najpierw w jednym toku. Drugi tok przytwierdza się z zachowaniem dokładnej odległości od pierwszego, którą wskazuje toromierz (rys. 296), założony między główkami szyn. Każda szyna przytwierdza się, począwszy od podkładów przyłączowych.

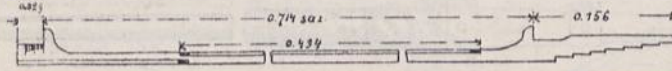
Haki wbija się w podkład młotem (rys. 297), wkręty zaś wkręca się kluczem sztorcowym (rys. 298), ale początkowo nie na całkowitą głębokość, lecz z pozostawieniem pewnego luzu między ich główkami a stopą szyny. Przy wbijaniu haków i wkręcaniu wkrętów robotnicy przyciskają podkład do stopy



Rys. 298.

Po torze zgruba ułożonym dowozi się podsypka, na której dokonywa się stopniowo *podnoszenie toru* do projektowanego poziomu, podważając podkłady zapomocą drągów lub podnosząc szynę wraz z podkładami na lewarach (rys. 302) i podbijając podkłady podsypką.

Przez *podbijanie podsypki* posada podkładu staje się ściślejszą i utrwala się jego stateczność. Z tego powodu dokładne wykonanie tej roboty ma bardzo

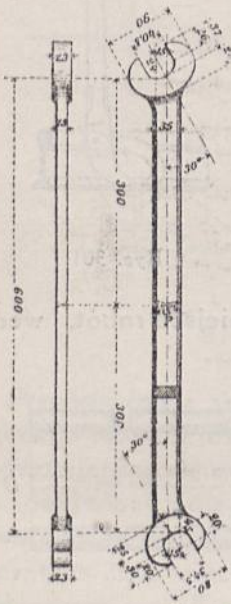


Rys. 304.

ważne znaczenie. Tor podnosi się jednocześnie na wysokość nie większą jak 10 do 15 cm dla lepszego ubicia podsypki i dla uniknięcia wyginania się szyn. Podbijanie podkładu zapomocą drewnianych okutych (rys. 303a) lub żelaznych podbijaków (rys. 303b), albo oskardów (rys. 303c), dokonywa się jednocześnie z obu stron podkładu, ubijając podsypkę z boków pod jego podstawę. Podbijaki stosuje się do podsypki piaszczystej, oskardy do twardego żwiru i szabru.

Podkłady winny być podbite równomiernie na całej swej długości. Jednakże podkłady krótkie, (t. j. o długości mniejszej niż 2,70 m przy torze normalnym), należy podbijać po środku nieco słabiej dla zabezpieczenia stateczności takiego podkładu, który, jak wiadomo, osiada po środku mniej, niż w końcach.

Przy podnoszeniu toru wysokość jego sprawdza się w oddzielnych punktach poziomnicą według pali-ków, następnie zaś wyrównywa się przy pomocy krzyżów i na oko, nachyliwszy głowę do szyny. Również sprawdza się poziomnicą jednakowa wysokość obu toków na prostej. Dla sprawdzenia wzniesienia szyny zewnętrznej nad wewnętrzną poziomnicą kładzie się na prawidle ze schodkami, których wysokość określa to wzniesienie dla łuków o różnych promieniach. Prawidło takie łączy się zwykle z toromierzem (rys. 304). Jak już zaznaczono powyżej, wzniesienie szyny zewnętrznej nad wewnętrzną w łukach osiąga się, podbijając nieco wyżej końce podkładów z zewnętrznej strony łuku, przyczem szyna wewnętrzna zachowuje położenie normalne.

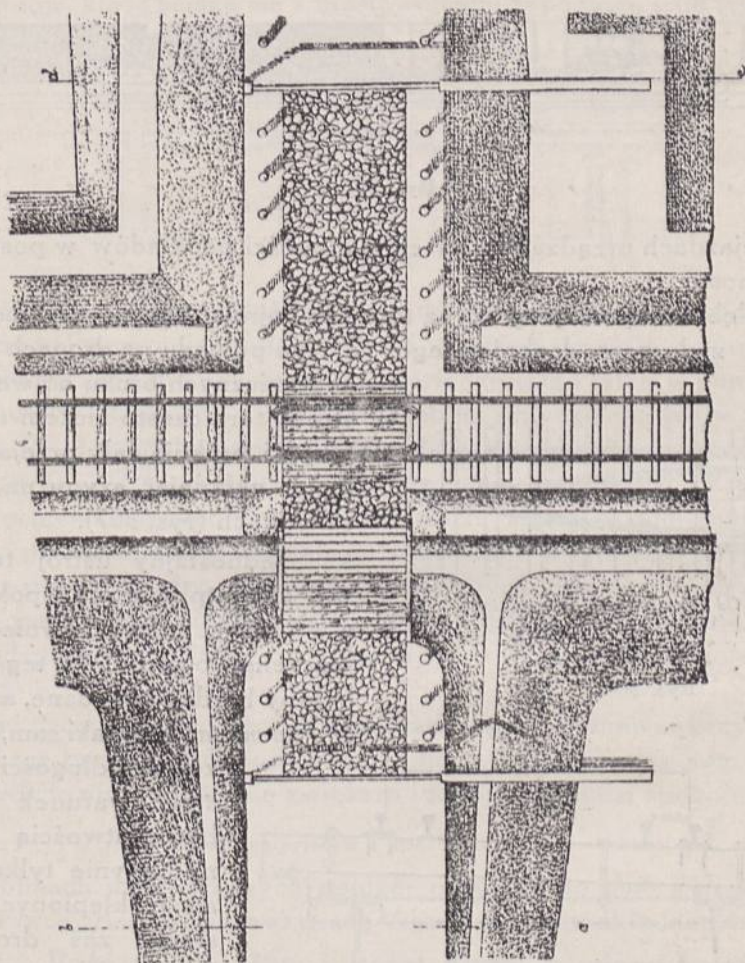


Rys. 305.

Po podniesieniu toru wyprostowuje się go w płaszczyźnie poziomej przez *nasuwanie* drągami, przyczem starszy robotnik celuje w kierunku jednego toku, robotnicy zaś nasuwają tor według jego wskazówek. Jednostajna krzywość łuku sprawdza się, naciągając cienki sznurek przy dwóch szynach po sobie idących. Strzałka łuku na długości dwóch szyn, przy ich wspólnem złączeniu, winna być na całej długości łuku jednakowa.

Gdy tor podniesiono już na całkowitą wysokość i wyprostowano, zakłada

się w złączach brakujące śruby, dokręca się kluczem (rys. 305) naśrubki, dobija się haki i dokręca wkręty, szyny zaś o dwóch główkach zamocowuje się ostatecznie, dobijając kliny w siodełkach. Po przejściu pierwszych pociągów tor osiada i musi być powtórnie podbity, a następnie przynajmniej raz jeszcze po upływie jednego lub dwóch miesięcy. Po ostatecznym podniesieniu i wyprosto-



Rys. 306.

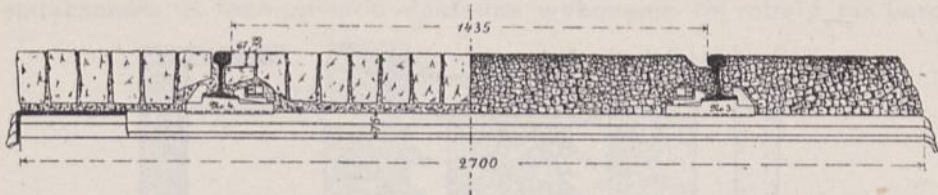
waniu toru, okienka pomiędzy podkładami zasypuje się podsypką i nadaje mu się przekrój poprzeczny według projektu.

2. Ustrój toru na przejazdach w poziomie szyn. Ustrój toru na mostach. Urządzenia na wypadek wykolejenia się taboru. Mosty na łukach. Przyrządy wyrównawcze (dylatacyjne).

Na przejazdach w poziomie szyn przy przecięciu z drogami zwykłymi powinien być ułożony bruk dla wozów w ten sposób, żeby szyny nie wystawały nad powierzchnią bruku. W celu zachowania wolnego przejścia dla obrzeży obręczy, bruk ten ogranicza się od strony wewnętrznej toru (rys. 306) szynami odbo-

owymi czyli odbojnicami. Odstęp pomiędzy główką szyny w torze i odbojnicą, odpowiednio do osadzenia obręczy i grubości obrzeży (patrz str. 269), wynosić winien na kolejach o torze normalnym 65 mm.

Wierzch główki szyny o podstawie płaskiej niewiele wznosi się nad górną powierzchnią podkładów i wobec tego przy budowie wierzchniej tego typu



Rys. 307.

bruk na przejazdach urządza się na całej długości podkładów w postaci drewnianego pomostu.

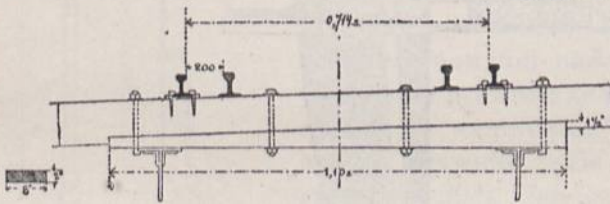
We wgłębieniu pomiędzy szyną toru i odbojnicą więzną niekiedy kopyta koni i bydła, zwłaszcza drobniejszego. Z tego powodu na drogach żelaznych zagranicznych bruku od wewnętrznej strony toru często niczem nie ograniczają i brukują cały przejazd kamieniem, układając szyny na wysokich siodełkach (rys. 307).



Rys. 308.

Jednostajny ustrój toru wpływa niewątpliwie na spokój jazdy, a w pewnej mierze również na bezpieczeństwo ruchu. Z tego powodu byłoby bardzo pożądane, ażeby ustrój toru na mostach był taki sam, jak na pozostałej długości linii.

Niestety, warunek ten może być z łatwością wypełniony jedynie tylko na mostach sklepionych, na mostach zaś drewnianych i żelaznych tor układa się przeważnie bez podsypki,



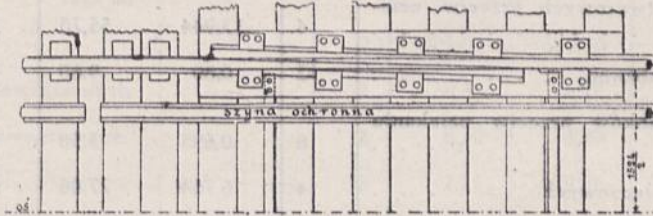
Rys. 309.

na drewnianych poprzecznicach, zwanych mostownicami, lub na belkach podłużnych. Te ostatnie, wobec połączonych z nimi niedogodności, zwłaszcza zaś trudności w zabezpieczeniu należytej szerokości toru, stosowane są względnie rzadko.

Ażeby tabor kolejowy w razie wykolejenia się nie spadł z mostu, który nie ma całkowitego i dość wytrzymałego pokrycia, układa się po obu stronach każdej szyny na moście mocny pomost lub też rozmieszcza się mostownice w bliskiej od siebie odległości. Ażeby koła, które zeskoczyły z szyn, nie mogły się od nich zbyt oddalić na moście, układa się obok szyn z zewnętrznej lub

wewnętrznej strony, *belki* lub *szyny odbojowe*, odgięte przed mostem w ten sposób, aby koła mogły być skierowane jak najbliżej do szyn toru (rys. 308).

Jeżeli *most* położony jest *na łuku*, to jego dźwigary ustawione są zwykle w jednym poziomie, a wtedy wzniesienie szyny zewnętrznej nad wewnętrzną może być osiągnięte albo zapomocą odpowiedniego wcięcia mostownic, albo, w razie znacniejszego wzniesienia, zapomocą podłożenia pod mostownice specjalnych klinów, które ściąga się z mostownicami zapomocą śrub (rys. 309).



Rys. 310.

Przy zmianach temperatury długość metalowych dźwigarów mostu zmienia się w równej mierze, jak i długość szyn w torze na moście, a zatem wielkość luzów pomiędzy szynami pozostaje mniej więcej stałą i tylko w punktach przejścia z podpory ruchomej na nieruchomą, lub na przyczółek, luz w najbliższym złączu szynowym zmienia się odrazu na całą wielkość różnicy powstałej w długości dźwigarów. Z tego powodu, dla zapewnienia spokoju i bezpieczeństwa jazdy na mostach żelaznych o dużych przęsłach, złącza w pomienionych punktach winny posiadać ustrój specjalny. Stosowane w tym celu *przyrządy wyrównawcze* mają ustrój, bardzo podobny do opisanych powyżej złączy Ruppell'a (rys. 282), oraz z szyną poboczną (rys. 280), albo też wyrabiają się w kształcie iglicy, przylegającej do szyny toru, która się w tem miejscu cokolwiek odgina (rys. 310).

Ostatni ustrój jest najwięcej rozpowszechniony, ponieważ przy nim, nawet w razie dużego przesunięcia podłużnego iglicy, luz pomiędzy nią a szyną sąsiednią zaledwie nieznacznie się zwiększa i koło przechodzi spokojnie.

3. Ilość materiałów i koszt budowy wierzchniej.

W tablicach umieszczonych poniżej przytoczono *ilość materiałów i koszt* kilku typów *budowy wierzchniej* o szynach Vignoles'a na podkładach drewnianych.

Tab. 20. Ilość materiałów i koszt budowy wierzchniej z szyn o stopie płaskiej na podkładach drewnianych.

I. Szyny o ciężarze 45,05 kg/m typu normalnego pruskiego 15-a na podkładach dębowych.

N.	NAZWA PRZEDMIOTÓW	Ilość sztuk	Ciężar w kg		Koszt w złotych	
			Sztuki	Ogółem	Tonny	Ogółem
	Na jedno ogniwo szynowe o długości 15 m:					
1	Szyn 15 m	2	675,10	1350,20	245	330,80
2	Łubków 6-otworowych zewnętrznych	2	20,335	40,67	355	14,44
	Do przeniesienia	3	—	1390,87	—	345,24

N.	NAZWA PRZEDMIOTÓW	Ilość sztuk	Ciężar w kg		Koszt w zł.	
			Sztuki	Ogółem	Tonny	Ogółem
	Z przeniesienia	—	—	1390,87	—	345,24
3	Łubków 6-otworowych wewnętrznych	2	20,584	41,17	355	14,62
4	Łubków 2-otworowych przeciw uciekaniu szyn	4	13,944	55,78	355	19,80
5	Śrub z naśrubkami	12	0,80	9,60	435	14,18
6	Śrub do łubków przeciw uciekaniu szyn	8	0,695	5,56	435	2,42
7	Podkładek złączowych	4	6,764	27,06	525	14,21
8	„ pośrednich	44	6,63	291,72	320	93,35
9	Łapek	52	0,582	30,26	540	16,34
10	Wkrętów długości 150 mm	148	0,469	69,41	540	37,48
11	Podkładów dębowych nasyconych krezotem	24	z a s z t u k ę		8,00	192,00
	Ogółem na 15 m toru	—	—	1921,48	—	749,64
	Ogółem na 1 m toru .	—	—	128,10	—	49,98

Ogółem koszt 1 km toru = 49 976 zł.

II. Szyny o ciężarze 38,42 kg/m typu rosyjskiego II-a na podkładach sosnowych nasyconych krezotem.

N.	NAZWA PRZEDMIOTÓW	Ilość sztuk	Ciężar w kg		Koszt w zł.	
			Sztuki	Ogółem	Tonny	Ogółem
	Na jedno ogniwo szynowe o długości 12 m:					
1	Szyn stalowych	2	460,71	921,42	245	225,75
2	Łubków zetowych 4-otworowych	4	9,745	38,98	355	13,84
3	Śrub z naśrubkami	8	0,710	5,68	435	2,47
4	Pierścieni do śrub	8	0,018	0,144	1665	0,24
5	Haków	96	0,375	36,00	380	13,68
6	Podkładek klinowych	32	3,399	108,77	320	34,81
7	Podkładów sosnowych nasyconych krezotem	16	z a s z t u k ę		5,90	94,40
	Ogółem na 12 m toru	—	—	1110,994	—	385,19
	Ogółem na 1 m toru	—	—	92,92	—	32,10

Ogółem koszt 1 km toru = 32 099 zł.

III. Szyny o ciężarze 26,15 kg/m typu dr. żel. austriackich
na podkładach sosnowych nasyconych chlorkiem cynku.

N.	NAZWA PRZEDMIOTÓW	Ilość sztuk	Ciężar w kg		Koszt w zł.	
			Sztuki	Ogółem	Tonny	Ogółem
	Na jedno ogniwo szynowe o długości 12,5 m:					
1	Szyn	2	325,00	650,00	245	159,25
2	Łubków wewnętrznych	2	8,36	16,72	355	5,94
3	„ zewnętrznych	2	6,20	12,40	355	4,40
4	Podkładek	36	2,21	79,56	320	25,46
5	Śrub z naśrubkami	8	0,55	4,40	435	191
6	Łaków	108	0,33	35,64	380	13,54
7	Podkładów sosnowych nasyconych chlorkiem cynku	18	z a s z t u k ę 4,85			87,30
	Ogółem na 12,5 m toru	—	—	798,72	—	297,80
	Ogółem na 1 m toru .	—	—	63,90	—	23,82

Ogółem koszt 1 km toru = 23824 zł.

W powyższych tablicach podano koszt materiałów w cyfrach zaokrąglonych, według cen 1924 r.

Ilość podsypki na km toru pojedynczego przy grubości warstwy podsypki od 43 do 28 cm, wynosi od 1800 do 900 metrów sześciennych na km. Koszt zwyczajnego żwiru kopalnego wynosi mniej więcej od 2 do 3 zł., szabru 6 do 9 zł. za metr sześcienny.

Układanie toru, z podbiciem i nasunięciem do porządku, kosztuje w przybliżeniu około 800 zł. za km.

ROZDZIAŁ XIII.

Utrzymanie toru.

1. Zakres robót przy utrzymaniu toru. Ogólne warunki prowadzenia robót. Organizacja wydziału drogowego.

Ze względu na bezpieczeństwo ruchu, jako też na oszczędność w wydatkach eksploatacji, tor kolejowy winien być po ułożeniu stale doglądany, ochraniający od uszkodzenia i utrzymywany w porządku, to jest wszelkie uszkodzenia, jakie w nim zajdą, winny być jak najrychlej naprawiane, w razie zaś zupełnego zepsucia lub zużycia części budowy wierzchniej lub jej całości o tyle, że wytrzymałość ich nie odpowiada siłom na nie działającym, poszczególne części winny być niezwłocznie wymienione lub całość odbudowana.

Utrzymanie toru obejmuje więc:

- 1) dozór i ochronę toru, t. j. periodyczne sprawdzanie jego stanu, oraz usu-

wanie drobnych zmian, jakie w nim zachodzą, jako to: dobijanie haków i dokręcanie śrub, oczyszczanie od chwastów, osłanianie od śniegu i odgarnianie go, ochronę przejazdów w poziomie szyn i t. p.;

- 2) *naprawę toru* (remont) z wymianą w razie potrzeby pojedynczych części budowy wierzchniej lub z wymianą ciągłą na pewnej długości jednakowych części, jako to: szyn, złączek, podkładów, podsypki; i
- 3) *odbudowę toru*, t. j. całkowitą wymianę szyn, złączek, podkładów i przeważnie również podsypki.

Zwykle rozróżnia się *naprawę drobną* czyli mniejszą i *naprawę główną* czyli większą.

Do naprawy drobnej zalicza się następujące roboty:

- 1) przebijanie haków, które źle trzymają, lub dla doprowadzenia szerokości toru do właściwej miary,
- 2) podbijanie podkładów osiadłych,
- 3) nasuwanie toru (prostowanie, poprawianie krzywizny),
- 4) miarkowanie luzów i nasuwanie styków do węgielnicy,
- 5) równanie wysadzin,
- 6) dosypywanie i oczyszczanie podsypki,
- 7) wymiana pojedyncza szyn, złączek i poprzecznie (podkładów, podrojazdnic i mostownic).

Do naprawy głównej zalicza się:

- 1) podnoszenie i podbijanie toru na znaczniejszej długości,
- 2) wymiana ciągła podsypki,
- 3) wymiana ciągła podkładów,
- 4) wymiana ciągła szyn i złączek.

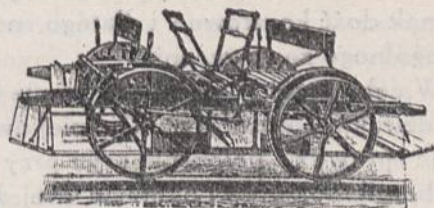
Wszystkie roboty przy utrzymaniu toru należy wykonywać tak, ażeby nie spowodować przerwy w ruchu i o ile możności także zwalniania biegu pociągów. W tym celu wykonywa się roboty częściami, odpowiednio do odstępów czasu pomiędzy pociągami i tak, ażeby po ukończeniu każdej części pociąg mógł być bezpiecznie przepuszczony, chociażby zwolnionym biegiem.

Ażeby uniknąć wszelkiej niepotrzebnej zwłoki, należy przed każdą robotą przygotować zawczasu niezbędne materiały i narzędzia i wykonywać ją ściśle według rozkładu uprzednio opracowanego. Należy baczyć, ażeby materiały te i narzędzia były składane z zachowaniem skrajni budowli. Zapasy podkładów, szyn i złączek do wymiany pojedynczej winny znajdować się w dostatecznej ilości przy domach nadzorców i dróżników, skąd dowozi się je na wózkach roboczych.

Dla zapewnienia bezpieczeństwa ruchu bardzo ważne jest, ażeby miejsce robót było osłonięte właściwymi sygnałami na zatrzymanie pociągów lub na zwolnienie biegu (patrz dział VII), odpowiednio do stanu drogi.

Na drogach żelaznych polskich dozór nad stanem linii kolejowych i budowli oraz ich utrzymanie stanowią w zarządzie drogi żelaznej zakres obowiązków *wydziału drogowego*, pozostającego pod kierunkiem zwierzchnim *dyrektora wydziału drogowego*. W zakresie pomienionych spraw linja kolejowa dzieli się na oddziały, zwykle 150 do 250 km długości, któreami zawiadują *naczelnicy oddziałów*,

te zaś na odstępy nadzorców drogowych (do 25 km toru pojedynczego¹⁾. *Nadzorca drogowy* ma sobie polecony dozór bezpośredni nad stanem linii i budowli ; nad wszystkimi robotami na odstępie, ważniejsze zaś prowadzi osobiście. Odstępy nadzorców drogowych podzielone są na działki robocze (do 8 km długości), w których granicach roboty przy utrzymaniu toru wykonywają partje robotników pod dozorem *starszego robotnika*. Oprócz starszych robotników, zwykle stały dozór nad stanem linii sprawują na obchodach (do 5 km długości) *dróżnicy obchodowi*, na przejazdach i w bezpośrednim ich sąsiedztwie *dróżnicy przejazdowi*, na większych mostach *stróże mostowi*, na zwrotnicach *zwrotniczowie*.

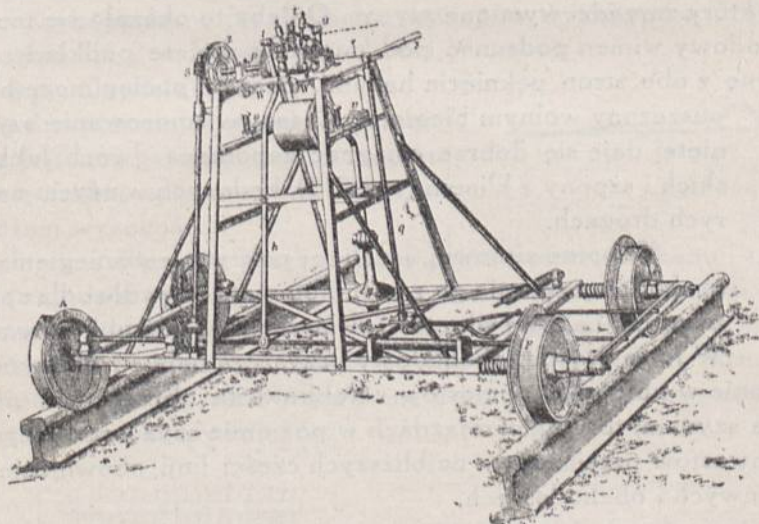


Rys. 311.

Drezyna do oględzin linii kolejowej

2. Dozór i ochrona toru. Oględziny i sprawdzanie toru. Przyrządy samoczynne. Usuwanie obłuzowań, zabezpieczenie uszkodzeń i czyszczenie toru. Ochrona od zasp śnieżnych i usuwanie tychże. Opady, zwały i zamiecie górne i dolne. Zasłony odśnieżne przenośne i stałe.

Przekonać się o stanie toru można przez *ogłędziny*, objeżdżając linię na parowozie, na ganku ostatniego wagonu lub na drezynie (rys. 311) oraz obchodząc ją, mierząc szerokość toru i wysokość jednej szyny względem drugiej, sprawdzając czy tor nie osiadł, zwłaszcza w złączach, i czy nie potworzyły się w nim



Rys. 312. Toromierz samoczynny Dormüller'a

zagłębienia (dołki), badając zużycie poszczególnych części budowy wierzchniej, przytwierdzenie szyn do podkładów i t. p. Z parowozu najlepiej wyczuć się dają miejsca osiadłe i inne nierówności w przekroju podłużnym, z ostatniego zaś wagonu nieprawidłowości w położeniu linii w planie.

¹⁾ Kilometr toru drugiego przyjmuje się zwykle za $\frac{2}{3}$, toru zaś stacyjnego za $\frac{1}{4}$ km toru pojedynczego głównego.

Dla ułatwienia i przyspieszenia pomiarów szerokości toru i względnego położenia na wysokość szyn przeciwległych istnieją pomysłowe przyrządy (rys. 312), zwykle mieszczące się na drezynach i zapisujące te wymiary samoczynnie. Obmyślono też wagony z urządzeniem czułym na nierówności toru w przekroju podłużnym i znaczącem je na papierowej wstędze. Przyrządy te są jednak dość kosztowne i dlatego, pomimo niewątpliwych korzyści, nie znalazły ogólnego zastosowania.

W celu przekonania się o stanie linii nadzorca drogowy obowiązany jest obchodzić swój odstęp co najmniej dwa razy na tydzień i co najmniej raz na miesiąc sprawdzić położenie szyn przy pomocy toromierza i poziomnicy. Starszy robotnik dokonywa oględzin swej działki codziennie, przy wyjściu na robotę. Ilość oględzin linii przez dróżników obchodowych wyznacza się w zależności od ilości przebiegających pociągów.

Przy oględzinach linii dróżnik obchodowy zwraca uwagę na stan linii kolejowej i wszystko, co mogłoby zagrażać bezpieczeństwu ruchu, stara się usunąć lub w razie, gdyby to przechodziło jego możność, zagradza miejsce niebezpieczne sygnałami i wzywa pomocy sąsiednich dróżników. Dróżnik obchodowy zwraca uwagę, czy haki lub wkrety dobrze trzymają szynę i czy nie obluźowały się naśrubki w złączach, w przeciwnym zaś razie dobija haki i dokręca wkrety i naśrubki.

W razie pęknięcia szyny dróżnik obchodowy, który je zauważył, winien ogrodzić to miejsce sygnałami na zatrzymanie pociągów i dać znać starszemu robotnikowi, który zarządzi wymianę szyny. O ileby to okazało się możliwym, dróżnik obchodowy winien podsunąć pod miejsce pęknięte podkład i przybić do niego szynę z obu stron pęknięcia hakami, poczem pociąg może być przepuszczony wolnym biegiem. Czasowe zmocowanie szyny pękniętej daje się dobrze osiągnąć zapomocą dwóch łubków płaskich i szpony z klinem (rys. 313), będących w użyciu na niektórych drogach.



Rys. 313.

W porze zimowej, jeżeli tor pokryty jest śniegiem, dróżnik obchodowy zgarnia go z szyn i obmiata je wzdłuż dla sprawdzenia stanu haków i wkretów, zwłaszcza zaś naśrubków w złączach. W lecie dróżnik obchodowy oczyszcza balast z chwastów.

Utrzymanie w porządku pomostów i żłobków na obrzeża kół pomiędzy odbojnicami a szynami toru na przejazdach w poziomie szyn oraz oczyszczanie od śniegu i chwastów przejazdów i najbliższych części linii obowiązuje dróżników przejazdowych i obchodowych.

Ochrona toru od zasp śnieżnych i usuwanie tychże przedstawia w niektórych krajach i miejscowościach bardzo poważne trudności.

Zaspy śnieżne mogą powstać wskutek zwykłego śnieżnego opadu, wskutek zwalania się śniegu z gór lub wskutek śnieżnych zamieci.

Opady śnieżne nie są zwykle niebezpieczne dla ruchu kolejowego. Jeżeli warstwa śniegu, leżącego na torze, ma grubość dochodzącą nawet do 1 m, to i wtedy w zwykłych warunkach nie wstrzyma ona biegu pociągów. Jednakże śnieg, leżący na torze warstwą chociażby takiej grubości, że pokrywa

szyny, należy usuwać łopatami, pługami konnemi lub parowemi, wreszcie, w razie nagromadzenia wielkich mas śniegu, parowemi szuflami wirującymi, gdyż po szynach pokrytych śniegiem koła parowozów łatwo ślizgają się, grządki zaś śniegu, odgarniętego kołami pociągów, powodują w tych miejscach gromadzenie się śniegu, który wiatr nawiewa. Opady śnieżne bywają szkodliwe zwłaszcza na dużych powierzchniach stacyj, skąd trudniej śnieg uprząć. Topniejący, to znów zamarzający śnieg na torach stacyjnych, może powodować wykolejenia.

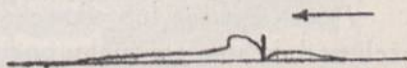
Zwały śnieżne (lawiny) zdarzają się tylko w górach Alpejskich. Dla ochrony od nich toru kolejowego stosuje się galerje kryte, mury, kierujące zwały w inną stronę, zalesienia i t. p.

Zamiecie śnieżne bywają przy mrozie i silnym wietrze, który unosi śnieg z powierzchni ziemi i przenosi go na znaczne odległości.

Odróżniać należy zamiecie górne od dolnych. Jeżeli śnieg spadł niedawno, jest on lekki i wiatr unosi go wysoko. Przeciwnie, jeżeli śnieg uleżał się już, a zwłaszcza jeżeli przymarzł po odwilży, tylko wiatr silny i długotrwały oddziela i rozsypuje jego powłokę na drobne jak piasek kryształki, które dają zaspę tak twardą, że człowiek może po niej chodzić. Nawet cienka warstwa takiego śniegu może stanowić zaporę dla pociągu.

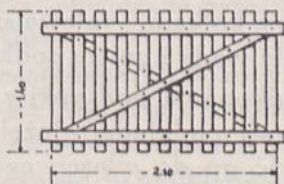
Zaspy śnieżne przybierają wielkie rozmiary zwłaszcza w okolicach równych i bezleśnych, w których wiatr przenosi wielkie masy śniegu na duże odległości. Jak wspomniano wyżej (patrz str. 224), zaspom śnieżnym podlegają zwłaszcza linje kolejowe poprowadzone po wododziałach, a na nich odstępy w płytkich wykopach i w przejściach z wykopów do nasypów. Ponad wykopami głębszemi niż 2 m zamieć przechodzi, pozostawiając niewiele śniegu.

Dla zabezpieczenia toru od zasp śnieżnych w miejscach podlegających zaspom urządza się *zasłony odśnieżne* stałe lub przenośne, różnej wysokości.

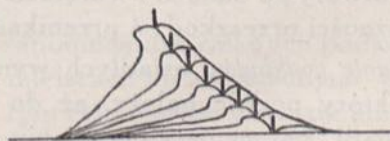


Rys. 314.

Jeżeli wiatr napotyka przeszkodę w postaci płota, parkanu i t. p., to prędkość jego raptownie się zmniejsza i śnieg, który niesie, gromadzi się po części przed niemi, głównie zaś za niemi, na długości kilkanaście razy większej niż wysokość płota, jak wskazano na rys. 314. Dla tego też zasłony odśnieżne powinny być dostatecznie wysokie i ustawione dość daleko od toru, ażeby mogły zatrzymać przed nim zaspę śnieżne.



Rys. 315.



Rys. 316.

W miejscowościach, w których zawieje śnieżne bywają bardzo silne i długotrwałe, najpraktyczniej okazały się *zasłony przenośne*. Zasłony te skła-

dają się z oddzielnych tarczy (rys. 315), mających około 1,5 m wysokości i 2 m do 2,5 m szerokości, wyrobionych z dranic, i ustawiają się pionowo, przywiązując je do kołów zabitych w ziemię. Gdy wysokość zasy py śnieżnej za zasłoną dosięgnie około $\frac{2}{3}$ wysokości tejże, odwiązuje się zasłonę od koła i, zrąbawszy go jak najniżej, przenosi się kół i zasłonę na szczyt zasy, a więc nieco bliżej toru (rys. 316). Przystawianie zasłon może powtarzać się w ten sam sposób kilkakrotnie w ciągu zimy, wskutek czego wał śniegu stopniowo wzrasta. Gdy wysokość wału dosięgnie około 6 m, można się już nie obawiać dalszych zamieci, gdyż wiatr będzie przenosić śnieg na drugą stronę wykopu.

Zasłony przenośne ustawia się przed nastaniem zimy, w odległości 20 do 30 m od krawędzi wykopu. W miejscowościach, gdzie panują w zimie bardzo silne wiatry, odległość ta zwiększa się do 40 lub 50 m. Jeżeli szerokość gruntów kolejowych nie jest dostateczna, ustawiają zasłony na gruntach dzierzawionych na czas zimy.

W miejscowościach, w których dobrze się przyjmują drzewa iglaste i gdzie szerokość gruntów kolejowych na to pozwala, dobrze osłaniają od zasp śnieżnych *pasz gęsto zalesione*, skoro drzewa dosięgną odpowiedniej wysokości.

Gdzie zawieje śnieżne są niezbyt silne, *ploty żywe*, stałe *palisady* ze starych podkładów i t. p. stanowią dostateczną osłonę.

3. Naprawa drobna. Poprawianie szerokości toru. Podbijanie podkładów. Nasuwanie toru. Miarowanie luzów i nasuwanie styków do węgielnicy. Równanie wysadzin. Dosypywanie i oczyszczanie podsypki. Wymiana pojedynczych podkładów, szyn i złączek.

Przebicie haków lub wkręcenie w inne miejsca wkrętów staje się potrzebne, jeżeli pod działaniem ruchu pociągów właściwa szerokość toru uległa zmianom, przekraczającym granice dozwolone (patrz str. 270). Haki lub wkręty wyjmuje się na kilku podkładach, przy jednej z szyn, której położenie względem drugiej zmienić wypada, poczem szynę tę dociąga się do toromierza drągami i przytwierdza hakami lub wkrętami we właściwym miejscu.

Często haki i wkręty nie trzymają wskutek mechanicznego zużycia podkładu, albo też szyna lub podkładka wżerają się w podkład, wskutek czego powierzchnia, na której spoczywają, staje się nierówną, co powoduje wygięcie lub pęknięcie podkładek. W takich przypadkach należy nieco przesunąć podkład w poprzek toru i przytwierdzić doń obie szyny w innych miejscach, które należy odpowiednio zaciosać.

Stare otwory po hakach i wkrętach zabija się kółkami i zalewa smołą, ażeby o ile możności przeszkodzić przenikaniu w nie wody i gniciu podkładu.

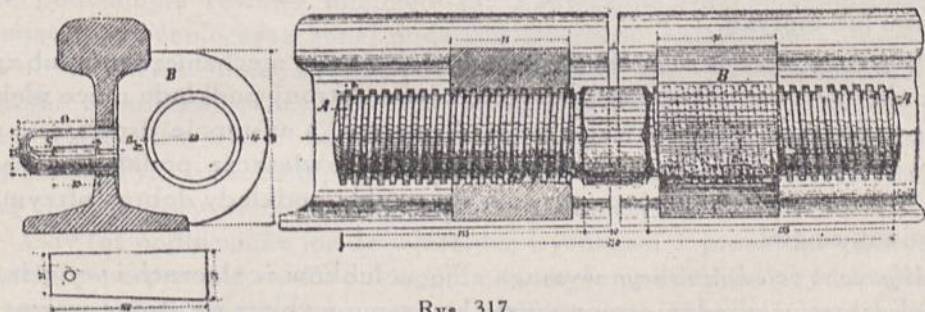
Podbijanie podkładów osiadłych wymaga odkopania podsypki z obu stron podkładu, który podbić należy, aż do podstawy podkładu. Jeżeli podkład znacznie osiadł, należy przy podbijaniu podnieść go do właściwego poziomu drągiem, podłożonym pod koniec podkładu.

Nasuwanie toru (prostowanie, poprawianie krzywizny) skuteczniejszą się drągami, które podkłada się pod szynę. Przed tą robotą należy odgarnąć podsypkę od sztorców podkładów z tej strony, w którą się tor przesuwają.

Wykrzywienia linii w planie zdarzają się często latem wskutek niedostatecznej wielkości luzów (zwłaszcza jeżeli odkrycie podkładów przy robotach zmniejsza opór boczny toru), czemu należy jak najspieszniej zaradzić.

Miarkowanie luzów i nasuwanie styków do węgielnicy, czego potrzebę wywołuje uciekanie szyn (por. str. 315), polegają na przesunięciu szyn w kierunku podłużnym na właściwe miejsce. Robotę rozpoczyna się od miejsca, gdzie luzy są największe, przesuwając szyny parami, najpierw jedną, potem przeciwległą w drugim toku, według węgielnicy. Jeżeli po umiarkowaniu luzów za wielkich okazałoby się, że pozostałe są niedostateczne, niezbędne jest ułożenie pary szyn krótszych.

Do nasuwania szyn uciekłych najlepiej jest używać przyrządów, które chwytają końce dwóch szyn szponami lub palcami, wpuszczonemi w otwory złączowe (rys. 317), i zapomocą śruby, łączącej szpony lub palce, przyciągają jedną szynę do drugiej lub je od siebie odpychają. Szyna przesuwana winna być oczywiście zluźwana w obu złączach, aby ją łubki nie trzymały, a czasem również na podkładach, wyciągając nieco haki. W braku odpowiednich przyrządów można przesunąć szynę w torze, luzując w złączach śruby, które ściągają szyny, położone z obu stron szyny przesuwanej, i uderzając w sztorc łubka szyną zapasową. Jednak przy takim przesuwaniu szyn uciekłych łatwo uszkodzić nietylko łubki, lecz i szyny.



Rys. 317.

Przyrząd do miarkowania luzów.

Miarkowanie luzów i nasuwanie styków do węgielnicy należy wykonywać przed innymi robotami, połączonymi z wymianą szyn i z wymianą lub podbijaniem podkładów. W przeciwnym razie szyna nowa może nie wejść pomiędzy stare z powodu braku luzów, podkłady zaś, ułożone nie we właściwych miejscach lub nie do węgielnicy, wypadnie przesunąć i powtórnie podbijać.

Środki, stosowane przeciw uciekaniu szyn, wskazane były wyżej (patrz str. 369—370).

Równanie wysadzin dokonywa się zapomocą drewnianych podkładek, które podkłada się pod szyny w sąsiednich miejscach niewysadzonych. Jeżeli wysadzina jest niewielka, dostateczne są w tym celu cienkie deseczki kliniaste, które przytwierdza się do podkładów hakami lub wkrętami pod każdą z szyn z osobna. Jeżeli wypada podnieść tor na wysokość większą niż 5 do 6 cm, to pod obie szyny przybija się na podkładach deski tak długie, jak podkłady, lub nawet całe podkłady. Szyny, zarówno jak grube podkładki, przytwierdza się do podkładów specjalnymi dłuższymi hakami lub wkrętami.

Równanie wysadzin jest to robota, wymagająca wielkiej staranności i ostrożności w wykonaniu ze względu na niebezpieczeństwo, jakie przedstawiają dla jazdy pociągów znaczniejsze nierówności toru (por. str. 311 i nast.).

W podobny sposób jak wysadziny wyrównywa się w zimie miejsca osiadłe, gdy grunt jest zmarznięty.

Dosypywanie i oczyszczanie podsypki. Podsypka grubsza, jakoto z twardego szabru i arfowanego żwiru, jest bardzo trwała i ubywa prawie wyłącznie wskutek powolnego miażdżenia przy podbijaniu. Jednakże podsypka taka wypada u nas bardzo drogo i wskutek tego stosowana jest prawie wyłącznie jako cienka warstwa, którą się pokrywa drobniejsza podsypka, poza tem zaś używany jest na podsypkę gruboziarnisty piasek, zawierający mniejszą lub większą domieszkę żwiru (por. str. 318).

Podsypkę piaszczystą łatwo unosi wiatr i woda. Ubytek, który stąd powstaje, wynoszący rocznie 45 do 90 m^3/km , należy uzupełniać, dowożąc podsypkę pociągami roboczymi.

Podsypka piaszczysta, zawierająca zwykle domieszkę gliny, łatwo porasta chwastami, których korzenie gnijąc zanieczyszczają go, zatrzymują wodę i wogóle czynią niezdatną do dobrego podtrzymywania podkładów. Z tych względów chwasty na podsypce należy pleć, wrzuciwszy wpierw korzenie żelaznymi grabiami lub motyką.

Wymiana pojedyncza podkładów, uległych zepsuciu mechanicznemu lub zgnitych, dokonywa się, odkopując podsypkę z jednej strony podkładu nieco głębiej, niż jego podstawa, i przesuwając go w to miejsce, a następnie usuwając z podszyn w poprzek toru. Do wymiany pojedynczej, zwłaszcza podkładów trwałszych i droższych gatunków, używają się zwykle podkłady dobre, otrzymane z wymiany ciągłej.

Wymiana pojedyncza szyn wymaga zdjęcia łubków w złączach i wyjęcia haków lub wkrętów z jednej strony szyny, ku czemu wybiera się stronę wewnętrzną, aby nie osłabiać ich ze strony zewnętrznej, z której przeciwdziałają poszerzeniu toru. Do wymiany pojedynczej używa się szyn dobrych, otrzymanych z wymiany ciągłej, których zużycie winno o ile możności odpowiadać zużyciu szyn w miejscu wymiany, aby uniknąć w złączach schodków, powodujących szkodliwe uderzenia kół taboru. Przed przystąpieniem do wymiany szyny należy przyłożyć do niej szynę, która ją ma zastąpić, aby się przekonać, że ich długości są ściśle jednakowe. Wymianę należy wykonać szybko, ogrodziwszy robotę sygnałami na zatrzymanie pociągu. Wymiana szyn o dwóch główkach dokonywa się szybciej, gdyż zamiast wyciągania haków lub wykręcania wkrętów wyjmuje się tylko kliny.

Wymiana pojedyncza złączek nie przedstawia trudności. Często dokonywają jej dróżnicy, którzy winni mieć u siebie pewien zapas złączek. Najczęściej psują się haki. Dla ułatwienia wyjmowania haków zepsutych i dla zabezpieczenia od skaleczeń przy tej robocie należy zwrócić uwagę na stosowanie narzędzi ulepszonych (por. rys. 301).

4. Naprawa główna. Podnoszenie i podbijanie toru. Naprawa ciągła toru. Wymiana podsypki. Wymiana ciągła podkładów. Wymiana ciągła szyn i złączek. Odbudowa toru.

Podnoszenie i podbijanie toru na znaczniejszej długości wykonywa się mniej więcej tak samo, jak przy budowie toru (patrz str. 382). Starszy robotnik, kierując się wysokością szyn w miejscach, w których ona nie ulega zmianie, lub inną daną wysokością, i celując krzyżami, zabija na poboczu paliki, których wierzch wskazywać ma poziom wierzchu szyny w złączach. Jednocześnie robotnicy odkrywają podkłady, odkopując balast w okienkach pomiędzy nimi do podstawy podkładów, poczem podważają drągami i podbijają najpierw zgrubsza podkłady złączowe, potem pozostałe.

Tor należy podnosić za każdym razem nie więcej jak o 5 do 7 cm, łagodząc przejście do części toru nie podniesionych ze spadkiem $1\frac{0}{100}$ do $2\frac{0}{100}$. Do podnoszenia toru stosowane są prócz drągów również dźwigniki (lewary) (rys. 302), które wymagają mniej siły roboczej. Rozpowszechnieniu tych przyrządów u nas stoi na przeszkodzie po części przyzwyczajenie i niechęć, po części dość znaczny koszt nabycia (80 do 120 zł.). Przy podnoszeniu toru należy sprawdzić stan podsypki, podkładów i złączek, sprawdzić wielkość luzów, położenie styków, rozmieszczenie podkładów, przytwierdzenie szyn do nich, szerokość toru, a przy torze podwójnym również międzytorza. Zauważone braki należy usunąć, zastępując bryły zanieczyszczonej podsypki świeżym materiałem i dopełniając jego ubytek; wymieniając zgniłe podkłady i zepsute złączki; nasuwając styki do węgielnicy i miarkując luzy, wreszcie przebijając haki, które źle trzymają, lub w miejscach, gdzie w szerokości toru zaszły zmiany, przekraczające dopuszczalne granice. Tym sposobem podnoszenie ciągłe toru łączy się zwykle z *naprawą ciągłą* całej budowy wierzchniej na długości podnoszenia.

Gdy tor podniesiono już do właściwej wysokości i przekroju podłużnego i podkłady po przejściu kilku pociągów powtórnie podbito, należy tor ostatecznie wyprostować (bacząc przy torze podwójnym na szerokość międzytorza), i sprawdzić wysokość jednej szyny względem drugiej poziomnicą, poczem okienka pomiędzy podkładami zasypać podsypką i nadać jej właściwy przekrój poprzeczny.

Wymiana podsypki. Podsypka psuje się głównie wskutek rozbijania i miżdżenia podbijakami. Cząsteczki, rozdrobnione w pył i podbijane pod podkład, tworzą pod nim zbitą masę, która przy dopływie wody zamienia się w błoto. Prócz tego podsypka zanieczyszcza się powoli korzeniami chwastów, ziemią z torowiska, smarami, spływającymi z maźnic i t. p.

Skoro podsypka rozdrobni się i zanieczyści w znacznym stopniu, to przestaje ona spełniać ważne swe zadanie statecznego podtrzymania i dobrego odwodnienia toru i wymiana takiej podsypki staje się niezbędną. Zepsuciu ulega przeważnie podbijana warstwa podsypki, bezpośrednio pod podkładem położona, podczas gdy warstwa niżej się znajdująca pozostaje w dobrym stanie. W takim przypadku można ograniczyć wymianę podsypki do głębokości około 10 cm pod podstawą podkładu. Do tej głębokości odkopuje się podsypkę najpierw pomiędzy podkładami, a następnie i pod nimi, pozostawiając niewielkie słupy

zbitego materiału w miejscach, gdzie przechodzą szyny. Na miejsce wyjętej podsypki, która się odrzuca na stronę, sypie się do wysokości podstawy podkładu świeżą podsypkę, przygotowaną na poboczu, najpierw na długości środkowej części podkładu, a następnie, po usunięciu najpierw jednego, a potem drugiego słupa starej podsypki, również na pozostałej przestrzeni. Robotę należy prowadzić jednocześnie nie gęściej, jak co czwarty lub piąty podkład, aby zbytnio nie osłabić toru, zanim podkład odkopany z obu stron nie zostanie należycie podbity.

Jeżeli podsypka ma być wymieniona aż do torowiska, robota nie różni się zasadniczo od opisanej powyżej, należy ją tylko wykonywać z tem większą ostrożnością. Po odkopaniu podsypki aż do torowiska, należy torowisko wyrównać według przekroju normalnego ze spadkami od osi do krawędzi, usuwając zagłębienia, jakie mogły się w nim utworzyć pod ciśnieniem budowy wierzchniej.

Wymiana ciągła podkładów. Dane co do trwałości podkładów z różnych materiałów w zależności od warunków, w jakich pracują, podane były wyżej (patrz str. 327 i 330). Jednakże trwałość podkładów jednocześnie ułożonych, również jak innych części budowy wierzchniej, nie może być jednakowa z powodu nieuniknionych różnic w materiale, jako też w warunkach pracy sztuk poszczególnych. Wynika stąd potrzeba wymiany pojedynczej. Gdy wymiana pojedyncza nie zapewnia już należytego stanu toru lub gdy ze względów ekonomicznych staje się nieodpowiednią, nastąpić winna wymiana wszystkich podkładów na danej długości linii, czyli tak zwana *wymiana ciągła*. Zwykle przyjmuje się, że wymiana pojedyncza przestaje być odpowiednią, gdy blisko połowa podkładów na danej działce już jest wymieniona, i na zasadzie doświadczenia wyznacza się stały okres (dla podkładów dębowych lat 10 do 14 patrz str. 327), po którego upływie podkłady winny podlegać wymianie ciągłej. Często na przyspieszenie wymiany ciągłej wpływają okoliczności uboczne, jak naprz. potrzeba zastosowania innych typów podkładów w celu ogólnego wzmocnienia toru, potrzeba zyskania materiału do wymiany pojedynczej i t. p.

Jeżeli wymiana ciągła podkładów ma być dokonana z zachowaniem bez zmiany ich rozmieszczenia, to po odkryciu wszystkich podkładów na długości 100 do 200 m i po sprawdzeniu wielkości luzów i położenia styków według węgielnicy, wymienia się podkłady w stałych odstępach, naprz. co trzeci, aby jednocześnie zbytnio nie osłabiać toru, po którym pociągi mogą być stale przepuszczane zwolnionym biegiem.

Jeżeli rozmieszczenie podkładów ma ulec zmianie, to wypada wymienić jednocześnie wszystkie podkłady pod jedną parą szyn lub kilkoma, w zależności od przerw pomiędzy pociągami. Podczas tej czynności, w miejscu gdzie podkłady są wymieniane, pociągi przebiegać nie mogą, więc musi być ono zagrodzone sygnałami na zatrzymanie. Przystępując do takiej wymiany, odkrywa się podkłady, wyjmuje się haki lub wkrety, unosi się szyny i stare podkłady odrzuca się na bok. Następnie spulchnia się podsypkę oskardami i wyrównywa się nieco niżej poziom, na którym mają być ułożone nowe podkłady. Dalszy przebieg roboty jest takiż, jak przy układaniu toru.

* *Wymiana ciągła szyn i złączek.* Zakup szyn do wymiany ciągłej pociąga za sobą znaczny wydatek, który winien być rozłożony na szereg lat eksploatacji. Również, aby nie utrudniać zbytnio ruchu pociągów i umożliwić prowadzenie roboty pod dozorem nadzorców drogowych i starszych robotników odpowiednich odstępów i działek, wymianę ciągłą szyn wypada prowadzić stopniowo, wybierając w tym celu szlaki, na których potrzeba gruntownej naprawy toru jest najpilniejsza ze względu na zużycie szyn (patrz str. 342), odkształcenia, jakim podległy, częste pęknięcie szyn i t. p. Wogóle uważać należy, że wymiana szyn pojedyncza przestaje być odpowiednią, gdy blisko połowa szyn w torze będących jest już wymieniona, gdyż ilość szyn, którą rocznie wymieniać wypada, coraz raptowniej wzrasta. W torze z szyn o podstawie płaskiej wymiana ciągła szyn i złączek wyznacza się zwykle tak, ażeby jednocześnie z nią można było wykonać wymianę ciągłą podkładów, gdyż tym sposobem dwie te roboty łączą się w jedną, co wypada taniej i nie utrudnia tak ruchu pociągów. Nadto podkłady nie psują się wskutek przebijania haków.

Jeżeli podkłady są z drzewa miękkiego, zwłaszcza nienasyconego, to trwałość szyn przewyższa kilkakrotnie trwałość podkładów i nie trudno jest utrafić porę odpowiednią do wymiany zarówno jednych, jak i drugich. Podkłady dębowe, których nasycanie rzadko się opłaca, trwają u nas w torach głównych około 12 lat, a więc zaledwie 2 razy krócej niż szyny. Lecz i w tym przypadku zwykle korzystniej jest, gdyby tak wypadło, wymienić podkłady nieco wcześniej, niżby tego wymagała konieczność i przyjęty okres wymiany, i użyć podkłady jeszcze dobre do wymiany pojedynczej lub do torów stacyjnych, aniżeli rozdzielać wymianę ciągłą szyn od wymiany podkładów. Zauważyć należy, że typ szyn i złączek przy wymianie ciągłej rzadko pozostaje bez zmiany, ze względu na szybko zmieniające się warunki obciążenia osi, szybkości i ilości pociągów i t. p. Z powyższych względów wymiana ciągła szyn pociąga za sobą zwykle całkowitą *odbudowę toru* lub nawet przebudowę na typ wzmocniony.

Przy tej robocie niezbędne jest również zbadać i stan podsypki, która odgrywa tak ważną rolę w pracy budowy wierzchniej. O ile podsypka starła się na miał i stała się mało przepuszczalna, należy ją przesiać i, oddzieliwszy materiały nieodpowiedni, dopełnić go świeżym.

Przed przystąpieniem do wymiany ciągłej szyn niezbędne jest nasunąć styki do węgielnicy i umiarkować luzy. W przeciwnym razie mogłoby się zdarzyć, że po wyjęciu szyn starych, ściśniętych wskutek braku luzów, szyny nowe, mające te same długości, nie dałyby się ułożyć na ich miejsce. Również nowe podkłady, wskutek nienasunięcia styków do węgielnicy, nie dałyby się ułożyć prawidłowo.

Jeżeli długość szyn nowych nie jest taka sama jak starych, lecz obie te długości mają dość duży wspólny dzielnik, naprz. 12 m i 9 m lub 15 m i 10 m, to wymieniać należy jednocześnie tyle szyn starych, aby zamiast nich można było ułożyć całkowitą ilość szyn nowych. W przeciwnym razie niezbędne jest przygotować zczasu kawałki szyn dokładnie wymierzone do czasowego wyrównania różnicy w długości szyn nowych i starych. Również niezbędne jest przy-

gotować łubki przejściowe, które pozwalałyby łączyć szyny obu typów tak, aby powierzchnie toczone i krawędzie wewnętrzne główek szyn łączonych wypadły na przedłużeniu jedna drugiej, nie tworząc schodka w styku.

Materiały potrzebne do odbudowy toru przygotowuje się, kładąc szyny nowe z jednej strony toru (jeżeli tor jest podwójny, to na międzytorzu), obok nich zaś podkłady.

Odbudowę toru można wykonywać trzema sposobami, których zastosowanie zależy przeważnie od gęstości ruchu. Przed przystąpieniem do odbudowy należy w starym torze umiarkować luzu i nasunąć styki do węgielnicy.

O ile przerwy wolne pomiędzy pociągami wynoszą nie mniej, jak trzy lub cztery godziny, należy stosować sposób jednoczesnej wymiany szyn i podkładów, jako najodpowiedniejszy. Przy tym sposobie najpierw odkrywa się podkłady na długości około 100 m, wyrzucając podsypkę na stronę przeciwległą tej, na której ułożono inne materiały, poczem odejmuje się łubki, wyciąga się haki lub wkręty, zdejmuje się szyny i składa je dalej niż podsypkę, lub na sąsiednim torze, wreszcie wyrzuca się, również poza podsypkę, podkłady. Podsypkę spulchnia się, część jej nieprzydatną odrzuca się, pozostałą zaś wyrównywa się do poziomu nieco niżej podstawy podkładów. Dalsza część robót odbywa się tak samo, jak przy układaniu nowego toru.

Drugi sposób wymiany szyn i podkładów polega na przygotowaniu obok istniejącego toru gotowych ogniw toru, t. j. par szyn z podkładami, na pomoście ze starych podkładów, który w wykopach układa się nad rowem pobocznym, w nasypach zaś nad stokiem, podpierając go również podkładami. Można też przygotowywać nowy tor, układając go w odstępach czasu pomiędzy pociągami na torze istniejącym, poczem dopiero przesuwać go na wałkach na pomosty. Gdy gotowe ogniwa toru wraz z podkładami, przygotowane według jednego z dwóch powyższych sposobów, leżą już obok miejsca, w którym mają być ułożone, odkrywa się podkłady w starym torze, poczem w odstępie pomiędzy pociągami zdejmuje się stare szyny i podkłady, spulchnia się i wyrównywa podsypkę i gotowe ogniwa nasuwa się na miejsce dla nich przeznaczone. Sposób ten pozwala prowadzić wymianę szyn i podkładów przy mniejszych odstępach pomiędzy pociągami, niż sposób poprzedni, jednak nie daje tak dobrego toru, gdyż przytwierdzenie szyn do podkładów psuje się przy przesuwaniu i szyny mogą uleść wygięciu.

Wreszcie trzeci sposób, będący w użyciu w przypadkach, gdy pociągi są tak częste, że poprzednie sposoby nie dają się zastosować, polega na wymianie szyn z pozostawieniem starych podkładów, które następnie wymienia się stopniowo, podobnie jak przy wymianie ciągłej.

W torze z szyn o dwóch główkach wymiana szyn jednakowego typu uskutecznia się nadzwyczaj prosto i prędko przez wybicie klinów i ułożenie w siodełkach nowej szyny zamiast starej, nie ruszając wkretów lub gwoździ, którymi siodełko przytwierdzone jest do podkładu. Jeżeli szyny nowe różnią się od starych co do wysokości lub nie dają się umocować w tych samych siodełkach, to wymiana szyn dokonywa się temiż sposobami, jak i szyn o podstawie płaskiej.

5. Rozkład robót przy naprawie toru w zależności od pór roku. Naprawa wiosenna, letnia, jesienna i zimowa. Koszta utrzymania toru.

Zmiany atmosferyczne, zachodzące w ciągu roku, wywołują w pewnych porach potrzebę robót przy naprawie toru, tej tylko porze właściwych, z drugiej zaś strony nie wszystkie roboty przy naprawie toru mogą być wykonywane w każdej porze roku. Wynika stąd, że naprawa toru wiosenna, letnia, jesienna i zimowa obejmuje pewne odrębne grupy robót, które się nazwami pór roku określają.

Naprawa wiosenna. Gdy nadchodzi pora topnienia śniegów, należy ułatwić odpływ wody, oczyszczając rowy poboczne i inne, poczem usunąć o ile można najwcześniej kliny, założone w czasie naprawy zimowej, podbić miejsca osiadłe, w których dają się uczuć wstrząśnienia, na złączach, przy mostach i inne, podnosząc w nich i podbijając podkłady. Szerokość toru i wysokość jednej szyny względem drugiej winny być sprawdzone i gdzie potrzeba poprawione oraz tor nasunięty do linii prostej lub właściwej krzywizny w łukach. Zepsute podkłady, złączki i szyny winny być pojedynczo wymienione.

Naprawa letnia. Po ukończeniu powyższych robót, mających na celu najniezbędniejszą naprawę toru po roztopach wiosennych, należy przystąpić do naprawy ciągłej, którą należy wykonywać wogóle corocznie, na odstępach zaś, mających budowę wierzchnią nowszego lub silniejszego typu, lub gdzie ruch jest mniejszy i tor łatwiej jest utrzymać w dobrym stanie, przynajmniej raz na dwa lata. Przy naprawie ciągłej toru należy wszystkie podkłady odkryć; podsypkę oczyścić i brakującą ilość tejże dowieźć; uszkodzone części budowy wierzchniej wymienić; szerokość toru sprawdzić; gdzie potrzeba podkłady zaciąsać i haki lub wkrety przesunąć; nasunąć styki do węgielnicy i luzy umiarkować; położenie podkładów sprawdzić i poprawić; w miejscach, gdzie poziom toru lub jednego toku obniżył się, podnieść go do właściwej wysokości i podbić; wreszcie sprawdzić położenie toru w planie, odpowiednio go nasunąć, a po ponownym podbiciu i wyprostowaniu, podkłady zasypać podsypką i podsypkę doprowadzić do właściwego przekroju. W porze letniej wykonywają się również inne roboty przy naprawie głównej toru, jako to wymiana ciągła podkładów, wymiana ciągła szyn, wymiana podsypki, wreszcie całkowita odbudowa toru.

Naprawa jesienna. Po opadach jesiennych tor doprowadza się przed zimą do zupełnego porządku, podnosi się osiadłe złącza, sprawdza się i poprawia szerokość toru, wysokość jednej szyny względem drugiej i położenie toru w planie, wymienia się części zużyte. Powierzchnia podsypki wyrównywa się ostatecznie, ażeby uniknąć wszelkiego zastawiania się wody lub śniegu w nierównościach w porze zimowej. Ustawia się zasłony od śniegu.

Naprawa zimowa. Wymienia się pęknięte lub uszkodzone szyny i złączki. Równa się wysadziny. Tor oczyszcza się od śniegu, a w razie zasp śnieżnych, zasłony odśnieżne przestawia się i podnosi stosownie do potrzeby. Przed roztopami rowy odwadniające oczyszcza się ze śniegu.

Koszta utrzymania toru zmieniają się znacznie w zależności od ustroju toru, od

ilości i szybkości pociągów i od wielu warunków miejscowych. Zwłaszcza rodzaj podsypki wywiera duży wpływ na stateczność toru. W podsypce z szabru, dobrze odwodnionej, tor trzyma się znacznie dłużej, niż w podsypce ze żwiru lub piasku.

Utrzymanie toru, z wyjątkiem wymiany ciągłej szyn i podkładów, wymaga rocznie 120 do 400 dni roboczych na km . Według Schubert'a ilość dniówek roboczych na utrzymanie w ciągu roku 1 km toru na szabrze można przyjąć według wzoru:

$$D = a + 30 \sqrt{n} \dots \dots \dots (184)$$

w którym n oznacza ilość pociągów przebiegających na dobę, a zaś jest liczbą zależną od dobroci podsypki i odwodnienia torowiska, która się zmienia od 50 do 100 i więcej.¹⁾

Wymiana ciągła podkładów wymaga 180 do 460, wymiana zaś szyn i podkładów 280 do 860 dni roboczych na km .

ROZDZIAŁ XIV.

Porównanie budowy wierzchniej z szynami Vignoles'a i Stephenson'a. Typy specjalne budowy wierzchniej.

1. Właściwości budowy wierzchniej z szynami Vignoles'a i Stephenson'a pod względem wytrzymałości i stateczności, celowości konstrukcji i łatwości wyrobu oraz pod względem kosztów.

Względne zalety i wady poszczególnych części dwóch najbardziej rozpowszechnionych typów budowy wierzchniej, które cechuje przekrój szyny, a mianowicie płaska stopa lub dwie główki, były już rozpatrzone powyżej przy opisywaniu tych części. Pozostaje więc tylko wyciągnięcie ogólnych wniosków co do właściwości obu pomienionych typów budowy wierzchniej, rozpatrując ją jako jedną całość.

Za najważniejszą zaletę budowy wierzchniej z szyn o dwóch główkach należy uważać zastosowanie szerokiego i wysokiego siodełka, które dobrze obejmuje szynę i stanowi ogniwo pośrednie między nią i podkładem, do którego siodełko jest przytwierdzone niezależnie od umocowania szyny w siodełku.

Ten szczegół konstrukcyjny posiada duże znaczenie pod względem wytrzymałości i stateczności budowy wierzchniej. Szyna o dwóch główkach umocowana jest na podporach prawie całym swym przekrojem, podczas gdy szyna Vignoles'a przytwierdzona jest do podpór tylko swoją stopą. Wynika stąd, że

¹⁾ Zastosowanie tego wzoru do dr. żel. Warszawsko-Wiedeńskiej, na której podsypka była z grubego piasku ze żwirem, pokazało, że ilość dniówek, zużywanych na tej drodze na utrzymanie 1 km toru z szyn lekkiego typu (31,4 kg/m) w liniach jednotorowych, wynosiła na rok $D = 187 + 37 \sqrt{n}$. Utrzymanie toru z szyn ciężkich typów (38 kg/m i 38,5 kg/m) wymagało o 25% mniej robocizny, niż z szyn typu lekkiego, utrzymanie zaś km toru w liniach dwutorowych o 20% mniej, niż w liniach jednotorowych. Utrzymanie torów stacyjnych wymagało ledwie czwartej części robocizny, potrzebnej do utrzymania torów głównych.

pierwsza z nich lepiej opiera się siłom bocznym i skręcającym, jakkolwiek sztywność jej w kierunku poziomym jest mniejsza, niż drugiej.

Szyna o stopie płaskiej, lub podkładka pod nią, cisną na podkład nierównomiernie, a zatem łatwo wciskają się w podkład, haki zaś lub wkręty, którymi ta szyna jest przytwierdzona bezpośrednio, łatwo się wskutek tego obluźwiają i muszą być dobijane, dokręcane lub umieszczane w innym miejscu. Wynikające stąd mechaniczne psucie podkładów jest w torze z szynami o dwóch główkach znacznie mniejsze (por. str. 330) ze względu, że szyna umocowana jest w siodełku, że podstawa tegoż jest znacznie większa i że ciśnienie na podkład daleko równomierniej niż podkładka. Ostatnia przyczyna sprawia, że pod szynami o dwóch główkach podkład nie kołysze się i położenie jego jest tem stałe, że wysokie siodełka pozwalają go głębiej zapuścić w podsypkę.

Prawda, że *pod względem konstrukcyjnym* sposób umocowania szyny o dwóch główkach zapomocą klinów ma swoje niedogodności, gdyż kliny, szczególnie przy dużych wahaniami temperatury i wilgotności powietrza, zsuchają się i wymagają częstego dobijania. Jednakże spostrzeżenia wykazują, że chociaż kliny tkwią luźno w siodełkach, to jednak szyna mocno przyciska się do nich pod działaniem obciążenia i tor nie traci należytej sztywności, luzy zaś istniejące między szyną i siodełkiem pozwalają, aby szyna ugięła się nad podporą, nie pociągając jej za sobą.

Przekrój szyny o dwóch główkach jest dogodniejszy do walcowania, niż szyny o płaskiej podstawie, jednakże sztywność drugiej z nich w kierunku poziomym jest większa.

Urządzenie mocnego i trwałego złącza jest dla szyn o dwóch główkach trudniejsze, niż dla szyn o płaskiej podstawie, gdyż siodełka przeszkadzają założeniu łubków i muszą być szeroko rozsunięte, a jeżeli złącze ma spoczywać na podkładzie, to zwykły sposób umocowania szyny zapomocą klinów nie może być zastosowany (por. rys. 284).

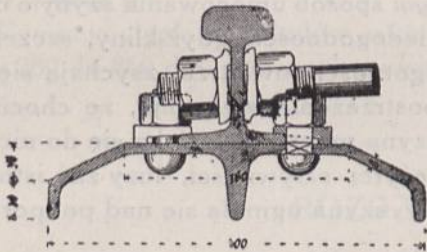
Siodełko, stanowiące najgłówniejszą zaletę budowy wierzchniej typu Stephenson'a, jest zarazem przyczyną większego kosztu tejże w porównaniu z budową wierzchnią typu Vignoles'a. Jednakże dla *porównania obu typów pod względem ekonomicznym* należy wybrać ustroje, których wytrzymałość i stałość byłyby mniej więcej jednakowe. Nie ulega wątpliwości, że przy należytych ustroju każdy z tych typów może czynić zadość najcięższemu warunkom eksploatacji, gdyż i jeden i drugi są już po kilkadziesiąt lat w użyciu na pierwszorzędnym drogach żelaznych. Jednakże przyznać należy, że podczas gdy budowa wierzchnia o szynach Vignoles'a podlegała do ostatnich czasów ciągłemu doskonaleniu i wzmacnianiu, dopóki nie otrzymała tej postaci, którą posiada obecnie na pierwszorzędnym drogach żelaznych, to budowa wierzchnia typu Stephenson'a pozostała dotychczas prawie bez zmiany taką, jaką była za jego czasów. Z tego powodu różnica w koszcie istniejących obecnie lepszych ustrojów obu typów budowy wierzchniej jest mniejsza, niż była wtedy, gdy przy znacznie mniejszym ruchu i mniejszych szybkościach jazdy szyny Vignoles'a przytwierdzano bezpośrednio do podkładów i ciężar ich był o 30% mniejszy od praktykowanego obecnie. Wynika stąd, że względna tania budowy wierzchniej

niej z szyn Vignoles'a ujawnia się szczególnie wyraźnie na drogach żelaznych, znajdujących się w łatwych warunkach technicznych, i takich, na których ruch i szybkość jazdy nie są znaczne.

Według danych dróg żelaznych francuskich, których połowa posiada budowę wierzchnią typu Stephenson'a, koszt tej budowy jest w przybliżeniu o 25% większy, niż koszt budowy wierzchniej z szyn tegoż ciężaru, lecz o stopie płaskiej.

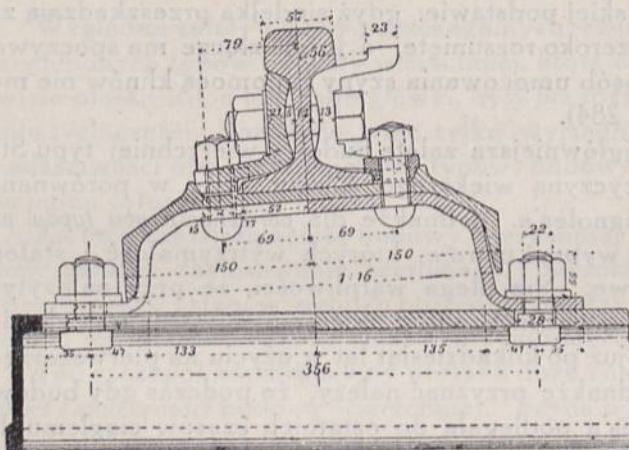
2. Budowa wierzchnia z szynami na metalowych legarach podłużnych. Wady tego ustroju. Koszta utrzymania i budowy. Budowa wierzchnia na podsadach. Budowa wierzchnia z szynami, ułożonemi bezpośrednio na podsypce.

Ustrój toru kolejowego z płaskich wstęg żelaznych, ułożonych na drewnianych belkach podłużnych, który opisano na str. 265, dawno już w Europie przeszedł do historii. W miarę zwiększania się obciążenia osi i szybkości jazdy zasada układania szyny na podporze ciągłej mogła się ostać tylko pod warunkiem stosowania szyny sztywniejszej i podkładów z materiału, w który szyna nie wciskałaby się tak łatwo, jak w drzewo.

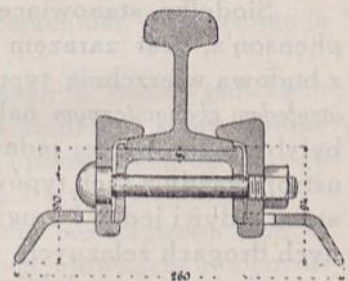


Rys. 318.

Od roku 1867 weszła w użycie na kolejach niemieckich budowa wierzchnia z szynami na legarach żelaznych systemu Hilf'a (rys. 318), której zastosowanie dało



Rys. 319.

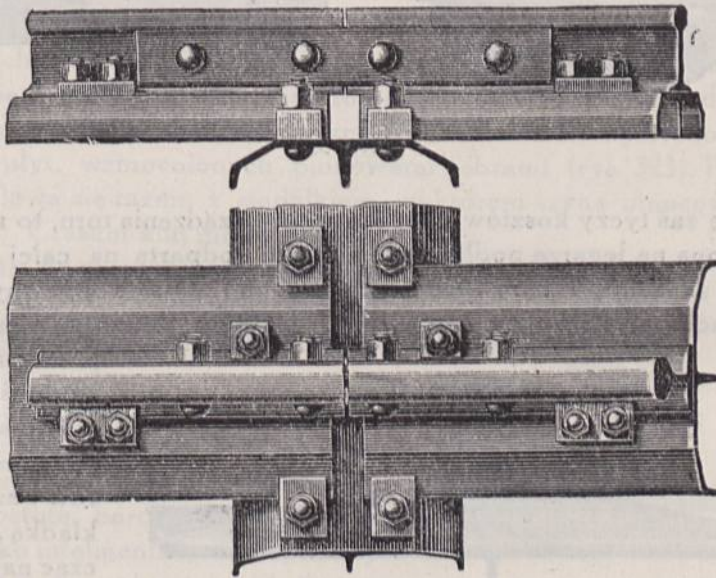


Rys. 320.

w początkach pomyślnie wyniki i która z tego powodu bardzo się rozpowszechniła. Zwolennicy metalowej budowy wierzchniej na legarach podłużnych mieli nadzieję osiągnięcia przy tym ustroju znacznej oszczędności na ciężarze nie tylko podpór szynowych, lecz również i samej szyny, w porównaniu z budową wierzchnią na podkładach poprzecznych. Wkrótce rozmaici wynalazcy zaczęli

zalecać udoskonalone typy legarów (rys. 319 i 320), co do których pozostają w swej mocy przytoczone powyżej uwagi, dotyczące metalowych podkładów, oraz nowe typy przytwierdzenia szyn do legarów, poprzecznych łączników pomiędzy legarami, ustroju złączy i t. p. Długość torów na metalowych podkładach podłużnych zaczęła się w Niemczech szybko zwiększać i około 1880 roku wynosiła przeszło 4000 km.

Jednocześnie zaczęły się jednak wyraźnie ujawniać *wady tego ustroju*. Pierwszą jego wadą jest niedostateczna stałość legarów i trudność należytego odwodnienia torowiska. Licząc na jednostkę długości toru, powierzchnia legarów, cisnąca na podsypkę, jest znacznie mniejsza, niż także powierzchnia podkładów, wskutek czego pierwsze muszą osiadać więcej. Wskutek częstego pod-



Rys. 321.

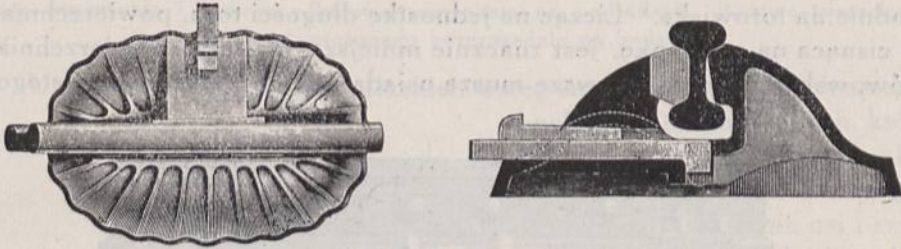
bijania, podsypka zbija się pod legarami w twardą masę, która tworzy nieprzepuszczalne przegrody, zatrzymujące wodę. Zastawianiu się wody sprzyja także włączanie się podsypki w torowisko, w którym tworzą się wskutek tego podłużne koryta. Wady te dają się odczuwać szczególnie przy gorszym gatunku podsypki i niedostatecznej grubości jej warstwy. Wogóle, w budowie wierzchniej na legarach grubość warstwy podsypki powinna być większa, niż w budowie wierzchniej na podkładach poprzecznych.

Nadto, trudniej jest utrzymać właściwą szerokość toru i poprzeczne nachylenie szyn. W budowie wierzchniej na podkładach poprzecznych same podpory zabezpieczają jedno i drugie. W razie zaś stosowania legarów podłużnych, muszą być one łączone w kierunku poprzecznym zapomocą belek, umieszczonych pod legarami, w końcach i pośrodku ich długości, która zwykle jest

równa lub cokolwiek mniejsza od długości szyn. Ściągacze poprzeczne pomiędzy szynami, stosowane w tym celu, przynoszą mało korzyści.

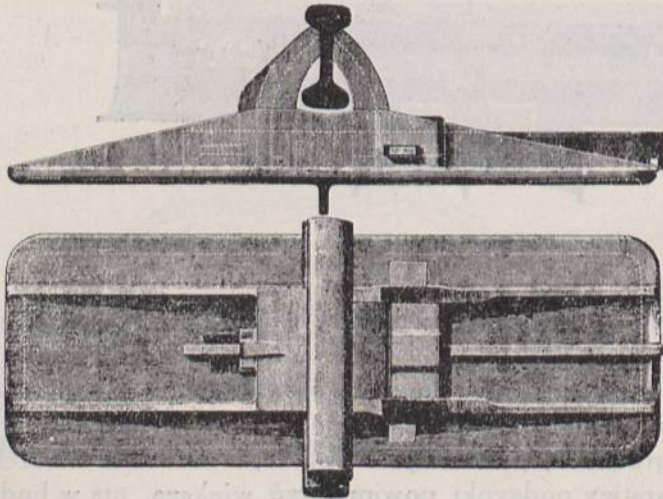
Wreszcie legary podłużne i szyny, spoczywające na nich, podlegają silnemu uciekaniu, które bardzo trudno jest powstrzymać.

Wskutek przyczyn, które przytoczono powyżej, *koszta utrzymania toru* na legarach podłużnych są, jak to wykazała praktyka, znacznie większe, niż *koszta utrzymania toru* na podkładach poprzecznych.



Rys. 322.

Co się zaś tyczy kosztów początkowego urządzenia toru, to mniemanie, że szyna ułożona na legarze podłużnym, a zatem podparta na całej swej długości, może mieć znacznie słabszy przekrój, niż szyna podparta w pewnych odstępach na pokładach poprzecznych, okazało się mylnem. Połączenie legarów ze sobą



Rys. 323.

przedstawia wogóle trudności. W niektórych urządzeniach pozostawiono styk legarów bez pokrycia nakładką (rys. 321), licząc na opór belki poprzecznej, na której spoczywają końce legarów, oraz na wzmocniony przekrój łubków szynowych. Podparty styk legarów posiada te same wady, co i podparte złącze szynowe. Z drugiej strony, wzmocnieniu łubków

szynowych w ten sposób, jak to jest w użyciu przy budowie wierzchniej na podkładach poprzecznych, stoi na przeszkodzie podpora ciągła. Pomienione przyczyny, oraz wciskanie się podstawy szyny w legar podłużny, wywołały potrzebę stopniowego wzmocnienia szyn aż do zastosowania typów tejsze mocy,

co i w budowie wierzchniej na podkładach poprzecznych. W takich warunkach ciężar (135 do 155 kg na metr bieżący toru), a więc i koszt budowy wierzchniej na metalowych legarach podłużnych, jest mało co mniejszy, niż koszt budowy wierzchniej na metalowych podkładach poprzecznych, i różnica ta w małej zaledwie części pokrywa daleko znaczniejsze koszty utrzymania toru, jakie pociąga za sobą pierwszy z tych typów.

Z przytoczonych powyżej powodów budowa wierzchnia na legarach podłużnych coraz bardziej wychodzi z użycia i obecnie zachowała się tylko na niektórych drugorzędnych liniach kolejowych niemieckich.

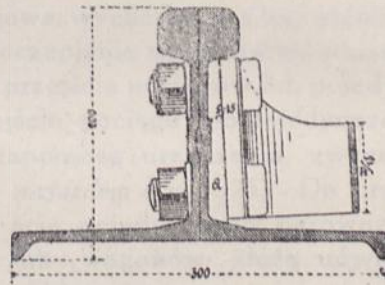
Ustrój stosowany w początkach budowy dróg żelaznych, w którym każda z szyn toru kolejowego opierała się na *oddzielnych podporach czyli podsadach* (patrz str. 264 i 267), stosowany jest i obecnie w wyjątkowych, co prawda, warunkach.

W krajach podzwrotnikowych, gdzie stosowanie podpór drewnianych, wobec ich szybkiego gnicia, przedstawia istotne trudności, okazały się odpowiednimi podsady metalowe, przeważnie żelazne lane, w kształcie wywróconych misek (rys. 322) lub płyt, wzmocnionych pionowymi żebrami (rys. 323). Podpora żelazna lana odlewa się razem z siodelkiem, w którym szyna umocowuje się za pomocą klina. Czasem klin metalowy służy jednocześnie do zamocowania wstawianej szczęki siodelka i sztaby, łączącej przeciwległe podsady pomiędzy sobą (rys. 323).

Należy przyznać, że w porównaniu z budową wierzchnią na metalowych podkładach poprzecznych, ustrój ten odznacza się wielką prostotą, bardzo ważną w razie braku jako tako inteligentnej niższej służby kolejowej. Okoliczności tej należy zapewne przypisać pierwszeństwo, oddawane podsadom na drogach żelaznych egipskich, wschodnio-indyjskich i południowo-amerykańskich.

Próby nadania szynie takiego przekroju, przy którym możnaby ją układać *bezpośrednio na podsypce*, były robione jeszcze w czasie pomiędzy rokiem 1840 a 1850, nie miały wszakże powodzenia.

W r. 1882 Haarmann zaprojektował szynę o podstawie, mającej szerokość 300 mm, t. j. nie mniejszą od szerokości zwykle przyjętej dla legarów metalowych. Szyna ta (rys. 324), składa się z dwóch połówek kątowych, których styki umieszczane są w odległości 0,5 metra jeden od drugiego i zakrywane wspólnymi nakładkami. Połączenia poprzeczne pomiędzy szynami urządzone są z arkuszy żelaznych, zagiętych na końcach i przymocowanych do szynki szyny. Szyny te układa się na warstwie dobrej podsypki, mającej conajmniej 30 cm grubości, a następnie zasypuje się podsypką aż do samej główki.



Rys. 324.

DZIAŁ V.

Połączenia torów.

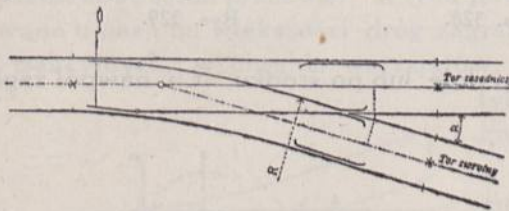
ROZDZIAŁ I.

Rodzaje połączeń torów.

Rozjazdy. Obrotnice i przesuwnice. Trójkąty. Zwrotnice i krzyżownice. Zwrotnice amerykańskie. Skrzyżowanie torów i krzyżownice angielskie. Rozjazd zwyczajny. Rozjazdy podwójne. Rozjazdy łukowe. Rozjazdy angielskie i splecione. Połączenia torów równoległych zwyczajne i krzyżowe.

Zwracanie pociągów na boczne linje kolejowe, wychodzące z linii głównej, wymijanie ich i wyprzedzanie, odczepianie i doczepianie wagonów na stacjach oraz przetaczanie ich w innym celu wymagają przejścia pociągów lub pojedynczych wagonów z jednego toru na drugi. Przejście pociągu lub pojedynczego wagonu z jednego toru na drugi osiąga się zapomocą urządzenia, zwanego

rozjazdem (rys. 325). Do przejścia pojedynczych parowozów lub wagonów służą również obrotnice i przesuwnice



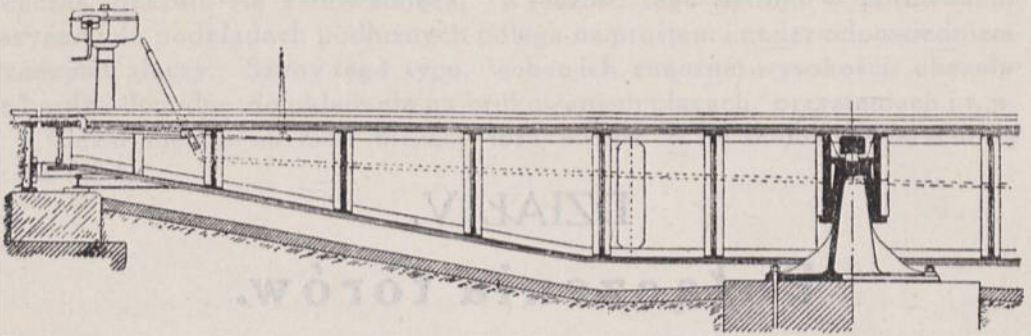
Rys. 325.

Obrotnica (rys. 326) mieści się w okrągłym dole poniżej poziomu szyn i składa się z belek lub dźwigarów, podtrzymujących tor szynowy, albo dwa na krzyż położone tory, wraz z któ-

remi może się ona obracać około osi pionowej. Dla zapobieżenia nieszczęśliwym wypadkom z ludźmi w miejscach, gdzie ruch jest większy, jak naprz. warsztaty i in., cały dół obrotnicy wagonowej pokrywa się niekiedy pomostem, który podtrzymują dźwigary główne obrotnicy i połączone z nimi belki poprzeczne albo wsporniki. Długość obracanego odcinka toru, t. j. średnica obrotnicy, dochodzi u nas do 22 m¹⁾ i zależy od jej przeznaczenia: dla parowozów z tendrami lub bez nich, dla wagonów lub pojedynczych zestawów.

¹⁾ Na drogach żelaznych w Ameryce dla parowozów typu Mallet'a budowane są obrotnice o średnicy dochodzącej do 36,5 m.

Dla połączenia torów równoległych I, II, III (rys. 327) za pomocą obrotnic umieszcza się je w jednym rzędzie IV—V prostopadłym do torów albo, w razie



Rys. 326.

jeżeli szerokość a międzytorza jest niedostateczna, w punktach przecięcia torów linią łamaną I— a —III. Dla zmniejszenia głębokości dołu obrotnicy dźwigary

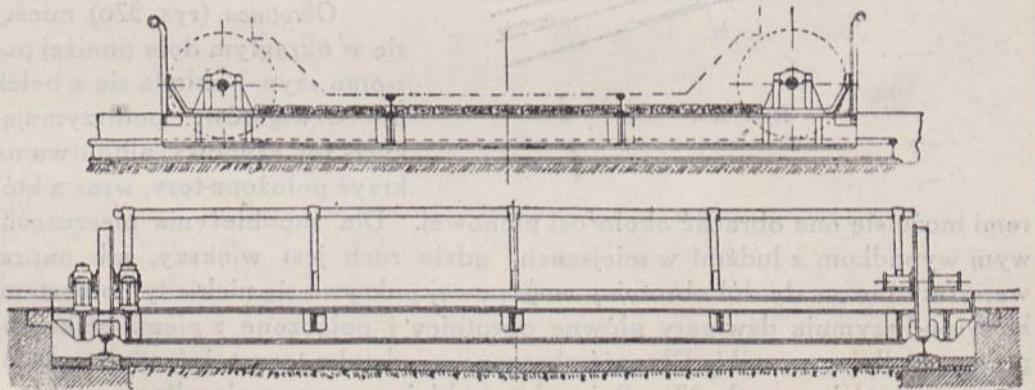


Rys. 327.

Rys. 328.

Rys. 329.

główne urządza się niekiedy z jazdą po dole lub po środku, t. j. nawpół zagłębione w dole.



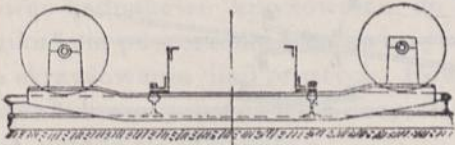
Rys. 330.

Obrotnica może być umieszczona także w punkcie przecięcia kilku torów (rys. 328) i służy wtedy nie tylko do przejścia z jednego toru na drugi, lecz także

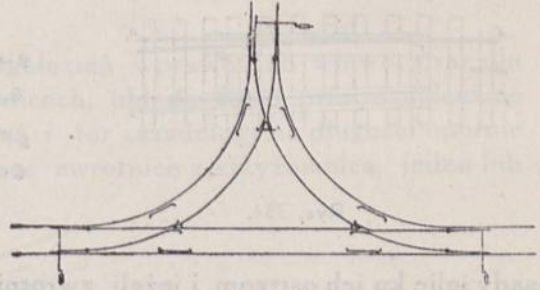
do zupełnego obrócenia pojazdu, naprz. do obrócenia parowozu kominem naprzód zamiast wtył.

Przesuwnice poruszają się w kierunku prostopadłym do łączonych torów po szynach, umieszczonych w dole poniżej szyn toru (rys. 329 i 330), albo też w jednym z niemi poziomie (rys. 321). W drugim przypadku tabor wtacza się na szyny ułożone na przesuwnicach, których poziom jest wyższy od poziomu szyn w torze, po odkładanych językach, połączonych pogrzebowo z szynami na przesuwnicach,

Przy przeprowadzaniu taboru z jednego toru na drugi zapomocą obrotnicy



Rys. 331.

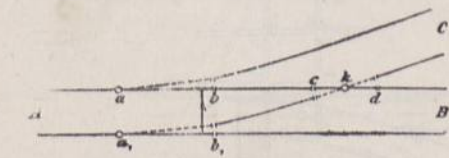


Rys. 332.

lub przesuwnic, zamykają się one na zasuwki lub zapadki naprzód w kierunku toru, na którym stoi tabor, a następnie, po wejściu taboru na obrotnicę lub przesuwnicę i po przesunięciu tychże, w kierunku toru, na który ma przejść tabor

Dół, w którym się mieści obrotnica lub przesuwnica, tworzy przerwę w torach, jeżeli zaś przesuwnica przesuwana się w poziomie szyn, to stanowi ona przeszkodę sama przez się. Z tych powodów obrotnice i przesuwnice są stosowane u nas i na większości dróg zagranicznych tylko na torach rozrządowych i trakcyjnych, w obrębie warsztatów, składów i t. p., na torach zaś głównych tylko w miejscach, gdzie one są ślepo zakończone.

Zupełne obrócenie całego pociągu może być osiągnięte tylko zapomocą przepuszczenia go po torach, ułożonych w postaci trójkąta z rozjazdami w wierzchołkach kątów (rys. 332).



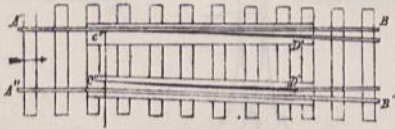
Rys. 333.

Rozjazd składa się z przyrządu ab , a_1b_1 (rys. 333), który nakierowuje koła na drugi tor i zwię się *zwrotnicą*, z przecięcia szyn cd , zwanego *krzyżownicą*, i z torów, które je łączą. Ustrój torów łączących pomiędzy zwrotnicą i krzyżownicą nie różni się zasadniczo od ustroju toru poza rozjazdem.

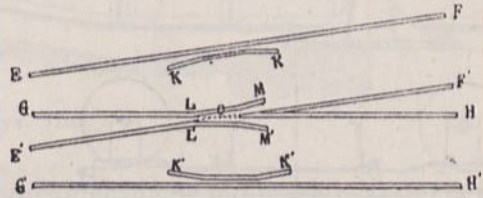
Odgałęzienie toru da się najprościej urządzić, gdy szyny ab , a_1b_1 będą ruchome i będą mogły w ten sposób obracać się około punktów a i a_1 , położonych na początku odgałęzienia, ażeby można było nastawiać je w kierunku bądź jednego, bądź drugiego toru. Taka zwrotnica, zwana *amerykańską*, stosowana niekiedy i obecnie w torach roboczych, ma tę dużą wadę, że tor w jednym

z kierunków jest przerwany, wskutek czego tabor, któryby się w tym kierunku posuwał, musi uleść wykolejeniu.

Dla uniknięcia tego dwie zewnętrzne szyny zwrotnicy $A' B'$ i $A'' B''$ (rys. 334), zwane *opornicami*, układają się nieruchomo, dwie zaś wewnętrzne $C'D'$ i $C''D''$, zwane *iglicami*, mogą się jednocześnie obracać około punktów D' i D'' . Przy takim ustroju, jeżeli pociąg biegnie po zwrotnicy pod ostrze, t. j. w kierunku od ostrza ku osadzie iglic, to wchodzi na tor, na który zwrotnica jest nastawiona. Gdy zaś pociąg biegnie po zwrotnicy z ostrza, t. j. w kierunku od



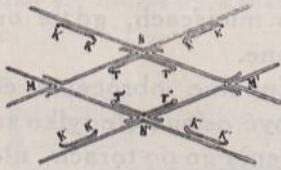
Rys. 334.



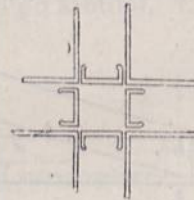
Rys. 335.

osady iglic ku ich ostrzom, i jeżeli zwrotnica nastawiona jest niewłaściwie, t. j. nie na ten tor, po którym pociąg biegnie, to obrzeże przedniego koła samo odsuwa iglicę, przyciśniętą do opornicy, czyli jak się mówi, *pruje* zwrotnicę, nie wywołując przytem wykolejenia pociągu.

Krzyżownica ma w ogólnych zarysach ustrój uwidoczniiony na rys. 335. W krzyżujących się szynach GH i $E'F'$ pozostawione są przerwy do przepuszczania obrzeży kół, a mianowicie przerwa w szynie $E'F'$ do przypuszczania obrzeża koła, toczącego się po szynie GH , i naodwrot. Ażeby koło nie mogło zmienić kierunku ruchu przy przejściu przez tę przerwę, przy drugiej szynie



Rys. 336.



Rys. 337.

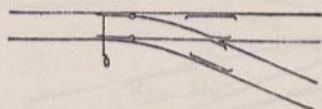
każdego z torów ułożone są *kierownice* KK , $K'K'$, przytrzymujące drugie koło tegoż zestawu. Dla utworzenia niezbędnych przerw w szynach, które się krzyżują, i dla podtrzymania koła, gdy ono przebiega przez przerwę, szyny GL i $E'L$ odgina się w bok przed *dziobem* krzyżownicy $F'OH$. Odgięte szyny GLM i $E'LM'$ zowią się *skerzydłami* krzyżownicy.

Takiż ustrój posiadają przy zwykłym *skerżowaniu torów* krzyżownice M i M' (rys. 336), położone w punktach, w których krawędzie szyn wewnętrzne (kierujące) przecinają się pod kątem ostrym, tworząc *dziób ostry*. W dwóch drugich krzyżownicach N i N' , tak zwanych *angielskich*, w których te krawędzie

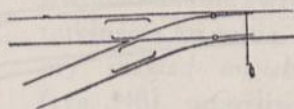
przecinają się pod kątem rozwartym, tworząc dziób tępy, kierownice TT , $T'T'$ wypada układać przy samym skrzyżowaniu.

W przypadku skrzyżowania torów pod kątem prostym, wszystkie cztery krzyżownice mają kształt jednakowy (rys. 337).

Dla uproszczenia budowy krzyżownic, a mianowicie aby można było sto-

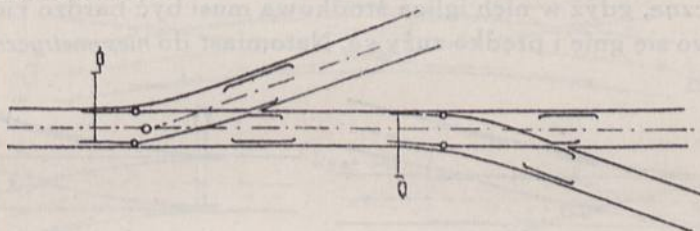


Rys. 338.



Rys. 339.

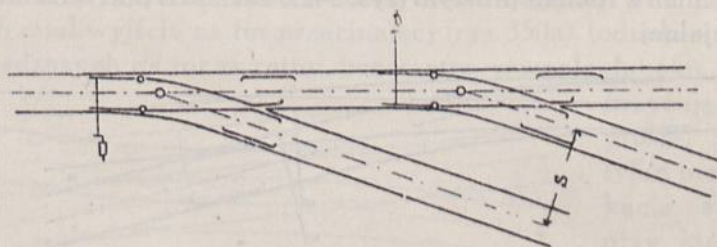
sować jednakowe krzyżownice do odgałęzień wpravo lub wlewo, oraz dla uniknięcia poszerzenia toru na krzyżownicach, układa się je prawie wyłącznie na skrzyżowaniu linii prostych. Również i tor zasadniczy na długości opornic bywa zawsze prosty i tylko tory, łączące zwrotnicę z krzyżownicą, jeden lub oba, układa się łukowato.



Rys. 340.

W rozjeździe zwyczajnym czyli prostym tor zasadniczy jest prosty na całej długości rozjazdu. Stosownie do kierunku odgałęzienia rozjazdu bywają *prawe* (rys. 338) i *lewe* (rys. 339).

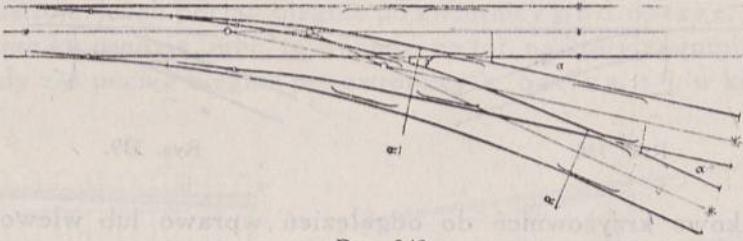
Jeżeli w pewnym miejscu ma nastąpić odgałęzienie więcej niż jednego toru,



Rys. 341.

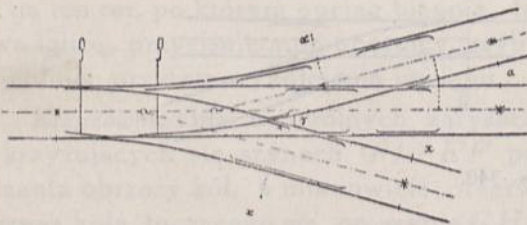
to zaraz za krzyżownicą pierwszego rozjazdu może być ułożony następny rozjazd w odległości, zależnej od ustroju krzyżownicy (rys. 340); jeżeli zaś oba rozjazdy zwrócone są w jedną stronę (rys. 341), to odległość ta zależna jest także od najmniejszego odstępu s , jaki może być dopuszczony pomiędzy osiami odgałęziających się torów ze względu na skrajnię. Jednakże w pewnych przypadkach pożądane jest zmniejszenie odległości pomiędzy początkowymi punk-

tami dwóch odgałęzień i wtedy druga zwrotnica umieszcza się w torze łączącym zwrotnicę i krzyżownicę pierwszego rozjazdu. Takie *niesymetryczne rozjazdy podwójne* bywają *jednostronne* (rys. 342) lub *dwustronne* (rys. 343), zależnie od tego, czy odgałęzienia skierowane są w jedną, czy też w dwie różne strony. *Podwójny*

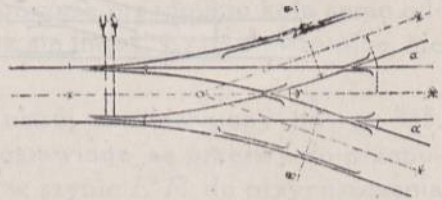


Rys. 342.

rozjazd dwustronny może być również *symetryczny* (rys. 344), gdy początkowe punkty odgałęzień zbiegną się w jeden punkt. Symetryczne rozjazdy podwójne nie są praktyczne, gdyż w nich iglica środkowa musi być bardzo cienka, wskutek czego łatwo się gnie i prędko zużywa. Natomiast do *niesymetrycznego rozjazdu*

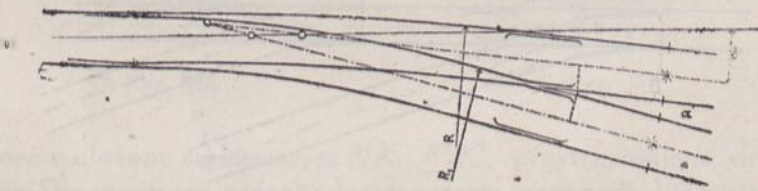


Rys. 343.



Rys. 344.

podwójnego mogą być użyte zwyczajne zwrotnice i krzyżownice i tylko w punkcie skrzyżowania obu zewnętrznych toków zwrotnych rozjazdu (rys. 343 i 344), lub jednego z nich z tokiem prostym (rys. 342), zachodzi potrzeba ułożenia krzyżownicy specjalnej.



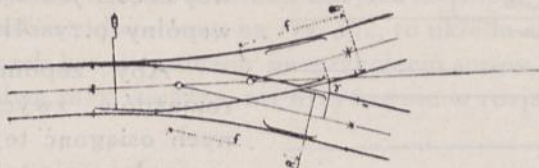
Rys. 345.

Jeżeli z niesymetrycznego rozjazdu podwójnego usuniemy tor zasadniczy (prosty), to otrzymamy *rozjazd łukowy jednostronny* (rys. 345) lub *dwustronny* (rys. 346).

Z rozjazdu podwójnego symetrycznego (rys. 344) można otrzymać w ten sam sposób *rozjazd łukowy symetryczny*.

Jeżeli dwa krzyżujące się tory AB i CD (rys. 347) połączymy pomiędzy krzyżownicami zwyczajnymi (ostremi) łukiem ze zwrotnicami w obu koń-

cach w ten sposób, żeby tabor mógł przechodzić nie tylko w dwóch krzyżujących się kierunkach AB i CD , lecz również z jednego toru na drugi w kierunku

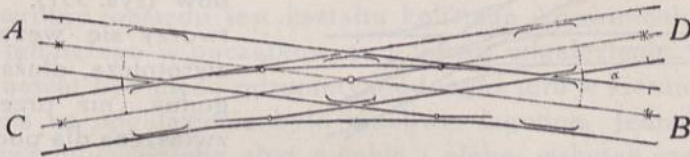


Rys. 346.

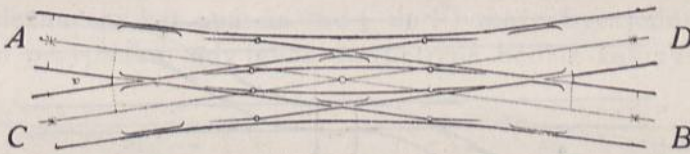
CB , to otrzymamy tak zwany *rozjazd angielski pojedynczy*. Gdy krzyżujące się tory połączymy dwoma łukami, zwróconymi wypukłością ku sobie, to otrzymamy *rozjazd angielski podwójny* (rys. 348), umożliwiający przejście taboru z jednego toru na

drugi w obu kierunkach CB i AD . Wreszcie jeżeli w rozjeździe angielskim podwójnym zniesiemy połączenie w jednym z kierunków prostych, to otrzymamy tak zwany *rozjazd spleciony* (rys. 349).

Zastosowanie rozjazdów angielskich jest bardzo dogodne, zwłaszcza gdy

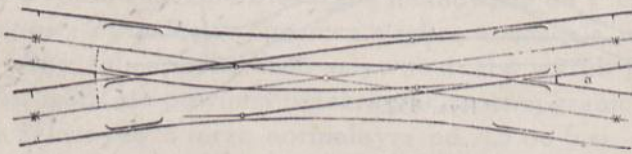


Rys. 347.



Rys. 348.

zachodzi potrzeba przecięcia kilku torów równoległych w ten sposób, ażeby każdy z nich miał wyjście na tor przecinający (rys. 350a). Jednakże umieszczenie iglic, prowadzących na tor zwrotny, wewnątrz równoległoboku, który tworzą

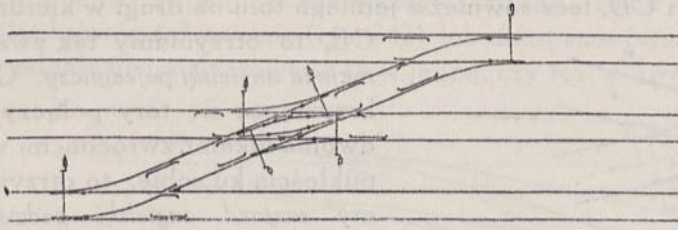


Rys. 349.

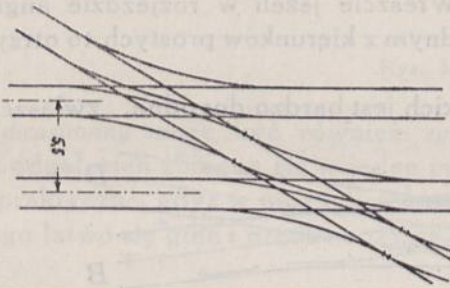
krzyżujące się tory proste, jest możliwe tylko przy niewielkim kącie skrzyżowania, przy którym promienie łuków zwrotnych nie wypadają zbyt małe. Jeżeli kąt ten

zwiększymy w celu skrócenia skośnej drogi zwrotnicowej, to dla zachowania takich samych połączeń, jak na rys. 350a, łukami dostatecznie łagodnymi, wypadnie przeciąć temi łukami boki równoległoboku i ułożyć zwrotnice poza jego obrębem, jak pokazano na rys. 350b. Powstaje wówczas *rozjazd angielski o krzyżownicach potrójnych*, którego tuki zwrotne zewnętrzne zwrócone są

do siebie wypukłością, przy małej zaś odległości pomiędzy torami równoległymi tworzą w środkowej części jeden tok wspólny (p. rys. 412a).



Rys. 350a.

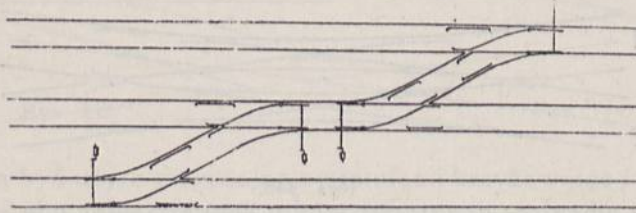


Rys. 350b.

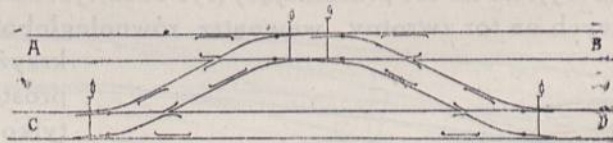
Aby zapomocą rozjazdów zwyczajnych osiągnąć te same połączenia torów równoległych, co zapomocą rozjazdów

angielskich, wypada łączyć kolejno dwa tory sąsiednie zapomocą *połączeń*, z których każde składa się z dwóch rozjazdów (rys. 351). W ten sposób tworzy się wężykowata droga zwrotnicza, dłuższa i mniej dogodna, niż przecięcie proste, zwłaszcza dla pociągów osobowych. W przypadkach, gdy rze-

zyczne niedogodności nie mają



Rys. 351.



Rys. 352.



Rys. 353.

głych może być korzystne ze względu na większą łatwość i mniejszy koszt ułożenia takich rozjazdów.

Jeżeli zachodzi potrzeba połączenia torów równoległych w dwóch kierunkach, a mianowicie w kierunku od A do D i od C do B (rys. 352), i jeżeli połączenia z powodu braku miejsca nie mogą być ułożone jedno za drugim w sposób uwidoczniiony na rys. 352, to układa się połączenie krzyżowe (rys. 353) o czterech krzyżownicach na przecięciu torów łączących. Kąt tych krzyżownic jest dwa razy większy, niż krzyżownic w rozjazdach.

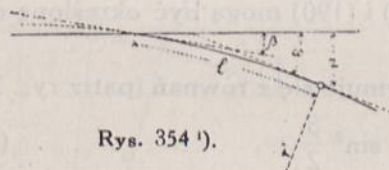
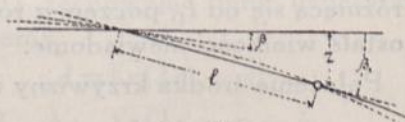
ROZDZIAŁ II.

Zwrotnice.

1. Kąt oparcia iglicy o opornicę i długość iglicy; zależność tych wielkości przy różnym kształcie iglicy w planie. Iglice proste, całkowicie krzywe lub krzywe o prostym ostrzu. Długość przylegania iglicy do opornicy. Względne zalety iglic prostych i zakrzywionych.

Łuk zwrotny rozjazdu jest kształtu kolistego i powinienby być stycznym do toru zasadniczego w początkowym punkcie odgałęzienia, t. j. przy ostrzu iglicy, lub nawet być nieco odsuniętym od tegoż toru w kierunku środka łuku, aby przejście na odgałęzienie było możliwie łagodne. Jednakże przy takim ustroju ostrze iglicy byłoby zbyt cienkie i słabe, wskutek czego stało się koniecznym dopuszczenie przecięcia iglicy z opornicą pod pewnym kątem β (rys. 354), zwanym *kątem oparcia* iglicy o opornicę. W istniejących ustrojach kąt ten nie bywa mniejszy jak $\frac{1}{2}^{\circ}$.

Tak nieznaczny kąt oparcia (od $\frac{1}{2}^{\circ}$ do $\frac{3}{4}^{\circ}$) może być jednakże osiągnięty tylko w tym przypadku, gdy iglica zewnętrzna będzie zakrzywiona w planie.

Rys. 354¹⁾.

Rys. 355.

Jeżeli jednak iglica zewnętrzna pozostanie prostą, jak to się stosuje w celu uproszczenia budowy zwrotnicy, to kąt β_1 przecięcia iglicy z opornicą (rys. 355) musi wypaść znacznie większy, a mianowicie od 1° do 2° , zależąc od niezbędnej odległości z pomiędzy opornicą a iglicą w osadzie, oraz od długości iglicy.

Aby iglica była dość sztywna i aby wyrób jej nie był zbyt utrudniony, długość iglicy nie powinna przekraczać pewnej granicy i wynosi zwykle na drogach żelaznych o torze normalnym od 4,5 do 6 m, na wąskotorowych zaś od 2 do 3,5 m.

Zależność kąta oparcia β od długości iglicy l i odstepu z pomiędzy wewnętrznymi krawędziami opornicy i iglicy w osadzie wyraża się przy iglicach prostych:

$$\sin \beta = \sin \omega = \frac{z}{l} \dots \dots \dots (185)$$

¹⁾ Na wszystkich rysunkach, gdzie szyny uwidoczniiono linią pojedynczą, linja ta wyobraża wewnętrzną krawędź główki szyny, t. j. krawędź prowadzącą koło.

Przy iglicy krzywej, oznaczając przez

r' promień krzywizny iglicy,

ω kąt, który tworzy styczna do iglicy w osadzie z opornicą,

l_1 rzut iglicy na opornicę,

otrzymujemy następujące zależności:

$$l_1 = r' (\sin \omega - \sin \beta) \quad \dots \quad (186)$$

$$z = r' (\cos \beta - \cos \omega) \quad \dots \quad (187)$$

W równaniu (187) dostawy mogą być rozwinięte w szeregi:

$$\cos \beta = (1 - \sin^2 \beta)^{\frac{1}{2}} = 1 - \frac{1}{2} \sin^2 \beta - \frac{1}{8} \sin^4 \beta - \dots$$

$$\cos \omega = (1 - \sin^2 \omega)^{\frac{1}{2}} = 1 - \frac{1}{2} \sin^2 \omega - \frac{1}{8} \sin^4 \omega - \dots$$

Zadowolając się pierwszymi dwoma wyrazami szeregów ze względu na małą wielkość kątów i biorąc ich różnicę, otrzymujemy

$$\cos \beta - \cos \omega = \infty \frac{1}{2} (\sin^2 \omega - \sin^2 \beta).$$

Podstawiając tę wielkość w równanie (187) i dzieląc je przez (186), otrzymujemy:

$$2z = l_1 (\sin \omega + \sin \beta) \quad \dots \quad (188)$$

z równań zaś 186 i 188:

$$\sin \omega = \frac{z}{l_1} + \frac{l_1}{2r'} \quad \dots \quad (189)$$

$$\sin \beta = \frac{z}{l_1} - \frac{l_1}{2r'} \quad \dots \quad (190)$$

Jako wielkości wiadome przyjmuje się zwykle odległość w osadzie iglicy z , kąt oparcia β i promień iglicy r' lub jej długość $l = r' (\omega - \beta)$, praktycznie nie różniącą się od l_1 , poczem z równań (189) i (190) mogą być określone dwie pozostałe wielkości niewiadome.

Położenie środka krzywizny iglicy otrzymuje się z równań (patrz rys. 356):

$$h = r' (1 - \cos \beta) = 2r' \sin^2 \frac{\beta}{2} \quad \dots \quad (191)$$

$$c = r' \sin \beta \quad \dots \quad (192)$$



Rys. 356.

Długość, na której iglica krzywa winna być ostrugana, aby przylegała do opornicy, określi się, gdy zauważymy (rys. 356), że przy szerokości główki szyny równej w :

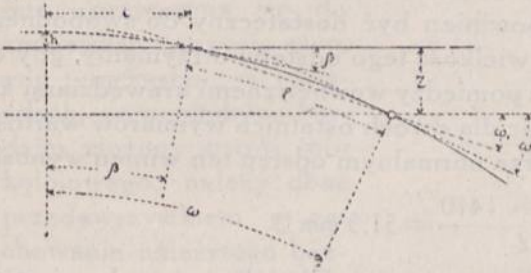
$$c + i = \sqrt{(w + h)(2r' - w - h)} \quad \dots \quad (193)$$

$$h = r' (1 - \cos \beta) \quad \dots \quad (191)$$

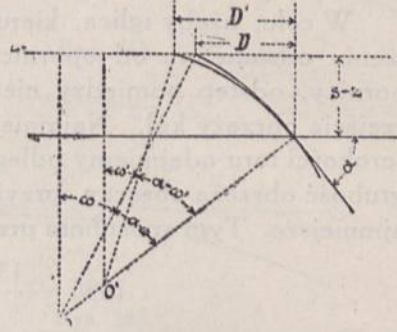
$$i = \sqrt{(w + h)(2r' - w - h)} - r' \sin \beta \quad \dots \quad (194)$$

Oczywiście, że przy wejściu taboru na zwrotnicę nastawioną na odgałęzienie, uderzenie koła o iglicę będzie tem silniejsze, im większy jest kąt oparcia iglicy o opornicę. Wskutek tego jazda po zwrotnicy, której iglica zewnętrzna

jest zakrzywiona, będzie spokojniejsza, niż po zwrotnicy o iglicach prostych. Nadto, przy tymże odstępie z (rys. 357) pomiędzy krawędziami wewnętrznymi opornicy i iglicy w osadzie i przy tejże długości l iglicy, kąt ω , zawarty między nimi w tem miejscu, będzie mniejszy w przypadku iglicy prostej, niż w przypadku iglicy krzywej. Wynika stąd, że aby przejść na krzyżownicę, mającą określony kąt α (rys. 358), należy przyjąć długość łuku zwrotnego, a więc i całego rozjazdu, większą, promień zaś krzywizny tegoż toru mniejszym przy prostej iglicy, niż przy krzywej.

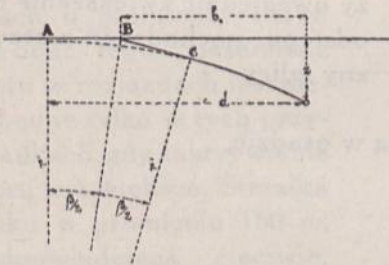


Rys. 357.



Rys. 358.

Kształt iglicy krzywej w planie określany jest niekiedy w ten sposób, że łuk ACO , którym się zatacza jej krawędź wewnętrzną, jest styczny do opornicy i tylko na pewnej długości BC oparcia iglicy krawędź ta ma kształt prosty, styczny do łuku zakrzywienia (rys. 359).



Rys. 359.

Oznaczając przez d rzut łuku ACO na opornicę i zachowując inne oznaczenia, otrzymujemy

$$d = \sqrt{z(2r' - z)}$$

$$\operatorname{tg} \frac{\beta}{2} = \frac{d - b_1}{r'} = \frac{\sqrt{z(2r' - z)} - b_1}{r'} \quad (195)$$

$$\operatorname{tg} \omega = \frac{d}{r' - z} = \frac{\sqrt{z(2r' - z)}}{r' - z} \quad (196)$$

$$AB = BC = r' \operatorname{tg} \frac{\beta}{2} = \sqrt{z(2r' - z)} - b_1$$

Długość i , na której iglica winna być ostrugana, wyrazi się:

$$i = \sqrt{w(2r' - w)} - r' \operatorname{tg} \frac{\beta}{2} \quad (197)$$

Przy takim kształcie iglicy długość jej otrzymuje się niewiele co większa, niż gdy jest ona całkowicie zakrzywiona. Promień, którym jest zataczona iglica, określa wymaganą zwrotność taboru.

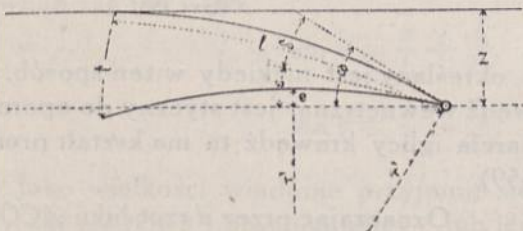
Ważną zaletą iglic prostych jest ich kształt jednakowy dla odgałęzień w lewo i w prawo, przez co zmniejsza się ilość poszczególnych części zwrotnicy, które należy mieć w zapasie. Ze względu na tę okoliczność, iglice proste są

bardzo rozpowszechnione, nawet na pierwszorzędnych liniach dróg żelaznych francuskich, angielskich i amerykańskich, i ogólnie stosowane na drogach żelaznych znaczenia miejscowego.

2. Odstęp pomiędzy opornicą a iglicą w osadzie; jego zwiększenie w przypadku iglic krzywych. Poszerzenie toru w łuku zwrotnym, w osadzie iglicy oraz przy wejściu na zwrotnicę. Sprawdzenie przejścia taboru po łukach zwrotnych małego promienia sposobem wykreślnym Roy'a. Przejście od toru normalnego do poszerzonego. Względna wysokość i boczne nachylenie szyn w rozjazdach.

W celu, ażeby iglica, kierująca na odgałęzienie, nie była narażona w położeniu odsuniętem od opornicy na boczne uderzenia kół, toczących się po opornicy, odstęp pomiędzy nimi powinien być dostateczny do swobodnego przejścia obrzeży kół. Najmniejszą wielkość tego odstępu otrzymamy, gdy od szerokości toru odejmiemy odległość pomiędzy wewnętrznymi krawędziami kół i grubość obrzeża obręczy, przyjmując dla dwóch ostatnich wymiarów wartości najmniejsze. Tym sposobem przy torze normalnym odstęp ten winien wynosić:

$$1435 - \frac{1357 + 1410}{2} = 51,5 \text{ mm}^1).$$



Rys. 360.

Dla iglic prostych najmniejszy odstęp pomiędzy opornicą a iglicą w położeniu odsuniętem otrzymuje się w osadzie iglicy. Gdy iglica jest krzywa, to przy określeniu odstępu pomiędzy opornicą a iglicą w osadzie należy uwzględnić zwiększenie tego odstępu, pochodzące z krzywizny iglicy.

Jeżeli oznaczymy (rys. 360) przez:

- ω kąt zawarty pomiędzy opornicą a iglicą w osadzie,
- δ kąt obrotu iglicy,
- l długość iglicy,
- r' promień krzywizny iglicy,
- t przesuw ostrza iglicy,
- e szukane zwężenie odstępu pomiędzy iglicą a opornicą,
- $\varepsilon = \omega - \delta$, to

$$\delta = \frac{t}{l} \cdot \frac{180^\circ}{\pi}$$

$$e = r' (1 - \cos \varepsilon) = 2r' \sin^2 \frac{\varepsilon}{2} \dots \dots \dots (198)$$

Poszerzenie toru przy ostrzu iglicy i wogóle w łukach rozjazdów przyjmuje

¹⁾ Według przepisów obowiązujących na polskich drogach żelaznych, przy niejednakowym zużyciu obrzeży obu kół zestawu dopuszcza się najmniejsza grubość obrzeża 20 mm, jednakże odległość pomiędzy krawędziami zewnętrznymi obrzeży nie może wynosić mniej jak 1410 mm (por. str. 269).

się o ile można jak najmniejsze ze względu na niedogodności konstrukcyjne, jakie ono zwykle za sobą pociąga. Z tego powodu poszerzenie to bywa wogóle mniejsze, niż wypadaloby z wzorów doświadczalnych, stosowanych dla łuków w torach poza stacjami. Taka niejednostajność w poszerzeniu toru ma swoje uzasadnienie również i w tem, że na szlakach pomiędzy stacjami pewien nadmiar szerokości toru w łuku, po którym pociągi przebiegają z dużą szybkością, przyczynia się do zmniejszenia zużycia szyn, gdy tymczasem w rozjazdach, ze względu na bardziej złożony ustrój toru kolejowego, należy dbać przede wszystkim o zachowanie należytego bezpieczeństwa i spokoju jazdy.

Jak zaznaczono wyżej (por. str. 272), tabor dróg żelaznych toru normalnego jest wogóle przystosowany do przejścia w łukach o promieniu 180 m. Wobec tego poszerzenie toru w rozjazdach jest niezbędne tylko w tych przypadkach, gdy zakrzywienie toru jest większe. Strzałka łuku o promieniu 180 m, odpowiadająca cięciwie, jaką odcina wagon trzosiowy o rozstawie osi skrajnych 7,5 m (por. str. 272), wynosi przybliżenie:

$$E = \frac{8}{180} = 0,0445 \text{ m},$$

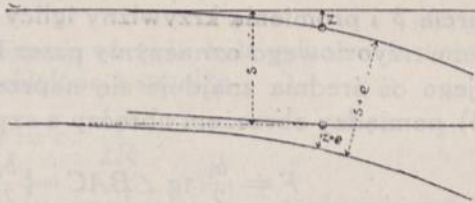
a więc niezbędne poszerzenie toru w łuku o promieniu $r' < 180 \text{ m}$ wyniesie:

$$e = \frac{8}{r'} - 0,0445 \text{ m} \dots \dots \dots (199)$$

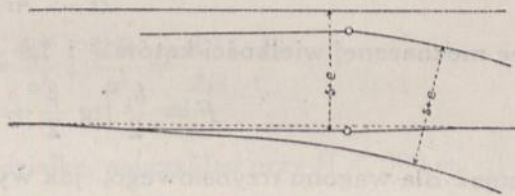
Przy przejściu przez osadę iglicy prostej, środkowej osi tegoż wagonu (rys. 361), największe odchylenie tej osi od osady iglicy w przypuszczeniu, że osie są nieprzesuwne, wyniesie o połowę mniej, niż przy iglicach krzywych. Wy-



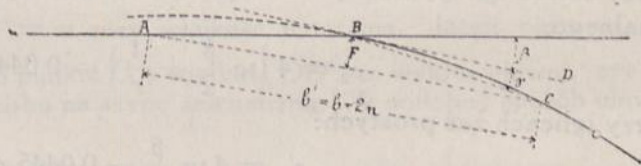
Rys. 361.



Rys. 362.



Rys. 363.



Rys. 364.

nika stąd, że przy stosowanych wielkościach promienia r' poszerzenie toru w osadzie iglicy prostej nie jest wogóle niezbędne, gdyż według wzoru

$$e_1 = \frac{4}{r'} - 0,0455 \text{ m} \dots \dots \dots (200)$$

otrzymuje się dla niego wartości ujemne.

Wskutek poszerzenia toru, odstęp pomiędzy opornicą a iglicą w osadzie otrzymuje się dla jednej iglicy większy niż dla drugiej (rys. 362). W przypadku iglic prostych, aby umocowanie iglic w osadach było jednakowe, poszerza się tor prosty na długości zwrotnicy na tyleż, co i tor krzywy (rys. 363).

Poszerzenie toru przy wejściu na zwrotnicę należy określać w zależności od kąta oparcia β i promienia krzywizny iglicy r' . Jeżeli długość podstawy sztywnej wagonu trzyosiowego oznaczymy przez $b_1 = b + 2n$ (patrz rys. 153, str. 271), to gdy jego oś średnia znajduje się naprzeciw ostrza iglicy, całkowity luz F (rys. 364) pomiędzy obrzeżem obręczy a szyną powinien wynosić co najmniej:

$$F = \frac{b_1}{2} \operatorname{tg} \angle BAC = \frac{b_1}{2} \operatorname{tg} \frac{1}{2} (\beta + \gamma)$$

$$\gamma = \frac{BC}{2r'} \approx \frac{b_1}{4r'}$$

a wobec nieznaczonej wielkości kątów β i γ :

$$F = \frac{b_1}{2} \left(\operatorname{tg} \frac{\beta}{2} + \frac{b_1}{8r'} \right) \dots \dots \dots (201)$$

Przyjmując dla wagonu trzyosiowego, jak wyżej, $b' = 8$ i uwzględniając przesuwność osi, odpowiadającą promieniowi 180 m, otrzymamy, że poszerzenie toru przy ostrzu iglicy, niezbędne do przejścia taboru, powinno wynosić dla toru normalnego:

$$e_2 = 4 \left(\operatorname{tg} \frac{\beta}{2} + \frac{1}{r'} \right) - 0,0445 \text{ m}, \dots \dots \dots (202)$$

przy iglicach zaś prostych:

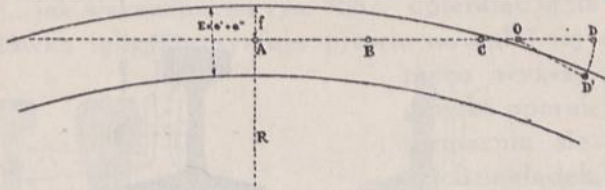
$$e'_2 = 4 \operatorname{tg} \frac{\beta}{2} - 0,0445 \text{ m} \dots \dots \dots (203)$$

Poszerzenia, określone według wzorów 199, 201, 202 i 203, zwiększa się o 8 mm do 10 mm, o ile to okaże się możliwym, dla ułatwienia przejścia taboru. W łuku, łączącym zwrotnicę z krzyżownicą, poszerzenie toru nie przedstawia zwykle trudności. Natomiast przy ostrzu iglicy, ze względu, że punkt ten jest wspólny dla łuku i toru prostego, poszerzenie nie powinno być większe jak 15 mm, w osadzie zaś iglicy, ze względów konstrukcyjnych, wymienionych powyżej, jeżeli się stosuje, to wogóle jaknajmniejsze.

W wątpliwych przypadkach, sprawdzenie przejścia taboru w łukach małych promieni, w zależności od zwrotności taboru i wielkości luzu pomiędzy obrzeżami jego kół a szynami, może być najprościej zrobione wykreślnie sposobem inż. Roy'a.

Nakreślmy łuk promieniem R (rys. 365) i z tegoż środka drugi łuk promieniem mniejszym od R o wielkość $E = e' + e''$ całkowitego luzu pomiędzy obrzeżem koła a szyną, składającego się z luzu e' w linii prostej i poszerzenia e'' w łuku. Niech b_1 oznacza długość sztywnej podstawy rozpatrywanej jednostki taboru, naprz.

parowozu, to jest rozstawu sztywnych osi skrajnych, zwiększonego o cięciwę, jaką odcina krawędź górna szyny na obwodzie zewnętrznym obrzeża koła (por. str. 271). Przypuśćmy, że parowóz toczy się w kierunku AC tak, że gdy koło przednie naciska na szynę w punkcie C , to oś tylna, przechodząca przez punkt A , skierowana jest



Rys. 365.

według promienia łuku. W tem położeniu obrzeże koła tylnego, tocącego się po szynie zewnętrznej, będzie od niej oddalone o strzałkę

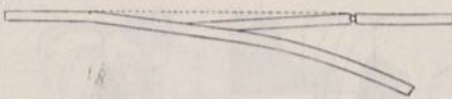
$$f = \infty \frac{b_1^2}{2R}$$

Jeżeli promień R kreślić będziemy w podziałce $\frac{1}{n^2}$, podstawę zaś b_1 w podziałce $\frac{1}{n}$, to strzałka f i luz $E > f$, niezbędny do takiego przejścia parowozu, otrzyma się:

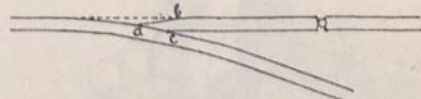
$$f = \frac{b_1^2}{n^2} : \frac{2R}{n^2} = \frac{b_1^2}{2R}$$

to jest w wielkości naturalnej.

Wybierając odpowiednio podziałkę, na przykład przy $R \leq 300 \text{ m}$, $\frac{1}{n^2} = \frac{1}{400}$, można sporządzić wykres na arkuszu zwyczajnego papieru rysunkowego. Jeżeli tor ma załamania, jak naprz. przy wejściu na zwrotnicę, to kąty tych załamania należy kreślić w podziałce $\frac{1}{n} : \frac{1}{n^2} = n$ razy wielkość naturalna. Jeżeli parowóz ma przednią oś D zwrotną około punktu O o wielkość DD' , to wykres ujawni, czy da się ona wpisać w łuk bez nacisku na szynę zewnętrzną. W podobny sposób ujawni



Rys. 366.



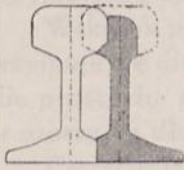
Rys. 367.

się również położenie względem szyny osi pośredniej B . Wielkości przesuwu bocznego i zwrotu osi i półwozaków oraz zmniejszenia grubości obrzeży podane były na str. 70 i 72.

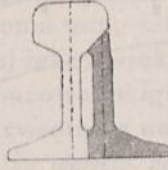
Jeżeli przy osadzie iglicy zachowana jest normalna szerokość toru prostego, to przejście od toru poszerzonego przy wejściu na zwrotnicę do toru normalnego może być uskutecznione albo na całej długości iglicy prostej (rys. 366), albo też na pewnej tylko części ab (rys. 367) tejże długości (zwykle na długości ac przylegania iglicy do opornicy) zapomocą wygięcia lub ostrugania iglicy od wewnętrznej strony toru.

Dla ułatwienia ostrugania iglicy prostej, opornica krzywa wygina się w ten sposób, aby jej część na długości przylegania iglicy pozostała prosta.

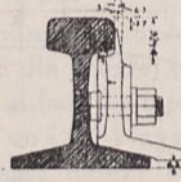
Z powodu trudności konstrukcyjnych *wzniesienie szyny zewnętrznej nad wewnętrzną* prawie nigdy nie jest stosowane w łukach rozjazdów. Jeżeli zauważy-



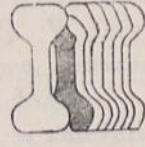
Rys. 368a.



Rys. 368b.



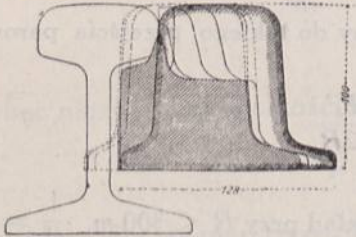
Rys. 368c.



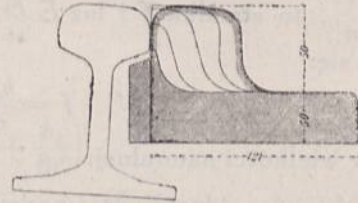
Rys. 369.

my, że pociągi przebiegają po tych łukach ze zmniejszoną szybkością i że brak wzniesienia szyny zewnętrznej nie przedstawia wogóle niebezpieczeństwa dla ruchu, to pomienione odstępstwo nie ma istotnego znaczenia.

Nadto *boczne nachylenie szyn* przeważnie nie zachowuje się w rozjazdach

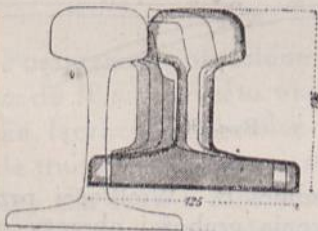


Rys. 370.

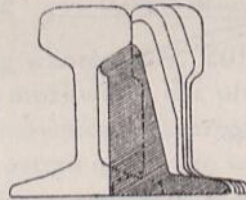


Rys. 371.

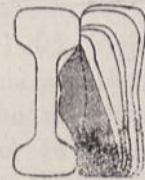
i szyny układa się pionowo. Ustrój taki ułatwia niewątpliwie budowę zwrotnic i krzyżownic, nie pozostaje on jednak bez wpływu na spokój jazdy. Tymczasem zachowanie w rozjazdach bocznego nachylenia szyn jest zupełnie możliwe i bywa stosowane na wielu drogach żelaznych zagranicznych (rys. 376, 377 i 383).



Rys. 372.



Rys. 373.



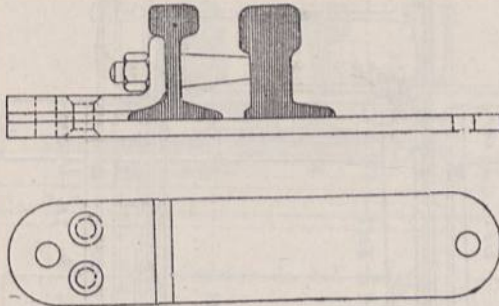
Rys. 374.

3. Szyny do wyrobu iglic. Kształty przekrojów specjalnych. Struganie iglic. Podparcie iglic. Płytki i siodełka podiglicowe. Płyty podłużne, ich połączenie i przytwierdzenie. Umocowanie iglic w osadzie. Łubki, czopy i łożyska przegubów. Iglice sprężyste.

Szyny do wyrobu iglic stosuje się o przekroju specjalnym albo takie same, z jakich jest ułożony tor. Zastosowanie szyn zwykłego przekroju nie jest dogodnie, zwłaszcza w przypadku szyn o podstawie płaskiej (rys. 368 a i b), bo na długości

przylegania iglicy do opornicy stopy obu szyn jednakowo wysokich muszą być prawie do połowy zestrugane i z tego powodu ostrze iglicy otrzymuje się bardzo słabe, przytwierdzenie zaś opornicy do podpór staje się utrudnionem.

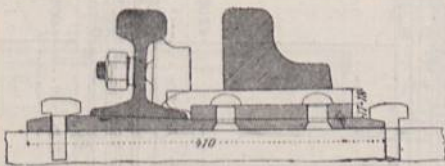
Na drogach żelaznych amerykańskich, aby nie osłabiać opornicy, przyjęto strugać iglicę, jak wskazano na rys. 368 c, opierając ją na stopie opornicy. Wskutek tego główka iglicy otrzymuje prawie na całej jej długości poziom



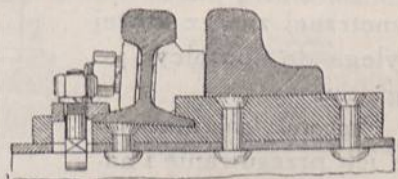
Rys. 375.

nico wyższy (o 6 mm), niż główka opornicy. Przekrój iglicy wzmacnia się zapomocą płaskich nakładek, łączonych z szynką śrubami lub nitami.

Szyny o przekroju specjalnym, stosowane do wyrobu iglic (rys. 370 do 374), mają zwykle mniejszą wysokość, niż szyny toru. Iglice takie powinny posiadać po ostruganiu należyłą stateczność na podporach i dostateczną wytrzymałość w kierunku pionowym i poziomym; tę ostatnią nie tylko ze względu na znaczne ciśnienie boczne koła podczas jazdy po łuku, lecz także ze względu na siły, jakim podlega iglica przy przestawianiu zwrotnicy. Wreszcie przekrój szyn na iglicę winien być tak wybrany, ażeby powierzchnia, po której toczą się koła, miała taki sam kształt, jak i powierzchnia toczna szyn toru, i ażeby umocowanie iglicy w osadzie było dogodnie. Załączone rysunki wskazują, że na wybór przekroju iglicy wpływa niekiedy chęć nadania jej grubości, niezbędnej do obróbki w osadzie (rys. 370 i 381), lub nadania cienkiemu końcowi iglicy możliwie większej stateczności i sztywności w kierunku poziomym (rys. 371), albo też umożliwienia połączenia iglicy w osadzie zapomocą łubków zwykłych (rys. 373), lub choćby specjalnych (rys. 372), i t. p.



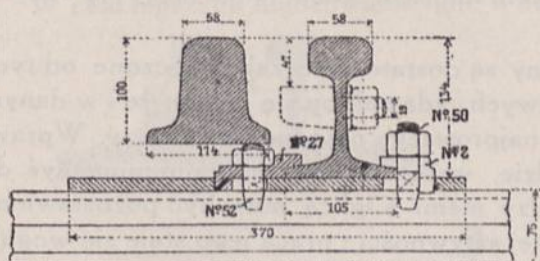
Rys. 376.



Rys. 377.

Struganie iglicy winno być wykonane w ten sposób, ażeby jej wierzch znajdował się poniżej płaszczyzny tocznej aż do miejsca, w którym przekrój iglicy ma już dostateczną wytrzymałość w kierunku pionowym. Ostrze iglicy winno podchodzić pod główkę opornicy, ażeby obrzeże koła zajęło iglicę i przycisnęło ją do opornicy wcześniej, niż koło zacznie się na iglicy opierać, co zabezpiecza prawidłowe wejście koła na zwrotnicę. Przy wyrobie iglic prostych z szyn zwykłego przekroju końce iglic należy w pierw odgiąć i następnie ostrugać

twierdza do nich hakami lub wkrętami. Opornica przytwierdza się do takiej podkładki poprzecznej zapomocą kątownika i śruby poziomej (rys. 375), której główka zwykle wspiera z boku iglicę, podlegającą silnemu parciu bocznemu koła. Jeżeli iglica jest niższa od opornicy, to różnicę w ich wysokości wyrównywa płytką (rys. 376), która dla podtrzymania iglicy zachodzi na stopę opornicy i, również jak ta, przytwierdza się do wspólnej podkładki.

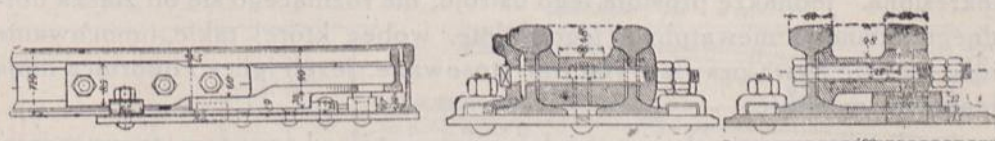


Rys. 379. Pruskie dr. żel. państw.

Siodełka, podtrzymujące zarazem iglicę i opornicę, odlewa się z jednej sztuki (rys. 377). Występ siodełka, zachodzący na stopę opornicy, może służyć do przytwierdzenia jej na podporze. Nie należy jednakże używać do tego celu płytek podiglicowych, osobno przytwierdzonych do podkładki (rys. 376), gdyż nity, łączące płytkę z podkładką, szybko się obłuzowują, pracując na odrywanie.

Zamiast podkładek poprzecznych pod opornicą i płytkami podiglicowymi stosuje się bardzo często jednolita płyta podłużna na całą długość iglicy (rys. 378). Przy takim ustroju opornica może być przytwierdzona bardzo łatwo i dogodnie, niezależnie od płytek podtrzymujących iglicę, zapomocą łapek (rys. 379) podobnych do tych, jakie używają się do przytwierdzania szyn do podkładów metalowych. Jednocześnie upraszcza się znacznie układanie zwrotnicy, gdyż opornica i iglica mogą być złożone w fabryce na wspólnej płycie podłużnej wraz z płytkami podiglicowymi. Tym sposobem układanie zwrotnicy sprowadza się do przybicia płyt do podkładów.

Połączenie podłużnych płyt podzwrotnicowych, w celu zachowania właściwej między nimi odległości, bywa zwykle w kształcie pasów poprzecznych w końcach. Czasami w tymże celu stosowane są ściągi z nasówkami gwintowanymi



Rys. 380. Badeńskie dr. żel. państw.

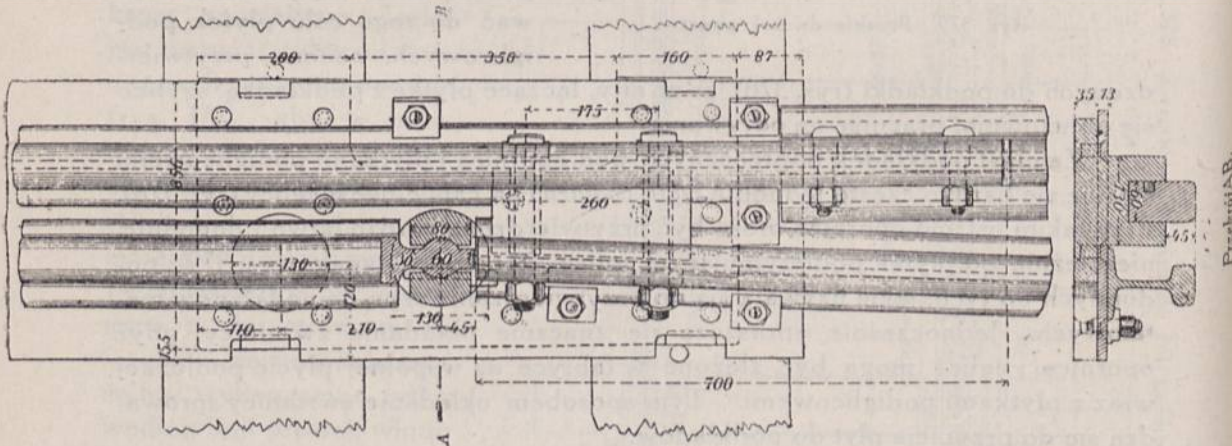
do miarkowania długości. Jeżeli zwrotnica ułożona jest nie na płytach podłużnych, lecz na oddzielnych podkładkach, to dla zachowania właściwej odległości pomiędzy opornicami podkładki skrajne wyrabia się z jednej sztuki, zachodzącej pod obie opornice.

Płyty podzwrotnicowe przytwierdza się do podkładów drewnianych zapomocą haków albo wkrętów, do metalowych zaś zapomocą śrub i łapek.

W torach z szyn Stephenson'a iglica i opornica spoczywają na siodełkach lanych.

Umocowanie iglic w osadzie jest jednym z najtrudniejszych szczegółów w ustroju zwrotnicy. Umocowanie to powinno być tak urządzone, aby iglica nie mogła się przesunąć w żadnym z trzech kierunków wzajemnie do siebie prostopadłych, a mianowicie wzdłuż swej osi, w poprzek, oraz pionowo w górę i na dół, przy tem jednakże winna ona swobodnie obracać się w płaszczyźnie poziomej około osi, która przypada w tem miejscu, gdzie iglica łączy się z szyną następną.

W normalnym ustroju toru szyny są dostatecznie zabezpieczone od tych przesunięć zapomocą łubków złączowych, zdawałoby się zatem, że i w danym przypadku taki urządzenie będzie najprostszymi i najodpowiedniejszymi. Wprawdzie iglica winna obracać się w osadzie, wskutek czego łubki nie mogą być do niej szczelnie dopasowane i pomiędzy nimi a iglicą musi być pozostawiony luz, a więc złącze nie posiada należytej sztywności i praca jego staje się wogóle



Rys. 381.

Pruskie dr. żel. państw. Umocowanie iglicy w osadzie.

nieokreślona. Jednakże prostota tego ustroju, nie różniącego się od złącza normalnego, stanowi niewątpliwą jego zaletę, wobec której takie umocowanie iglic w osadzie bywa prawie wyłącznie stosowane, jeżeli iglica i opornica mają jednakową wysokość.

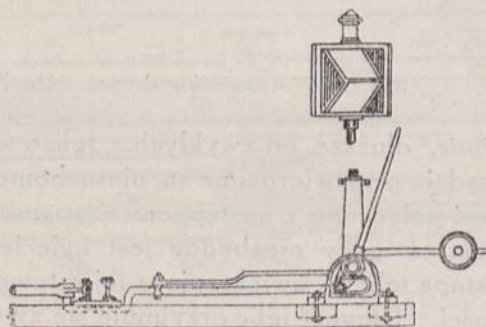
Jeżeli iglica ma przekrój specjalny i jest niższa od szyn toru, to umocowanie jej w osadzie zapomocą łubków bocznych jest utrudnione, gdyż wtedy łubki muszą mieć na jednej połowie swej długości przekrój normalny, na drugiej zaś niższy (rys. 382), albo też samą iglicę wypada przekuć w osadzie, aby zwiększyć w tem miejscu jej wysokość (rys. 380). Oprócz tego w pierwszym przypadku, gdy iglica w osadzie jest niska, obrzeża kół strącają naśrubki śrub złączowych. Z powyższych względów iglice o przekroju specjalnym przymocowuje się w osadzie do siodełka lub płyty podłużnej po większej części niezależnie od następującej szyny w torze, przeważnie zapomocą czopa, obracającego się w łożysku. Czop, będący osią obrotu iglicy, otrzymuje się zapomocą odpowiedniej obróbki końca iglicy (rys. 381), albo stanowi część siodełka, na

czego toru prostego, układając cały rozjazd z pochyleniem poprzecznym. Po takich rozjazdach (rys. 384) pociągi przebiegają w kierunku toru prostego, również jak i zwrotnego, bez zmniejszenia pomienionej szybkości.

4. Zwrotniki. Przesławianie zwrotnic zwyczajnych i angielskich. Przyrządy sygnałowe przy zwrotnicach. Zamykanie zwrotnic nastawianych ręcznie. Podrozjazdnice. Koszt zwrotnic.

Ponieważ przy przesławianiu zwrotnicy obie iglice winny przesuwac się razem, więc należy je łączyć ze sobą jednym (rys. 378) lub kilkoma ściągami zależnie od sztywności iglic. Przesuwanie iglic uskutecznia się zapomocą przyrządu, zwanego *zwrotnikiem* (rys. 385), który ustawia się z boku przy wejściu na zwrotnicę i łączy się z najbliższą iglicą przy końcu ostrza za pomocą cięgła. Skok cięgła winien wynosić 140 do 150 mm dla uniknięcia nacisku koła na przesuniętą iglicę przy wjeździe na odgałęzienie.

Zwrotnik składa się z podstawy, przytwierdzonej do jednego lub dwóch dłuższych podkładów podrozjazdowych, i drąga, który, obracając się około osi



Rys. 385.

poziomej, porusza cięgłiel. Do utrzymania drąga w jednym położeniu krańcowym lub w drugim służy przeciwwaga, którą przy obracaniu drąga należy przełożyć, okręcając w płaszczyźnie pionowej (rys. 386) lub poziomej (rys. 385). W tym ostatnim przypadku przełożenie przeciwwagi wymaga mniejszego wysiłku, natomiast potrzeba więcej wolnego miejsca wokół zwrotnika. Przeciwwaga przy-

ciska iglicę do opornicy i pozwala na tak zwane *rozprucie* zwrotnicy mylnie nastawionej bez uszkodzenia jej, przyczem zwrotnica, po przejściu przez nią koła w kierunku od osady ku ostrzu iglicy, powraca do pierwotnego położenia.

W rozjeździe angielskim podwójnym wszystkie cztery zwrotnice pozostają we wzajemnej zależności, a mianowicie na jazdę po łukach należy przestawić jednocześnie zwrotnice *A* i *D* lub *C* i *B* (rys. 348), na jazdę zaś w kierunkach prostych zwrotnice *A* i *B* lub *C* i *D*. *Przyrządy do przesławiania* wszystkich czterech zwrotnic *rozjazdu angielskiego* ześrodkowane są w jednym miejscu zapomocą układu prętów sztywnych. Urządzenie to pozwala uniknąć przechodzenia przez tory przy przesławianiu zwrotnic i czyni obsługę ich bezpieczniejszą i dogodniejszą. Każde dwie zwrotnice sąsiednie przestawia się zwykle jednym wspólnym drągiem, co upraszcza kombinacje oraz zapobiega omyłkom przy przesławianiu zwrotnic, gdyż w każdym przypadku oba drągi winny być nastawione jednocześnie albo na łuk, albo na prostą.

Jeszcze większem uproszczeniem byłoby nastawianie odrazu wszystkich czterech zwrotnic zapomocą jednego tylko drąga, co jednakże rzadko się sto-

suje ze względu, że jednoczesne przestawienie wszystkich czterech zwrotnic wymaga użycia dużej siły.

Przy wjeździe na zwrotnicę pod ostrze, mylne jej nastawienie może być przyczyną nieszczęśliwego wypadku. Z tego powodu jest rzeczą bardzo ważną, aby położenie zwrotnicy czynił zdala widocznym odpowiedni *przyrząd sygnałowy*. Pożądanem jest nadto, aby niezależnie od wzmocnionego dozoru nad zwrotnicami, po których pociągi przebiegają pod ostrze, zwrotnice takie były zamykane dla zabezpieczenia od przestawienia mylnego lub w celu występnym.

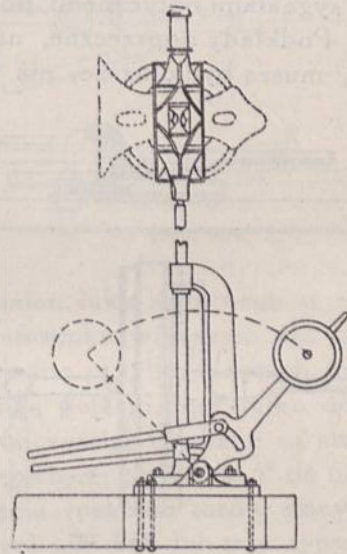
Przyrząd sygnałowy składa się zwykle z czworograniastej latarni, która jest osadzona na słupku zwrotnika i obraca się wraz ze słupkiem przy przestawianiu zwrotnicy. W przyrządach, przyjętych na polskich drogach żelaznych, w bocznych ścianach latarni z blachy, pomalowanej na czarno, porobione są wycięcia różnego kształtu, przysłonione szkłem mlecznym. Tworzą się w ten sposób białe pasy, strzały i t. p. (rys. 385) na tle czarnem, które sygnalizują położenie zwrotnicy jednakowo we dnie i w nocy.

Ponieważ przy szybkim obrocie latarni szkła często się tłuką, czasem więc stosowane są zagranicą urządzenia, w których latarnia pozostaje nieruchomą, na jej zaś tle poruszają się tylko pasy metalowe. Pożądane jest w każdym razie, ażeby obrót latarni, lub wogóle zmiana sygnału, następowały w ostatnim okresie przestawiania drąga zwrotnikowego, t. j. gdy iglica już przylega do opornicy.

Latarnia Bender'a (rys. 386), stosowana dotąd na niektórych drogach żelaznych, ma postać strzały, która wskazuje, w jakim kierunku idzie odgałęzienie, na które zwrotnica jest nastawiona. Gdy zwrotnica nastawiona jest na prostą, to latarnia obraca się o 90° i szkła, z jednej strony białe, z drugiej zaś zielone, wskazują również, jakie jest położenie zwrotnicy względnie do kierunku jazdy, t. j. z ostrza, czy pod ostrze.

Latarnie ze szklami matowemi, również jak i latarnie Bender'a, mają jednakże tę wadę, że są widoczne tylko z niewielkiej odległości. Z tego powodu zamiast nich często używane były dawniej latarnie o wypukłych szklach białych i kolorowych. Jednakże ze względu na dużą szybkość pociągów sygnalizowanie gotowości drogi, po której one przebiegają, zwykle osiąga się obecnie zapomocą innych, doskonalszych środków, sygnały zaś zwrotnicowe odnoszą się przeważnie do manewrujących parowozów, których szybkość jest niewielka. Wobec tego nie jest niezbędne, aby sygnały te były widoczne na dużą odległość.

Zamki, używane do zamocowywania zwrotnic w określonym położeniu,



Rys. 386.

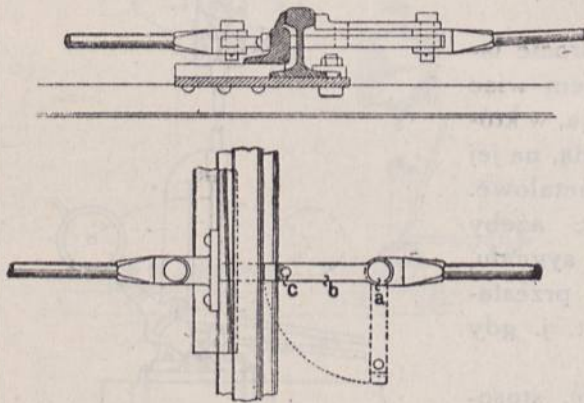
zakłada się albo na drągu zwrotnicowym, albo na ściągach łączących iglice, albo wreszcie na samej iglicy (rys. 387). Bezpośrednie zamknięcie iglicy należy uważać za najodpowiedniejsze.

Najprostszy zamek składa się ze śruby, przepuszczonej przez otwory w opornicy i iglicy przy ostrzu tejże i zaopatrzonej w naśrubek specjalnego kształtu, do którego odkręcania potrzebny jest klucz specjalny (rys. 388).

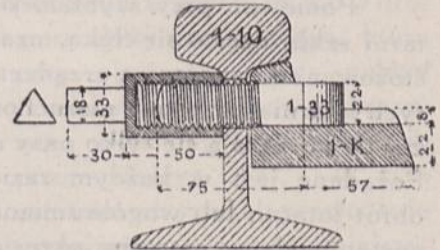
Zamki udoskonalonego ustroju urządzone są w ten sposób, że klucz może być wyjęty z zamka dopiero po nastawieniu zwrotnicy i zamknięciu jej w określonym położeniu. Tym sposobem okazanie klucza jest pewnym dowodem właściwego położenia zwrotnicy.

Zwrotnice mogą być również zamykane z odległości za pomocą przewodów drutowych lub sztywnych. W tym przypadku stosowane są zwykle urządzenia, zabezpieczające wzajemną zależność pomiędzy zamkami zwrotnicowymi i sygnałami optycznymi, podawanymi pociągom.

Podkłady poprzeczne, na których układa się rozjazd, zwane *podrozjazdnicami*, muszą być dłuższe, niż na pozostałej długości toru, i otrzymują zwykle



Rys. 387.



Rys. 388.

większe wymiary również w przekroju poprzecznym dla zwiększenia stateczności rozjazdu oraz dla należytego przytwierdzenia podkładek, siodełek i t. p.

Ponieważ wytrzymałość iglic w kierunku pionowym jest po większej części mniejsza, niż szyn zwykłych, przeto podkłady podrozjazdowe rozmieszcza się pod zwrotnicą gęściej, niż w torze zwykłym. Jedna lub dwie podrozjazdnice na początku zwrotnicy służą do umieszczenia zwrotnika.

Jeżeli zwrotnica układa się na podrozjazdnicach metalowych, to otwory w nich należy przebić, posiłkując się prawidłami. W tym przypadku zwrotnice często układa się również na podłużnych płytach żelaznych, które przytwierdza się do metalowych podrozjazdnic za pomocą łapek i śrub pionowych.

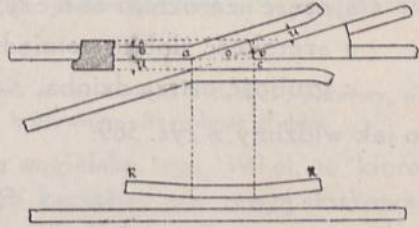
Koszt zwrotnic zależy od doskonałości ich ustroju. Zwrotnica z szyn zwykłych, na oddzielnych podkładkach, kosztuje 700 do 800 zł., zwrotnica zaś na podłużnych płytach żelaznych, o iglicach przekroju specjalnego, 1000 do 1400 zł., nie licząc podrozjazdnic.

ROZDZIAŁ III.

Krzyżownice.

1. Główne wymiary krzyżownic zwyczajnych. Kąt krzyżownicy i stosunek skrzyżowania. Szerokość żłobka. Środki zapobiegające obniżeniu koła. Przypadki, w których staje się niezbędne podtrzymanie obrzeża koła. Odległość kierownicy od dzioba krzyżownicy.

Kąt krzyżownicy mierzy się zazwyczaj wielkością jego stycznej, wyrażoną w postaci ułamka zwyczajnego z jednością w liczniku. Od tego kąta zależy promień krzywizny rozjazdu. Im kąt ten jest mniejszy, tem promień krzywizny rozjazdu może być większy, co jest bardzo ważne dla spokojnego przejścia taboru. Z drugiej strony jednakże, im kąt krzyżownicy jest mniejszy, tem większa jest przerwa ac (rys. 389), na której długości koło jest pozbawione kierującej krawędzi szyny, i tem słabszy jest dziób krzyżownicy.



Rys. 389.

Z powyższych powodów styczna kąta krzyżownicy, czyli tak zwany *stosunek skrzyżowania*, przyjmuje się przy torze normalnym od $\frac{1}{15}$ do $\frac{1}{7}$ i w zależności od tego promień łuku zwrotnego w rozjeździe wynosi od 600 do 140 m . Krzyżownice o stosunku większym niż $\frac{1}{9}$ i łuki zwrotne o promieniu mniejszym niż 180 m używane są tylko w torach towarowych, rozrządowych i t. p., po których nie kursują pociągi, lecz tylko odbywa się przetaczanie taboru z małą szybkością. Najczęściej używane są stosunki skrzyżowania $\frac{1}{11}$, $\frac{1}{10}$ i $\frac{1}{9}$, odpowiadające mniej więcej kątom od 5° do $6\frac{1}{2}^\circ$. Dla ujednostajnienia ustroju rozjazdów i uproszczenia rozkładu torów stacyjnych, na każdej drodze żelaznej są w użyciu nie więcej jak dwa lub trzy typy krzyżownic i w zastosowaniu do nich projektuje się rozjazdy.

Dla swobodnego przejścia obrzeży obręczy, szerokość odstępu u między dziobem a skrzydłem krzyżownicy powinny wynosić tyleż, co najmniejszy odstęp pomiędzy iglicą a opornicą zwrotnicy, określony powyżej. W praktyce jednakże, aby zmniejszyć o ile można przerwę ac (rys. 389) w wewnętrznej krawędzi toru, szerokość żłobka krzyżownicy przyjmuje się od 49 do 52 mm , licząc na to, że odgięty koniec skrzydła skieruje w rzeczony żłobek koła bardziej zużyte i wąsko osadzone. W tym celu końce skrzydeł odgina się ku środkowi toru.

Dla uniknięcia odłamywania się dzioba, nie doprowadza go się do matematycznego środka krzyżownicy o , lecz kończy się go w pewnej od tegoż środka odległości i przytem w ten sposób, ażeby grubość końca dzioba w miejscu, w którym zaczyna on podtrzymywać koło, wynosiła nie mniej jak 12 do 15 mm .

Przy przejściu przerwy ac w wewnętrznej krawędzi toku, koło toczy się po odgiętej części skrzydła krzyżownicy, przyczem skutek stożkowatości obręczy stopniowo się obniża, dopóki go nie podeprze dziób krzyżownicy. Ta-

kie obniżenie się koła w tem miejscu wywołuje przy wtaczaniu się tegoż na dziób krzyżownicy pewne uderzenie. Ażeby go uniknąć, stosowane bywa niekiedy *podwyższenie dna żłobków* pomiędzy dziobem a skrzydłami dla podtrzymania obrzeża obręczy na tej długości, na której koło mogłoby się obniżyć. Jednakże z powodu niejednakowego ścierania się obręczy, a zatem rozmaitej wysokości obrzeży, ustrój taki nie osiąga celu, a nawet powoduje silne uderzenia obrzeży w dno żłobka. Z tego powodu podwyższenie dna żłobka stosowane bywa obecnie tylko w przypadku, gdy stosunek skrzyżowania jest tak wielki, że koło schodzi ze skrzydła zanim go zacznie podtrzymywać dziób krzyżownicy.

Jeżeli oznaczymy przez:

α kąt krzyżownicy,

b część szerokości obręczy, zachodzącą na skrzydło,

u szerokość żłobka pomiędzy dziobem a skrzydłem,

v grubość ostrza dzioba,

to jak widzimy z rys. 389:

$$\cos \alpha = \frac{u}{b - v}.$$

Jeżeli przyjmiemy $u = 50 \text{ mm}$, $v = 12 \text{ mm}$ i zauważymy, że szerokość obręczy wynosi co najmniej 130 mm , to otrzymamy:

$$b = 130 - 50 = 80 \text{ mm}$$

$$\cos \alpha = \frac{50}{80 - 12} = 0,735$$

$$\alpha = 42^\circ 40'.$$

Tym sposobem podtrzymanie obrzeża koła może się okazać koniecznym przy kątach krzyżownic, wynoszących od 40° do 90° , które w rozjazdach wogóle się nie napotykają.

Drugim środkiem, zapobiegającym obniżaniu się koła na krzyżownicy, jest *podwyższenie skrzydeł*, zwiększane w miarę oddalania się ich od wewnętrznych krawędzi toków. Jednakże działanie tego środka jest nieokreślone, gdyż w miarę zużycia obręczy nie tylko tracą one stożkowość, lecz nadto krawędzie ich zewnętrzne mogą nawet zwieszać się niżej od normalnej płaszczyzny tocznej koła (por. rys. 280). Z tego powodu wysokość skrzydeł przyjmuje się przeważnie takąż samą, jak i wysokość szyn toru, uderzenia zaś kół o dziób krzyżownicy łagodzi się, obniżając dziób stopniowo w miarę zbliżania się do matematycznego środka krzyżownicy tak, aby uderzenie było najmniejsze przy średnim zużyciu obręczy (4 do 5 mm).

Ażeby koło, toczące się pod ostrze dzioba krzyżownicy, nie uderzało weń, *odległość kierownicy od dzioba* musi być nie mniejsza od odległości pomiędzy wewnętrznymi krawędziami obręczy kół jednego zestawu, więcej grubość obrzeża. Dla obu tych wielkości należy przyjąć wartości największe, a więc odległość

kierownicy od dzioba krzyżownicy winna wynosić przy torze normalnym (patrz rys. 150 na str. 269):

$$\frac{1363 + 1425}{2} = 1394 \text{ mm},$$

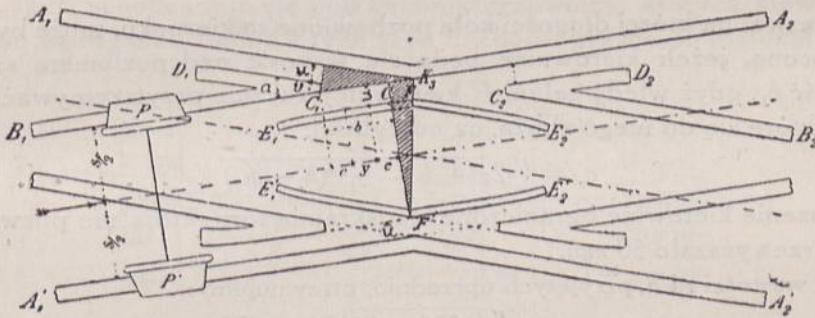
co odpowiada szerokości odstępu pomiędzy kierownicą a szyną toru, o ile normalna szerokość toru jest ściśle zachowana:

$$1435 - 1394 = 41 \text{ mm}.$$

Odstęp pomiędzy szyną toru a kierownicą, wyznaczony powyżej, zachowuje się jednostajnie w środkowej części kierownicy na długości około 1 m. Z obu stron tej środkowej części kierownicy, również na długości około 1 m w każdą stronę, odstęp ten poszerza się łagodnie do 65 lub 75 mm, w celu osłabienia uderzeń obrzeży obręczy w kierownicę. Końce kierownic zagina się ku osi toru.

2. Zasadnicze wymiary krzyżownic angielskich. Stosunek skrzyżowania a długość przerwy, na której koło nie jest kierowane. Podwyższenie kierownic. Szerokość żłobka.

Gdy zestaw kół przebiega krzyżownicę angielską (rys. 390 a), to kierownice $E_1 E_2$ i $E_1' E_2'$, wskutek swego wygiętego kształtu, nie mogą kierować



Rys. 390 a.

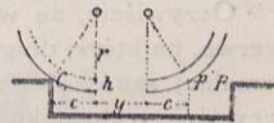
zestawu na całej długości przerwy $C_1 K_3$ w jednym z toków szynowych. Koło P , przeszedłszy punkt C_1 , toczy się po szynie $A_1 K_3$ i jest zabezpieczone od przesunięcia na lewo tylko dopóty, dopóki obrzeże obręczy koła P zachodzi za ostrze skrzydła C_1 (rys. 390 a, b), t. j. na odległości od C_1 równej:

$$c = \sqrt{2rh + h^2}$$

gdzie r promień toczonego okręgu koła
 h wysokość obrzeża.

W takiejże odległości od załomu F' kierownicy przeciwległej, kierownica ta zaczyna przytrzymywać obrzeże drugiego koła P' tegoż zestawu, a więc i kierować go. W tym momencie koło P znajduje się w odległości od punktu K_3 , która się równa:

$$(s - u) \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}.$$



Rys. 390 b.

W tym wyrazie s oznacza szerokość toru, u szerokość żłobka pomiędzy kierownicą a szyną toru i α kąt krzyżownicy. Ponieważ cała przerwa C_1K_3 w wewnętrznej kierującej krawędzi toku wynosi:

$$C_1K_3 = \frac{v + u}{\sin \alpha} \dots \dots \dots (204)$$

więc, ażeby zestaw kół nie był pozbawiony kierunku na całej długości krzyżownicy, konieczny jest warunek:

$$2c = 2\sqrt{2rh + h^2} = \frac{v + u}{\sin \alpha} - (s - u) \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \dots \dots \dots (205)$$

Warunek ten w krzyżownicach rozjazdu zachowany być nie może, bo nawet gdy styczna kąta równa się $\frac{1}{3}$, druga części równania (205) jest większa od pierwszej.

Gdy $\operatorname{tg} \alpha = \frac{1}{9}$ i gdy przyjmiemy $s = 1435$, $r = 500$, $h = 25$ (dla obręczy świeżo obtoczonych), $u = 49$, $v = 12$, to

$$\frac{v + u}{\sin \alpha} - (s - u) \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} = 476$$

$$2c = 2\sqrt{2rh + h^2} = 320.$$

Zatem przerwa, na której długości koła nie są kierowane, wynosi
 $476 - 320 = 156 \text{ mm}$.

Przerwa, na której długości koła pozbawione są kierunku, może być znacznie skróconą, jeżeli kierownice będą się wznosić nad poziomem szyn toru o wielkość h_1 , gdyż wtedy załom F' kierownicy znacznie przytrzymał obrzeże koła P' , które się do niego zbliża, na odległości:

$$c_1 = \sqrt{(2r + h - h_1)(h + h_1)} \dots \dots \dots (206)$$

Podwyższenie kierownic ograniczone jest skrajnią toru, która nie pozwala, ażeby ono przewyższało 50 mm .

Dla wartości r i h , przyjętych uprzednio, otrzymujemy:

$$c_1 = \sqrt{(1000 - 25)75} = 270$$

t. j. podwyższenie kierownicy o 50 mm ogranicza przerwę, którą obliczono powyżej dla krzyżownicy o stosunku $\frac{1}{9}$, do

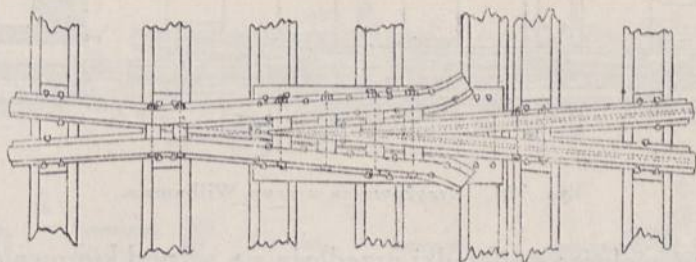
$$476 - 160 - 270 = 46 \text{ mm}.$$

Oczywiście, że wraz ze zmniejszeniem kąta krzyżownicy zwiększa się przerwa, na której długości koła pozbawione są kierunku. Z tego powodu przy normalnej szerokości toru krzyżownice rozjazdów angielskich projektuje się przeważnie o stosunku $\frac{1}{9}$ lub co najwyżej $\frac{1}{10}$.

Szerokość żłobka u do przejścia obrzeży obręczy pomiędzy szyną kolankową a skrzydłami przyjmuje się w krzyżownicach angielskich taka sama, jak i w krzyżownicach zwyczajnych, t. j. równa 49 do 52 mm . Dla uniknięcia uderzeń obrzeży w punktach F i F' należałoby układać kierownice w te same odległości od wewnętrznych krawędzi szyn. Jednakże, aby kierownice lepiej kierowały zestaw kół przy przejściu przerwy pomiędzy szyną kolankową a skrzydłem w przeciwnoległym toku, przybliża się środkową część kierownicy do szyny kolankowej o 3 do 4 mm w ten sposób, że odstęp pomiędzy nimi FK_3 wynosi w tem miejscu 45 do 48 mm .

2. Materiał i konstrukcja krzyżownic. Krzyżownice składane z szyn i lane. Krzyżownice z szyn o dziobie lanym. Krzyżownice z szyn specjalnych. Skrzydła ruchome. Krzyżownice o toku ciągłym. Kierownice. Koszt krzyżownic.

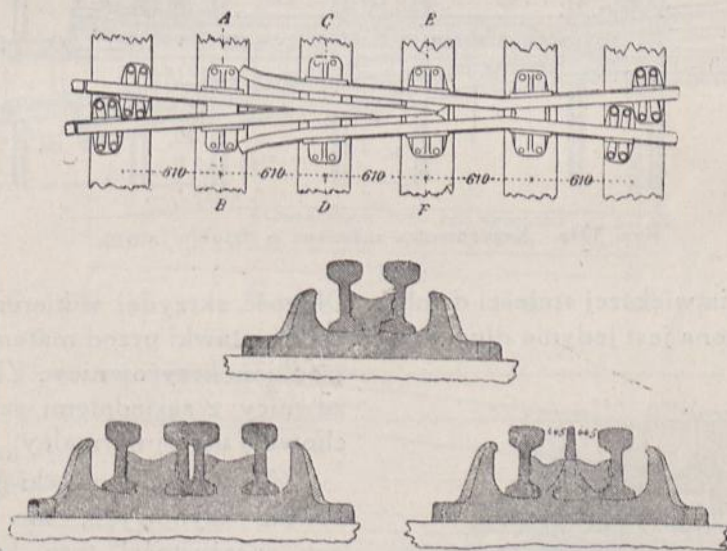
Krzyżownice wyrabia się z szyn zwykłego przekroju lub też odlewa się w jednej sztuce z hartowanego żelaza lanego albo ze stali. Przejście od krzy-



Rys. 391. Krzyżownica z szyn Vignoles'a.

żownic składanych z szyn do całkowicie lanych stanowią krzyżownice szynowe, lecz z lanym dziobem.

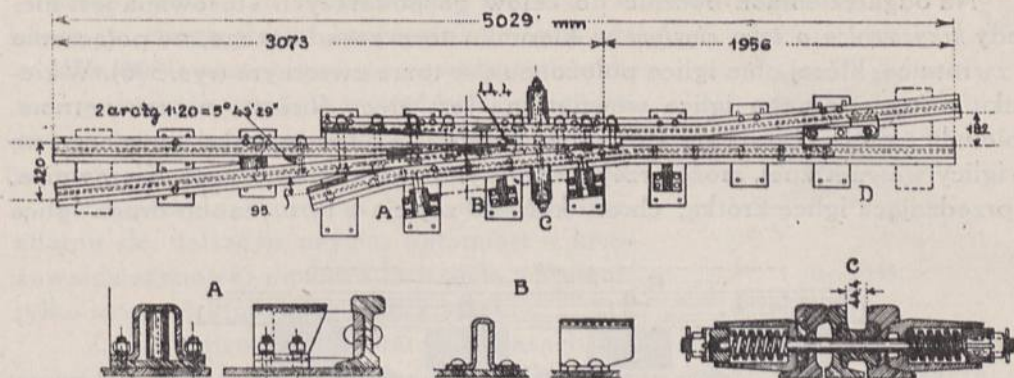
Krzyżownice z szyn zwykłego przekroju (rys. 391) mają dziób wyrobiony z dwóch szyn, schodzących się pod kątem krzyżownicy, których główki są odpowiednio ostrugane. Jedna z tych szyn dochodzi prawie do matematycznego



Rys. 392. Krzyżownica z szyn Stephenson'a.

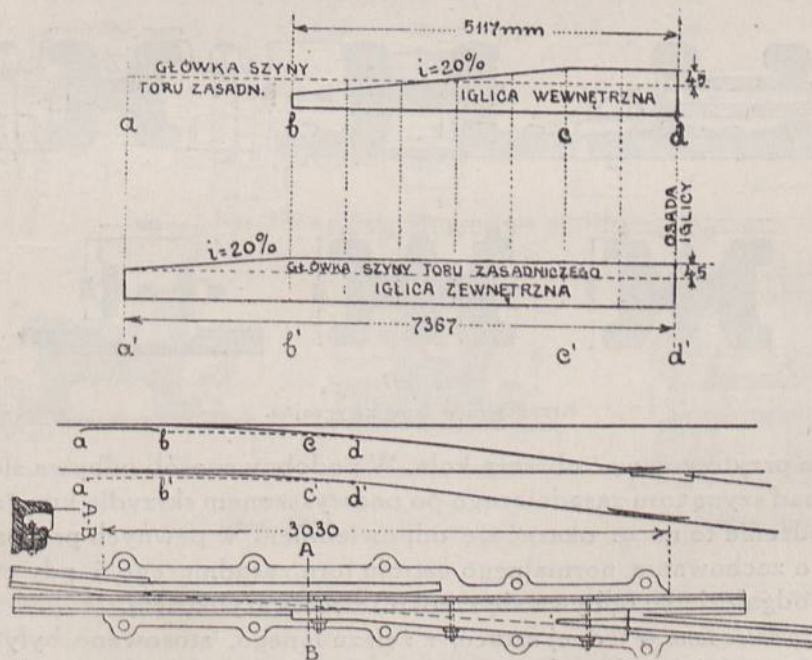
środku krzyżownicy, druga zaś krótsza wpuszcza się ostruganym końcem w główkę pierwszej szyny i szyjki obu szyn znitowuje się. Pomiędzy rozchodzącymi się szynami dzioba, oraz pomiędzy tymi szynami a skrzydłami krzyżownicy, umieszcza się kliny stalowe lub z żelaza lanego, za których pomocą oraz śrub przez nie przepuszczonych dziób i skrzydła łączą się w jedną całość.

szynami *Williams'a* (rys. 393), lub też dziób (w krzyżownicach angielskich skrzydło mające kształt dzioba) odlewa się w jednej sztuce ze stali w postaci klina, który ześrubowuje się ze skrzydłami z szyn przekroju normalnego (rys. 394).



Rys. 395. Krzyżownica o skrzydle ruchomem dr. żel. amerykańskich.

Dla usunięcia w krzyżownicy przerwy szyn, powodującej uderzenia i nadmierne jej zużycie, obmyślono *krzyżownice o skrzydle ruchomem*, przyciskanem do dzioba zapomocą silnych sprężyn (rys. 395). Przy przejściu koła w kierunku,

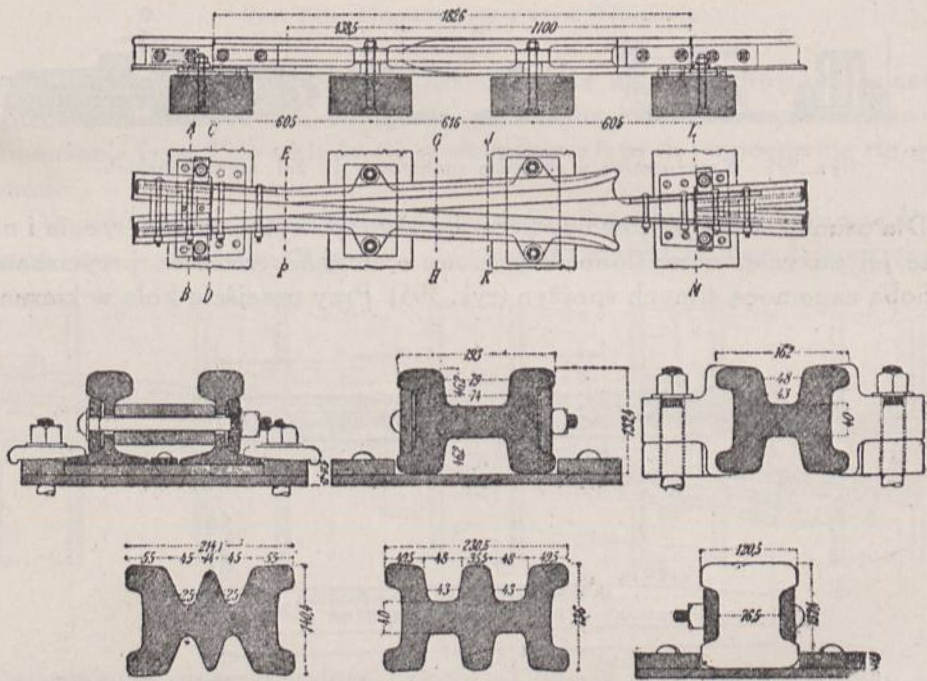


Rys. 396. Rozjazd o zasadniczym torze ciągłym.

w którym skrzydło przyciśnięte jest do dzioba, obrzeże koła odsuwa skrzydło i toruje sobie przejście. Krzyżownice tego systemu są w ogólnym użyciu na drogach żelaznych Stanów Zjednoczonych A. P., w ostatnich zaś czasach za-

często je stosować również w Europie. Urządzane są one o jednym skrzydle sprężystem dla zapewnienia spokojnego przejścia przez krzyżownicę pociągów linii głównej.

Na odgałęzieniach bocznic do celów gospodarczych stosowana jest niekiedy *krzyżownica o toku ciągłym* w kierunku toru zasadniczego, w połączeniu ze zwrotnicą, której obie iglice położone są w torze zwrotnym (rys. 396). W kierunku toru zwrotnego iglica wewnętrzna jest nieco dłuższa, niż zewnętrzna. Obie iglice podwyższają się stopniowo o tyle, że obrzeże koła, toczonego się po iglicy wewnętrznej, może przejść nad szyną toru zasadniczego. Kierownica, poprzedzająca iglicę krótką, chroni koła od zejścia z toru, zanim druga iglica



Rys. 397.

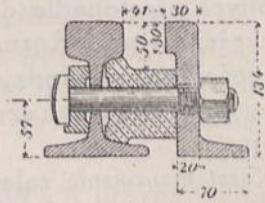
Krzyżownica lana zwyczajna.

nie zacznie przytrzymywać obrzeża koła. W podobny sposób odbywa się przejście koła nad szyną toru zasadniczego po podwyższonym skrzydle krzyżownicy.

Urządzenie to może okazać się odpowiednim w pewnych przypadkach, gdy idzie o zachowanie normalnego ustroju toru zasadniczego i gdy przejście taboru na odgałęzienie odbywa się rzadko i z małą szybkością.

Krzyżownice lano w jednej sztuce, z żelaza lanego, stosowane były od początku budowy dróg żelaznych, jednakże wskutek częstego pęknięcia i kruszenia się w miejscach, wystawionych na uderzenia kół, rozpowszechniły się dopiero po wynalezieniu sposobu hartowania żelaza lanego przez odlew w formach stalowych. Obecnie krzyżownice lano odlewają się prawie wyłącznie ze stali. Takie stalowe krzyżownice robią się zwykle na dwie strony (rys. 397), t. j. mogą być odwrócone, gdy się z jednej strony zużyły lub uległy uszkodzeniu.

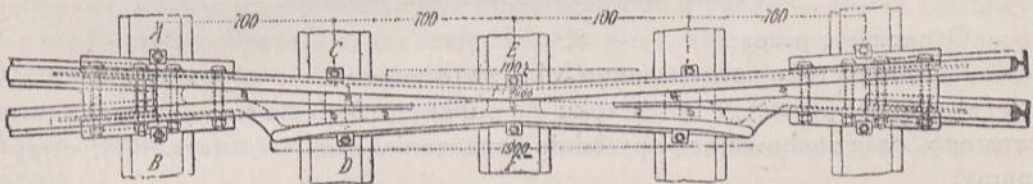
Krzyżownice stalowe lane odznaczają się trwałością. Wadą ich jest sztywność i duża masa, oraz niedogodne łączenie z szynami toru, wskutek czego przy przejściu po nich taboru uczuwać się dają wstrząśnienia. Przytem krzyżownice z lanej stali są droższe od zwykłych krzyżownic szynowych. Odwracanie na drugą stronę krzyżownic lanych nie zawsze da się zastosować, ponieważ powierzchnie, po których mają się toczyć koła, często już okazują zużycie w miejscach, które spoczywały na podporach. W razie uszkodzenia w jednym miejscu cała krzyżownica lana staje się niezdatną do dalszego użycia, natomiast w krzyżownicy szynowej można z łatwością wymienić tylko tę część, która uległa uszkodzeniu.



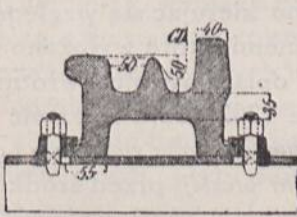
Rys. 398.

Z tych powodów w ostatnich czasach często oddają pierwszeństwo krzyżownicom szynowym przed lanymi, a dla nadania dziobom jak największej wytrzymałości odlewają je w jednej sztuce z najlepszej stali (tyglowej) (rys. 394a i b).

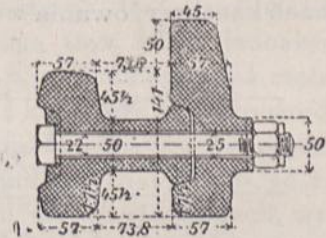
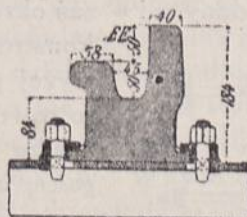
W ostatnich czasach zaczęto stosować do wyrobu krzyżownic składanych i lanych stal manganową (por. str. 338), której wytrzymałość na ścieranie jest kilkanaście razy większa, niż stali zwyczajnej. Ulepszenia krzyżownic w tym kierunku sprawiły, że w Stanach Zjednoczonych A. P. zauważa się powrót do



Rys. 399 a. Krzyżownica lana angielska.



Rys. 399 b.



Rys. 400.

stosowania krzyżownic zwykłego typu zamiast krzyżownic o skrzydle ruchomem.

Kierownice przy krzyżownicach zwykłych wyrabia się z szyn lub z kątowników specjalnego przekroju (rys. 398). W obu przypadkach łączy się je za pomocą śrub z szynami toru i utrzymuje we właściwej od nich odległości za pomocą tulejek lub klinów, przez które te śruby przechodzą. Czasem śruby urządzi się w ten sposób, że szerokość żłobka pomiędzy szyną toru a kierownicą można umiarkować w miarę ścierania się kierownicy, albo też zakłada się

w tym celu wkładki, dające się wyjmować. Kierownice przy krzyżownicach angielskich wyrabia się z kątowników o przekroju wyższym, niż szyny toru, przy krzyżownicach zaś lanych odlewa się razem z niemi (rys. 399a i b) lub też osobno (rys. 400).

Krzyżownice wraz z kierownicami układa się na długich podrozjazdnicach, położonych prostopadle do podłużnej osi krzyżownicy, dzielącej kąt tejże na dwie części równe. Rozmieszczenie podkładów pod krzyżownicą, jak również na długości toru pomiędzy nią a zwrotnicą, zależy głównie od położenia złącza, które w krzyżownicach szynowych bywają przeważnie wiszące, w lanych zaś podparte.

Koszt krzyżownic zależy od ich ustroju. Cena zwyczajnej krzyżownicy szynowej wynosi od 240 do 300 zł. Krzyżownice ze stali lanej lub też szynowe z dziobem stalowym lanym kosztują od 360 do 600 zł., nie licząc kierownic.

ROZDZIAŁ IV.

Ogólny układ geometryczny rozjazdów w planie.

1. Rozjazd zwyczajny. Promień łuku zwrotnego i długość prostej wstawki dla krzyżownicy. Całkowita długość rozjazdu. Długość toków pomiędzy zwrotnicą a krzyżownicą. Długość i kształt wewnętrznego toku łuku zwrotnego.

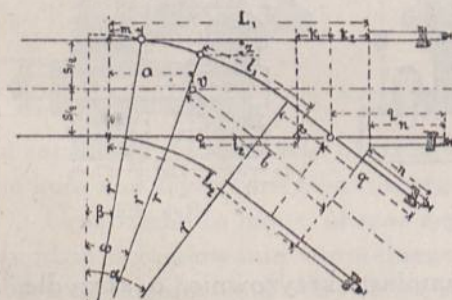
Oznaczając przez:

r promień toku zewnętrznego łuku zwrotnego i

p długość prostej w tymże toku do punktu przecięcia się jej z szyną toru prostego, oraz zachowując poprzednie oznaczenia s , z , ω i α (rys. 401), otrzymamy:

$$s = z + r(\cos \omega - \cos \alpha) + p \sin \alpha \dots \dots \dots (207)$$

Jeżeli kąt skrzyżowania α jest dany, z i ω zaś określono kierując się względami konstrukcyjnymi, które wyłożono powyżej przy opisie ustroju zwrotnicy, to równanie (207) daje zależność pomiędzy promieniem łuku zwrotnego i długością wstawki prostej przed środkiem matematycznym krzyżownicy. Im wstawka ta jest większa, tem mniejszy otrzymuje się promień łuku zwrotnego, a więc dla osiągnięcia możliwie łagodnego przejścia pożądane jest zmniejszenie wstawki p do minimum. Z powodów przytoczonych wyżej



Rys: 401.

(patrz str. 411), krzyżownicę należy ułożyć na prostej, a zatem długość wstawki p zależy od długości k_1 krzyżownicy przed środkiem matematycznym tejże, co znów zależne jest od ustroju krzyżownicy. Zwykle długość wstawki prostej przyjmuje się od 1,5 do 2,5 m.

Promień łuku zwrotnego, otrzymany z równania (207), nie jest wogóle równy promieniowi r' iglicy krzywej, obliczonemu z równań (189) i (190). W istniejących ustrojach napotyka się rozmaite ustosunkowanie promieni r i r' łuku zwrotnego i iglicy. Dla złagodzenia przejścia byłoby do życzenia, aby promień iglicy był większy, nie zaś mniejszy od promienia łuku zwrotnego. Ponieważ jednak przy tejże długości iglicy i tejże odległości z w osadzie iglicy, kąt β jej oparcia zwiększa się wraz ze zwiększeniem promienia krzywizny iglicy, więc zdarzają się ustroje, w których promień krzywizny iglicy przyjęto mniejszy od promienia łuku zwrotnego. Przeważnie oba promienie przyjmuje się jednakowej długości.

W każdym razie z trzech równań (189), (190) i (207), w przypadku zaś iglic prostych z dwóch równań (185) i (207), można określić takąż ilość niewiadomych, gdy pozostałe wielkości przyjmiemy jako dane, należy tylko mieć na względzie, aby otrzymane wartości niewiadomych nie przekraczały granic, jakie dopuszczone być mogą dla każdej poszczególniej wielkości ze względów przytoczonych powyżej.

Całkowita długość rozjazdu, licząc w kierunku toru prostego, otrzymuje się jako rzut na tenże kierunek iglicy, toru zwrotnego i krzyżownicy, do czego należy jeszcze dodać występ m opornicy przed ostrzem iglicy. Dla uniknięcia zbytniego wydłużenia zwrotnicy, występ ten powinien być o ile możności krótki, jednakże długość jego powinna być dostateczna do urządzenia złącza opornicy. Co się zaś tyczy długości k_2 tej części krzyżownicy, która przypada za jej środkiem matematycznym, to długość ta, jak zaznaczono powyżej (patrz str. 436), powinna być taką, aby w krzyżownicach lanych lub o dziobie lanym szyny, które mają się z nimi łączyć, a przynajmniej ich główki, nie wymagały strugania.

Ta sama przyczyna, która ogranicza długość występu m opornicy przed ostrzem iglicy, wymaga również, aby długość k_2 nie przeszkadzała możliwemu zbliżeniu do siebie zwrotnic, układanych jedna za drugą (rys. 340). Jednakże w krzyżownicach lanych lub o dziobie lanym długość k_2 otrzymuje się tak mała, że opornica następnej zwrotnicy nie może się stykać z krzyżownicą bezpośrednio z powodu braku miejsca na przesuwanie iglicy lub na umieszczenie płytek podiglicowych, płyty podłużnej i t. p. W tych przypadkach należy ułożyć za krzyżownicą szyny nn (rys. 401) odpowiedniej długości. W krzyżownicach, wyrobionych wyłącznie z szyn, długość dzioba q należy tak wybrać, ażeby za nim nie potrzeba było układać takich szyn krótkich.

Całkowita długość L_1 rozjazdu w kierunku toru prostego wyrazi się tedy:

$$L_1 = m + r'(\sin \omega - \sin \beta) + r(\sin \alpha - \sin \omega) + p \cos \alpha + q \dots \quad (208)$$

jeżeli zaś $r' = r$, to

$$L_1 = m + r(\sin \alpha - \sin \beta) + p \cos \alpha + q \dots \quad (209)$$

Długość L_1 wyznacza się zwykle w cyfrze okrągłej, lub nawet wielokrotnej od normalnej długości szyn, co można osiągnąć, wybierając odpowiednie wielkości dla m i q .

Długość odcinków l_1 i l_2 w tokach prostym i zwrotnym pomiędzy zwrotnicą a krzyżownicą wyznacza się z równań:

$$l_1 = r(\alpha - \omega) + p - k_1 \quad (210)$$

$$l_2 = r(\sin \alpha - \sin \omega) + p \cos \alpha - k_1 \quad (211)$$

Przyjąwszy na podstawie rozważań przedwstępnych wielkość prostej p , określamy z równania (207) promień r , a następnie z równań (210) i (211) długości l_1 i l_2 . Te długości mogą być zaokrąglone po części zapomocą zmiany długości przedniej części krzyżownicy, po części zaś niezależnie od niej, zmieniając promień r i określając w zależności od niego dokładną wielkość p z równania (207).

Długość i kształt wewnętrznego toku łuku zwrotnego da się określić z następujących rozważań.

W przypuszczeniu, że iglica zakrzywiona jest zakreślona tymże promieniem, co i łuk zwrotny, promień wewnętrznego toku łuku zwrotnego będzie:

$$r - s - e$$

Rys. 402.

gdzie e jest poszerzenie toru. Przecięcie tego łuku z tokiem prostym, oznaczające początek poszerzenia toru, otrzymamy, biorąc pod uwagę, że (rys. 402):

$$h = r(1 - \cos \beta)$$

$$h' = h - e = r(1 - \cos \beta) - e$$

$$h' = (r - s - e)(1 - \cos \gamma) = (r - s - e) 2 \sin^2 \frac{\gamma}{2}$$

$$\sin \gamma \approx 2 \sin \frac{\gamma}{2} = 2 \sqrt{\frac{h'}{2(r - s - e)}} \quad (212)$$

$$i = d - g = r \sin \beta - (r - s - e) \sin \gamma \quad (213)$$

Odwrotne przejście od toru poszerzonego do normalnego powinno być wykonane przed początkiem krzyżownicy. Jeżeli przyjmiemy, że linia tego przejścia t powinna być styczną do łuku, którym zakreślony jest tok wewnętrzny, to:

$$t = \sqrt{(r - s)^2 - (r - s - e)^2} \quad (214)$$

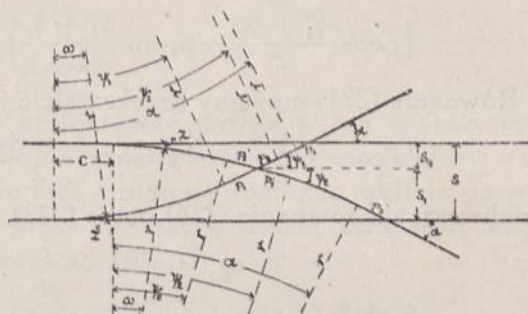
$$\vartheta = \arctg \frac{t}{r - s - e} \quad (215)$$

Całkowita długość L_2 toku wewnętrznego w łuku zwrotnym (rys. 401) będzie:

$$L_2 = (r - s - e)(\alpha - \gamma - \vartheta) - i + m + t + p + q \quad (216)$$

2. Rozjazdy podwójne. Rozjazd podwójny dwustronny. Równania zasadnicze. Wybór wstawek prostych. Przypadki, gdy kąt krzyżownicy pośredniej jest szukany i gdy jest wiadomy. Rozjazd podwójny jednostronny. Przypadki odgałęzienia drugiego toru zwrotnego. Bieg obliczeń.

W rozjeździe podwójnym dwustronnym najmniejsza odległość c , w jakiej jedna zwrotnica może być ułożona za drugą, powinna odpowiadać warunkowi, ażeby w tem miejscu odchylenie toru zwrotnego pierwszej zwrotnicy od toru zasadniczego pozwoliło nadać iglicy zwrotnicy następnej odpowiedni przesuw. Tym sposobem odległość ta zależy od ustroju zwrotnicy zwykłej, jaka w danym razie ma być zastosowana. Ponieważ w punktach przecięcia obu torów zwrotnych z torem zasadniczym prostym mają być zastosowane również krzyżownice normalne, więc pozostaje tylko określenie kąta i położenia krzyżownicy w punkcie wzajemnego przecięcia się toków zewnętrznych obu torów zwrotnych, oraz określenie geometrycznego układu torów łączących.



Rys. 403.

Poszukiwane wielkości mogą być obliczone, rozpatrując rzuty toków zwrotnych na oś toru prostego i na linię do niej prostopadłą (rys. 403). Przy tem przypuścimy, że w punkcie przecięcia się toków zwrotnych istnieją proste p_1, p_2, p_1' i p_2' do ułożenia krzyżownicy. Promienie łuków zwrotnych mogą być różne, jednakże dla uproszczenia przyjmuje się zwykle, że są jednakowej wielkości. Przy oznaczeniach, wskazanych na rys. 403, otrzymujemy dla określenia niewiadomych układ następujących pięciu równań:

$$z + r (\cos \omega - \cos \psi_1) + p_1 \sin \psi_1 = s_1 \dots \dots \dots (217)$$

$$z + r (\cos \omega - \cos \psi_2) + p_1' \sin \psi_2 = s_2 = s - s_1 \dots \dots \dots (218)$$

$$p_2 \sin \psi_1 + r (\cos \psi_1 - \cos \alpha) + p_3 \sin \alpha = s_2 = s - s_1 \dots \dots \dots (219)$$

$$p_2' \sin \psi_2 + r (\cos \psi_2 - \cos \alpha) + p_3' \sin \alpha = s_1 \dots \dots \dots (220)$$

$$r (\sin \psi_1 - \sin \omega) + p_1 \cos \psi_1 - r (\sin \psi_2 - \sin \omega) - p_1' \cos \psi_2 = c \quad (221)$$

Odległość z pomiędzy szynami w osadzie iglicy, kąt ω zawarty pomiędzy styczną do iglicy w osadzie a opornicą, kąt α krzyżownicy normalnej oraz szerokość toru s są dane. Z pozostałych wielkości $r, s_1, \psi_1, \psi_2, p_1, p_1', p_2, p_2', p_3$ i p_3' można wybrać pięć jako niewiadome.

Wielkości odcinków prostych zależą w znacznym stopniu od ustroju krzyżownic i mogą być stosownie przyjęte. Przy tem jednakże należy zaznaczyć, że gdy $p_3 = p_3'$, to z równań (217) + (219) - (218) - (220) wynika:

$$\frac{\sin \psi_1}{\sin \psi_2} = \frac{p_1' + p_2'}{p_1 + p_2}$$

Wobec tego $p_1 + p_2$ może się równać $p_1' + p_2'$ tylko w tym przypadku, gdy $\psi_1 = \psi_2$, t. j. w przypadku rozjazdu podwójnego symetrycznego. W niesymetrycznym zaś rozjeździe podwójnym nie można kłaść jednocześnie $p_1 = p_1', p_2 = p_2'$ i $p_3 = p_3'$.

Promień r łuków zwrotnych może być w przybliżeniu określony graficznie lub też przyjęty według promienia zwrotnicy normalnej, mniej więcej o 25% do 20% mniejszym od tegoż. Kładąc następnie jako wiadome $\rho_1 = \rho_1'$ i $\rho_3 = \rho_3'$, można znaleźć niewiadome $s_1, \psi_1, \psi_2, \rho_2$ i ρ_2' .

Z równań (217) i (218) otrzymujemy:

$$r (\cos \psi_1 + \cos \psi_2) - \rho_1 (\sin \psi_1 + \sin \psi_2) =$$

$$= 2r \cos \frac{\psi_1 + \psi_2}{2} \cos \frac{\psi_1 - \psi_2}{2} - 2\rho_1 \sin \frac{\psi_1 + \psi_2}{2} \cos \frac{\psi_1 - \psi_2}{2} =$$

$$= 2r \cos \omega + 2z - s = m. \dots \dots \dots (222)$$

$$\left(r \cos \frac{\psi_1 + \psi_2}{2} - \rho_1 \sin \frac{\psi_1 + \psi_2}{2} \right) \cos \frac{\psi_1 - \psi_2}{2} = \frac{m}{2} \dots \dots \dots (223)$$

Równanie (221) możemy przekształcić jak następuje:

$$\left(r \cos \frac{\psi_1 + \psi_2}{2} - \rho_1 \sin \frac{\psi_1 + \psi_2}{2} \right) \sin \frac{\psi_1 - \psi_2}{2} = \frac{c}{2} \dots \dots \dots (224)$$

Podzieliwszy zaś równanie (224) przez (223), otrzymamy:

$$\operatorname{tg} \frac{\psi_1 - \psi_2}{2} = \frac{c}{m} \dots \dots \dots (225)$$

Oznaczając $\frac{\psi_1 + \psi_2}{2} = \mu$ i wyrażając w równaniu (224) \sin i \cos przez tg , otrzymamy:

$$\frac{r}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \mu}} - \frac{\rho_1 \operatorname{tg} \mu}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \mu}} = \frac{1}{2} \sqrt{m^2 + c^2} = n,$$

skąd

$$\operatorname{tg} \mu = \operatorname{tg} \frac{\psi_1 + \psi_2}{2} = \frac{r\rho_1 - n \sqrt{r^2 + \rho_1^2} - n^2}{\rho_1^2 - n^2} \dots \dots \dots (226)$$

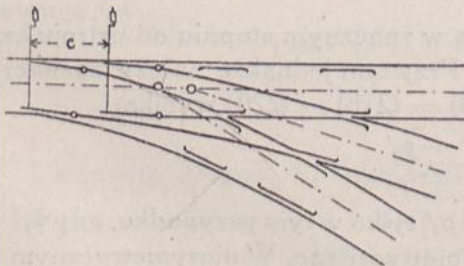
Jeżeli wielkość kąta krzyżownicy $\psi_1 + \psi_2 = \varphi$ jest dana, to uważając $\rho_1 = \rho_1'$ jako niewiadomą, możemy kąt ψ_1 określić z równań (223) i (224) zapomocą wyłączenia wielkości $\rho_1 = \rho_1'$:

$$\frac{r \{ \cos \psi_1 + \cos (\varphi - \psi_1) \} - m}{\sin \psi_1 + \sin (\varphi - \psi_1)} = \frac{c - r \{ \sin \psi_1 - \sin (\varphi - \psi_1) \}}{\cos \psi_1 - \cos (\varphi - \psi_1)}$$

$$c \{ \sin \psi_1 + \sin (\varphi - \psi_1) \} + m \{ \cos \psi_1 - \cos (\varphi - \psi_1) \} = 0,$$

$$\operatorname{tg} \psi_1 = \frac{c \sin \varphi + m (1 - \cos \varphi)}{m \sin \varphi - c (1 - \cos \varphi)} = \frac{c + m \operatorname{tg} \frac{\varphi}{2}}{m - c \operatorname{tg} \frac{\varphi}{2}} \dots \dots \dots (227)$$

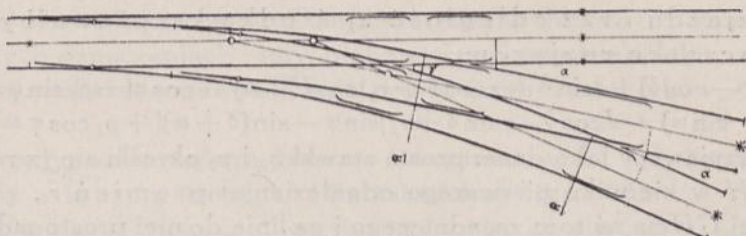
W miejscu skrzyżowania torów zwrotnych nie zawsze wkłada się proste



Rys. 404.

i krzyżownica pośrednia pozostawia się niekiedy na przecięciu dwóch łuków, których kształt zachowuje się bez zmiany takim, jak w zwrotnicy normalnej. Jednakże i w tym przypadku krawędzie kierujące dzioba krzyżownicy idą po liniach prostych i tylko stosunek skrzyżowania nieco się zwiększa.

Odległość c pomiędzy dwiema zwrotnicami wybiera się zwykle w cyfrze okrągłej, zbliżonej do wielkości najmniejszej, jaką przyjąć można w zależności od przesuwu ostrza iglicy i sposobu przymocowania cięgła.



Rys. 405.

Rozjazd podwójny jednostronny projektować można w ten sposób, że oba rozjazdy pojedyncze odgałęziają się od toru zasadniczego w odległości c jeden od drugiego (rys. 404), lub też zwrotnica drugiego rozjazdu układu się w łuku zwrotnym pierwszego (rys. 405), przez co jeszcze więcej skraca się długość zajmowana przez rozjazd w torze zasadniczym.

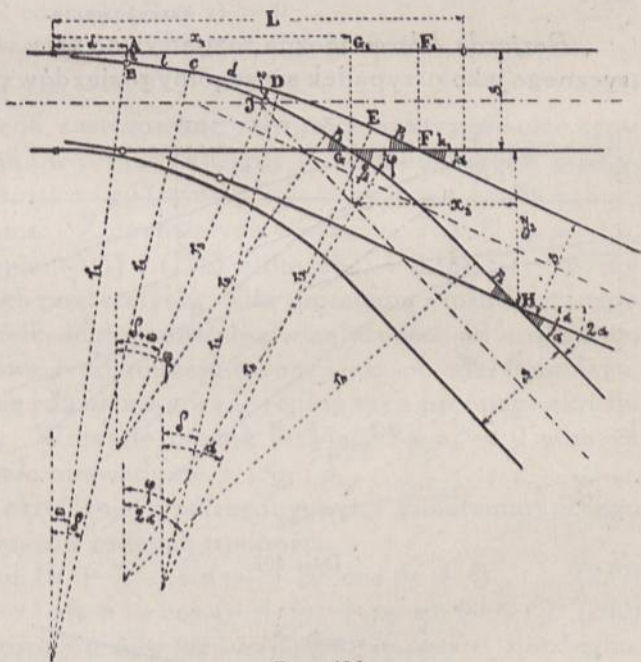
Bieg obliczeń, który rozpatrzemy tylko dla drugiego układu, jako korzystniejszego, można przyjąć następujący (p. rys. 406):

1. Wybiera się promień r_1 łuku BC pomiędzy dwiema zwrotnicami i określa się przybliżenie, według długości l tego łuku, kąt $\delta = \omega + \frac{l}{r_1} \cdot \frac{180^\circ}{\pi}$, jaki tworzy opornica CD drugiej zwrotnicy z osią toru zasadniczego, tak, aby iglica prosta tej zwrotnicy miała dostateczny przesuw.

2. Przyjąwszy jako dane: długość opornicy d od styku przed ostrzem iglicy do jej osady, długość prostej wstawki p_1 oraz kąt α i długość k_1 tylnej części pierwszej (normalnej) krzyżownicy, określa się (z rzutów linii łamanej $ABCDEF$ na oś toru zasadniczego oraz na prostostopadłą do niej) promień r_2 toku zewnętrznego pierwszego rozjazdu oraz długość L tego rozjazdu:

$$z + r_1 (\cos \omega - \cos \delta) + d \sin \delta + r_2 (\cos \delta - \cos \alpha) + p_1 \sin \alpha = s \quad (228)$$

$$d + r_1 (\sin \delta - \sin \omega) + d \cos \delta + r_2 (\sin \alpha - \sin \delta) + p_1 \cos \alpha + k_1 = L \quad (229)$$



Rys. 406.

3. Przyjawszy jako dane: kąt φ krzyżownicy specjalnej (odpowiadający o ile możliwości pewnemu zaokrąglonemu stosunkowi skrzyżowania), i prostą wstawkę p_2 , określa się (z rzutów linii łamanej $ABCDIG$ na oś toru zasadniczego oraz na prostopadłą do niej) promień r_3 toku zewnętrznego drugiego rozjazdu oraz odległość x_1 środka krzyżownicy specjalnej od początku rozjazdu:

$$z + r_1(\cos \omega - \cos \delta) + d \sin \delta + z \cos \delta + r_3 \{\cos(\delta + \omega) - \cos \varphi\} + p_3 \sin \varphi = s. \quad (230)$$

$$d + r_1(\sin \delta - \sin \omega) + d \cos \delta - z \sin \delta + r_3 \{\sin \varphi - \sin(\delta + \omega)\} + p_3 \cos \varphi = x_1. \quad (231)$$

4) Przyjawszy jako dane: proste stawki q_3 i p_2 określa się (z rzutu linii łamanej FGH w kierunku pierwszego odgałęzienia) promień r_4 , z rzutów zaś linii łamanej GH na oś toru zasadniczego i na linię do niej prostopadłą rzędne x_2 i y_2 drugiej zwrotnicy normalnej:

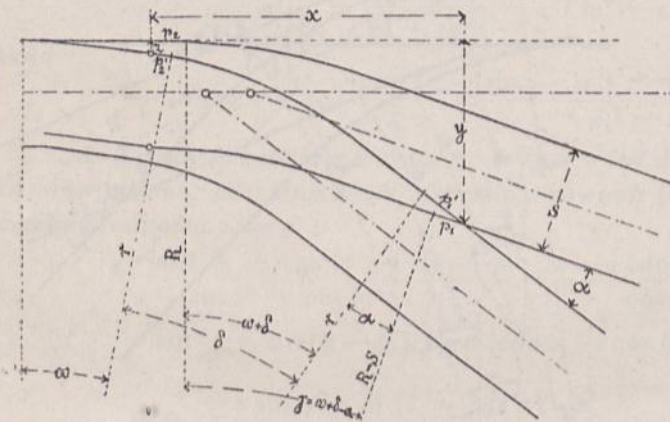
$$(L - x_1 - k_1) \sin \alpha + q_3 \sin(\varphi - \alpha) + r_4 \{\cos(\varphi - \alpha) - \cos \alpha\} + p_2 \sin \alpha = s. \quad (232)$$

$$q_3 \cos \varphi + r_4(\sin 2\alpha - \sin \varphi) + p_2 \cos 2\alpha = x_2. \quad (233)$$

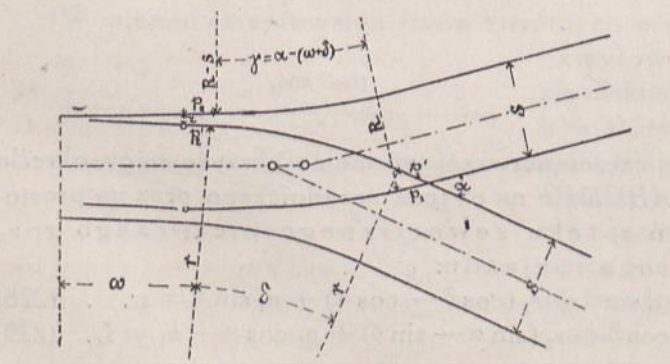
$$q_3 \sin \varphi + r_4(\cos \varphi - \cos 2\alpha) + p_2 \sin 2\alpha = y_2. \quad (234)$$

3. Rozjazdy łukowe. Równania zasadnicze rozjazdów łukowych jednostronnych i dwustronnych. Wstawianie rozjazdów w łukach istniejących. Rozjazdy angielskie. Określenie promienia, położenia zwrotnic i długości łuków łączących. Rozjazdy angielskie o dużym stosunku skrzyżowania.

Rozjazdy łukowe można rozpatrywać przy wyznaczaniu ich układu geometrycznego jako przypadek szczególny rozjazdów podwójnych niesymetrycznych,



Rys. 407.



Rys. 408.

z których tor prosty został usunięty. Dla jasności, zasady tego obliczenia przytoczone są poniżej, niezależnie od obliczenia rozjazdów podwójnych.

Przypuśćmy, że tor zasadniczy rozjazdu pomiędzy zwrotnicą a krzyżownicą ułożony jest łukowato podobnie jak i tor, który się od niego odgałęzia (rys. 407 i 408).

Oznaczmy przez:

R promień toku zewnętrznego w torze zasadniczym;

r promień toku zewnętrznego w torze zwrotnym;

p_1 i p_1' długość prostych przed środkami matematycznym krzyżownicy w torze zasadniczym i w torze zwrotnym

p_2 i p_2' długość prostych za osadą iglicy w torze zasadniczym i w torze zwrotnym;
 z odległość pomiędzy krawędziami kierującymi opornicy i iglicy w osadzie;
 ω kąt zawarty między opornicą a iglicą w osadzie;
 α kąt krzyżownicy;

γ i δ kąty środkowe łuków w torze zasadniczym i w torze zwrotnym.

Przy tych oznaczeniach rzuty: pionowy i poziomy wieloboku zamkniętego, który tworzą wskazane powyżej linie proste i promienie łuków, będą następujące:

1) W przypadku *rozjazdu łukowego jednostronnego*, t. j. gdy tor zwrotny jest zakrzywiony w tę samą stronę, co i tor zasadniczy (rys. 407):

$$z + p_2' \sin \omega + r \{ \cos \omega - \cos (\omega + \delta) \} + p_1' \sin (\omega + \delta) - p_1 \sin \gamma + (R - s) \cos \gamma - R = 0 \quad (235)$$

$$p_2 + (R - s) \sin \gamma + p_1 \cos \gamma - p_1' \cos (\omega + \delta) - r \{ \sin (\omega + \delta) - \sin \omega \} - p_2' \cos \omega = 0 \quad (236)$$

2) W przypadku *rozjazdu łukowego dwustronnego*, t. j. gdy tory zasadniczy i zwrotny są zakrzywione w przeciwne strony (rys. 408):

$$z + p_2' \sin \omega + r \{ \cos \omega - \cos (\omega + \delta) \} + p_1' \sin (\omega + \delta) - p_1 \sin \gamma - R \cos \gamma + (R - s) = 0 \quad (237)$$

$$p_2 + R \sin \gamma + p_1 \cos \gamma - p_1' \cos (\omega + \delta) - r \{ \sin (\omega + \delta) - \sin \omega \} - p_2' \cos \omega = 0 \quad (238)$$

W przypuszczeniu, że będą zastosowane zwrotnice i krzyżownice typu normalnego, t. j. takie same jak i w przypadku, gdy tor zasadniczy jest prosty, należy uważać, że wielkości α , ω , z i p_2 (występ opornicy poza osadą iglicy) oraz szerokość toru s są wiadome. Z pozostałych wielkości: R , r , δ , p_1 , p_1' i p_2 , można wyznaczyć dwie z równań (235) i (236) albo (237) i (238), przyjąwszy określone wartości dla czterech pozostałych. Dla promienia r toru zwrotnego można przyjąć najmniejszą wielkość dopuszczalną w zależności od znaczenia, jakie posiada dana linja kolejowa, i od rodzaju taboru, jaki po niej przebiega. Promień R zwykle przyjmuje się również z góry i według tych promieni określa się δ przedwstępnie z rysunku. Wreszcie można przyjąć, że $p_2' = 0$ albo że $p_2 = p_2'$ i obliczyć dwie pozostałe niewiadome, t. j. p_1 i p_1' .

Gdy te będą wiadome, określenie współrzędnych x i y matematycznego środka krzyżownicy nie przedstawia żadnych trudności:

$$x = p_2' \cos \omega + r \{ \sin (\omega + \delta) - \sin \omega \} + p_1' \cos (\omega + \delta) \quad (239)$$

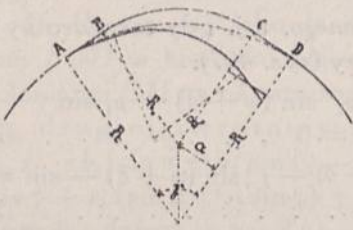
$$y = z + p_2' \sin \omega + r \{ \cos \omega - \cos (\omega + \delta) \} + p_1' \sin (\omega + \delta) \quad (240)$$

Jeżeli *rozjazd* ma być ułożony w łuku już istniejącym, to proste, niezbędne do ułożenia zwrotnicy i krzyżownicy, można otrzymać w sposób dwojaki, a mianowicie, zmniejszając promień łuku R do R_0 w granicach rozjazdu, t. j. na długości BC (rys. 409) toru łączącego pomiędzy zwrotnicą a krzyżownicą, albo też poza rozjazdem na długości FA i DG przed nim i za nim (rys. 410).

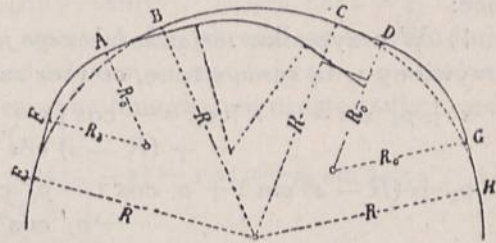
Drugi ze wskazanych sposobów nie jest dogodny pod tym względem, że wymaga odkształcenia toru na znacznej długości z obu stron rozjazdu, co nie zawsze da się łatwo uskuteczyć. W tym przypadku pierwotny promień łuku R pozostaje bez zmiany w torze zasadniczym.

Przy pierwszym sposobie zmniejszenie promienia R zależy od długości prostych, niezbędnych do ułożenia zwrotnicy i krzyżownicy, a właściwie od większej z tych dwóch długości (t. j. zwykle od długości opornicy), gdyż jak widać z rys. 409 obie proste muszą być równe. Jeżeli długość prostej (rys. 409) $AB = CD = a$, to:

$$a = (R - R_0) \operatorname{tg} \frac{\gamma}{2} \dots \dots \dots (241)$$



Rys. 409.



Rys. 410.

Aby określić w przybliżeniu kąt γ , można przyjąć, że projektowany rozjazd ma taką samą długość L_1 (rys. 401), licząc po osi łuku pierwotnego, jak i rozjazd normalny o prostym torze zasadniczym, t. j. w przybliżeniu:

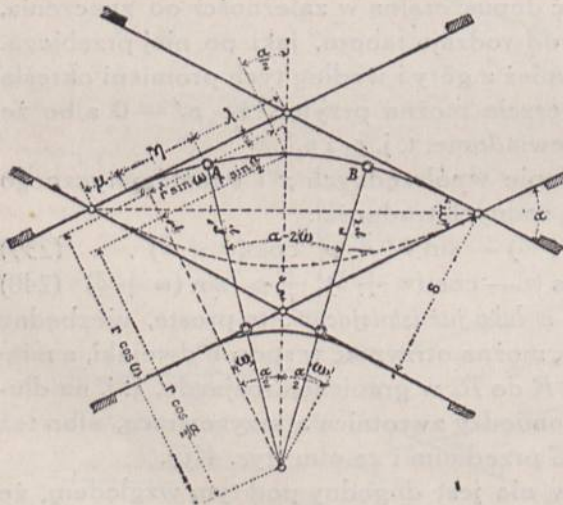
$$2 R \operatorname{tg} \frac{\gamma}{2} = L_1 \dots \dots \dots (242)$$

skąd:

$$\operatorname{tg} \frac{\gamma}{2} = \frac{L_1}{2 R} \dots \dots \dots (243)$$

Kąt δ łuku zwrotnego, zawarty w równaniach (235 do 238), wyraża się:

$$\delta = \alpha \pm \gamma - \omega \dots \dots \dots (244)$$



Rys. 411.

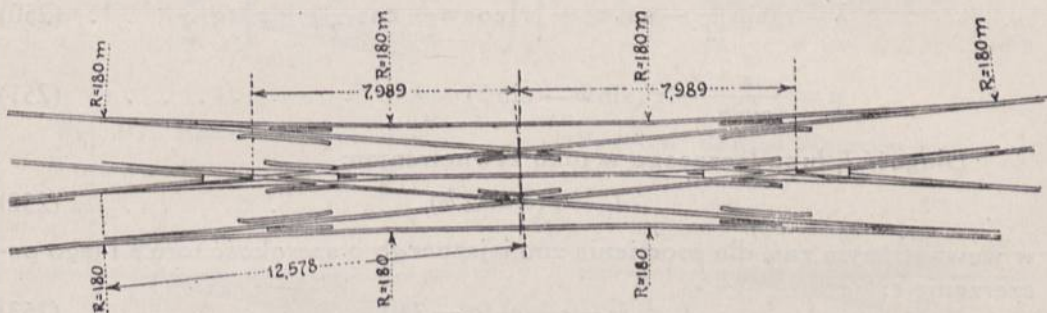
Zwrotnice i dwie krzyżownice rozjazdu angielskiego nie różnią się od zwrotnicy i krzyżownicy rozjazdu zwyczajnego i przy jednakowym kącie skrzyżowania mają takiż sam ustrój, jak i one. Dwie pozostałe krzyżownice, tak zwane angielskie, mają dzioby tępe i ustrój odmienny.

Ponieważ zwrotnice rozjazdu angielskiego umieszczone są pomiędzy krzyżownicami zwykłymi i angielskimi, należy więc oznaczyć ich wzajemne położenie. To położenie winno przede wszystkim czynić zadość warunkowi, aby opornice proste dwóch sąsiednich zwrotnic (rys. 411) były o tyle od siebie oddalone, ażeby iglice, które do nich przylegają, można było przesuwac w kierunkach sobie

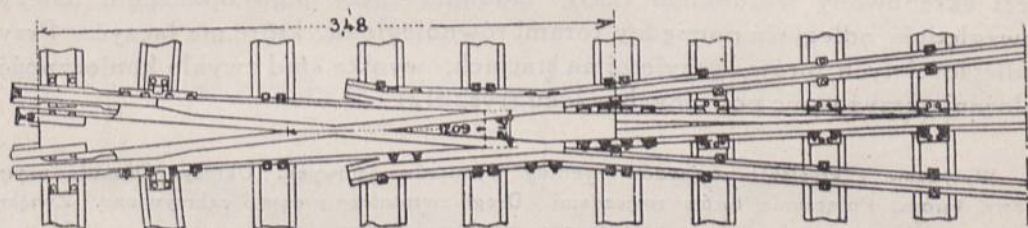
przeciwnych, t. j. zbliżać jednocześnie ku sobie. Najmniejsza odległość ξ pomiędzy krawędziami kierującymi opornic w miejscu, gdzie do nich przylegają ostrza iglic, zależy od przesuwu ostrza iglicy, od sposobu przymocowania cięгла do iglicy oraz od innych szczegółów ustroju zwrotnicy. Według wielkości ξ otrzymuje się najmniejszą odległość ostrza iglicy od matematycznego środka najbliższej krzyżownicy:

$$\mu = \frac{\xi}{2 \sin \frac{\alpha}{2}} \dots \dots \dots (245)$$

Każdy bok równoległoboku, który tworzą krzyżujące się tory, równa się



Plan rozjazdu.



Krzyżownica potrójna.

Rys. 412. Rozjazd angielski o krzyżownicach potrójnych.

$s : \sin \alpha$, a po odjęciu rzutu η iglicy i odległości μ jej ostrza od matematycznego środka krzyżownicy:

$$\lambda = \frac{s}{\sin \alpha} - r' (\sin \omega - \sin \beta) - \mu \dots \dots \dots (246)$$

Do przybliżonego obliczenia promienia r łuku łączącego AB , który da się zmieścić pomiędzy osadami dwóch iglic, można przyjąć:

$$r = \infty \frac{2\lambda}{\alpha - 2\omega} \dots \dots \dots (247)$$

Otrzymany w ten sposób promień r , o ile nie przekracza dopuszczalnych granic, należy zaokrąglić do nieco mniejszej wielkości, z której można obliczyć następnie dokładne wartości λ i μ w sposób następujący.

Odległość łuku łączącego od matematycznego środka krzyżownicy angielskiej:

$$\zeta = \left\{ r \left(\cos \omega - \cos \frac{\alpha}{2} \right) + z \right\} : \cos \frac{\alpha}{2} \dots \dots \dots (248)$$

(z oznacza, jak wyżej, odległość pomiędzy krawędziami kierującymi toru prostego i łukowego w osadzie iglicy).

Rzut połowy łuku łączącego na kierunek λ :

$$\lambda - \zeta \sin \frac{\alpha}{2} = r \left(\sin \frac{\alpha}{2} - \sin \omega \right) \dots \dots \dots (249)$$

skąd

$$\lambda = r \left(\sin \frac{\alpha}{2} - \sin \omega \right) + \left\{ r \left(\cos \omega - \cos \frac{\alpha}{2} \right) + z \right\} \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2} \dots \dots (250)$$

$$\mu = \frac{s}{\sin \alpha} - r' (\sin \omega - \sin \beta) - \lambda \dots \dots \dots (251)$$

Długość l_1 łuku łączącego w toku zewnętrznym:

$$l_1 = r (\alpha - 2\omega) \dots \dots \dots (252)$$

w wewnętrznym zaś, dla promienia zmniejszonego o szerokość toru s i jego poszerzenie e :

$$l_2 = (r - s - e) (\alpha - 2\omega) \dots \dots \dots (253)$$

Układ rozjazdu angielskiego o krzyżownicach potrójnych (por. str. 413) nie jest skrępowany warunkiem (245), natomiast przy jego obliczeniu należy uwzględnić odległość pomiędzy torami równoległymi, które ma łączyć. Przy odległości tych torów, przyjętej na stacjach, wynika stąd zwykle konieczność ułożenia krzyżownic potrójnych w łuku (rys. 412).

4. Wytykanie i kreślenie rozjazdów według wymiarów osiowych. Ukresy. Długość użytkowa torów. Połączenie torów rozjazdami. Drogi zwrotnicze proste i zakrzywione. Zwiększenie długości użytkowej torów.

Wytknięcie i nakreślenie rozjazdu bardzo będzie ułatwione, jeżeli wyznaczmy położenie punktu v (rys. 401), w którym oś toru zwrotnego i oś toru zasadniczego rozjazdu wzajemnie się przecinają. Odległości a i b , określające położenie tego punktu względem początku rozjazdu, t. j. względem przedniego styku opornicy, oraz względem końca krzyżownicy, licząc po osi toru zasadniczego lub zwrotnego, otrzymują się jak następuje:

$$b = \frac{s}{2} \operatorname{cotg} \frac{\alpha}{2} + k_2 \dots \dots \dots (254)$$

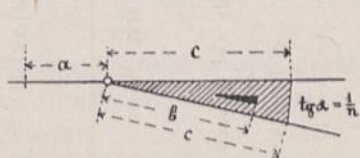
$$a = L_1 - \frac{s}{2} \operatorname{cotg} \frac{\alpha}{2} - k_2 \dots \dots \dots (255)$$

Odległość b określa punkt, od którego począwszy można układać tor zwrotny łukowato. Jeżeli ze względu na ustrój krzyżownicy zwrotnica nie może być ułożona bezpośrednio po niej i należy włożyć pomiędzy nie odcinek toru n , to należy również określić odległość c od punktu v do końca tegoż odcinka.

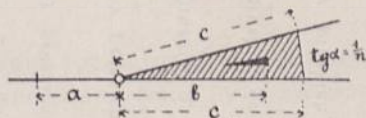
Znając wielkości a , b i c , oraz kąt krzyżownicy α , albo jego styczną, można już łatwo nakreślić wszelki układ rozgałęzienia torów według osi tychże.

Na rysunkach 413 do 422 włącznie, odpowiadających rysunkom 338, 339, 342 do 348 i 353, podano sposób wykreślania rozjazdów główniejszych typów według wymiarów osiowych wskazanych powyżej, w tablicy zaś 21 podano głównejsze wymiary różnych typów rozjazdów.

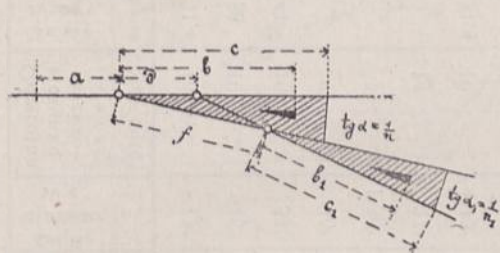
T y p y r o z j a z d ó w .



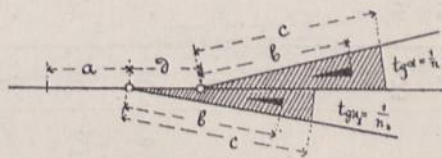
Rys. 413. Rozjazd zwyczajny prawy.



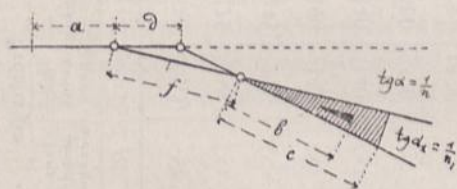
Rys. 414. Rozjazd zwyczajny lewy.



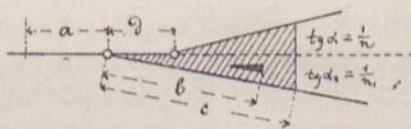
Rys. 415. Rozjazd podwójny jednostronny.



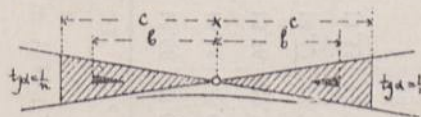
Rys. 416. Rozjazd podwójny dwustronny.



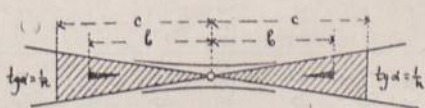
Rys. 417. Rozjazd łukowy jednostronny.



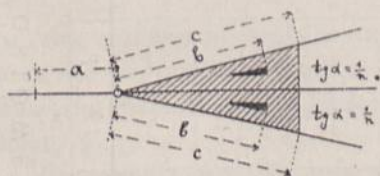
Rys. 418. Rozjazd łukowy dwustronny.



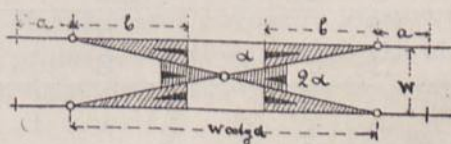
Rys. 419. Rozjazd angielski pojedynczy.



Rys. 420. Rozjazd angielski podwójny.



Rys. 421. Rozjazd podwójny symetryczny.



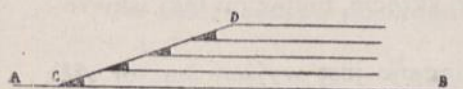
Rys. 422. Skrzyżowanie połączeń.

Tabl. 12. Główniejsze wymiary rozjazdów niektórych dróg żelaznych.

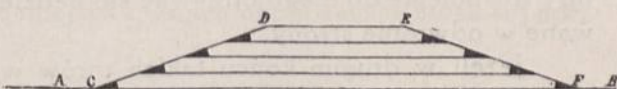
N.	RODZAJ ROZJAZDU	Szerok. toru mm	Ciężar szyny kg/m	Odwrotna stosunku skrzyżowania cotgα cotgβ	Kąt oparcia iglicy β	Długość iglicy l	Promienie			W Y M I A R Y O S I O W E							
							iglicy r'	łuku zwrotnego r	toru zasadniczego R	a	b	c	e ₁	d	f	L ₁	
1	Zwyczajny dr. żel. Warsz. Wied.	1435	31,4	10	1°13'	5,50	∞	261,57	∞	13,67	15,68	21,68	—	—	—	—	35,35
2	" " " "	"	38	10	46'	5,85	275	250	∞	11,02	16,18	25,00	—	—	—	—	36,02
3	" pruskich dr. żel. państw.	"	41	10	33'	10,60*	245	245	∞	10,93	15,76	19,19	—	—	—	—	30,12
4	" " " "	"	"	9	40'	10,00*	190	190	∞	9,42	14,42	17,59	—	—	—	—	27,02
5	" " " "	"	"	7	1°30'	3,60	140	140	∞	7,67	11,35	12,93	—	—	—	—	20,60
6	" " " "	"	"	14	27'	13,20*	500	500	∞	15,08	—	26,32	—	—	—	—	41,41
7	Angielski dr. żel. Warsz. Wied.	"	31,4	10	1°13'	5,50	∞	182,88	∞	—	—	21,70	—	—	—	—	43,40
8	" pruskich dr. żel. państw.	"	41	10	33'	6,10	245	252	∞	—	—	19,19	—	—	—	—	38,38
9	" " " "	"	"	9	40'	5,30	190	234	∞	—	—	17,59	—	—	—	—	35,18
10	Podwojny dwustronny pruskich dr. żel. państw.	"	"	10	33'	6,10	245	245	∞	10,93	—	28,48	—	—	—	—	41,12
11	Podwojny jednostronny pruskich dr. żel. państw.	"	"	10	40'	5,30	190	180	∞	12,91	—	21,61	—	—	—	—	43,05
12	Łukowy dwustronny pruskich dr. żel. państw.	"	"	10	33'	6,10	235	235	245	10,93	12,65	18,48	7,46	11,00	5,50	5,50	29,29
13	Łukowy dwustronny pruskich dr. żel. państw.	"	"	10	33'	10,60*	400	400	750	10,66	—	20,63	17,80	2,83	0,95	0,95	30,32
14	Łukowy jednostronny pruskich dr. żel. państw.	"	"	10	40'	10,60*	190	190	750	11,38	—	19,02	17,30	1,72	—	—	30,43
15	Zwyczajny francuskich dr. żel.	1000	18	6,75	1°30'	3,60	∞	75	∞	7,00	—	8,75	—	—	—	—	15,75
16	" saskich dr. żel.	750	17,6	7	1°45'	2,50	∞	60	∞	4,72	—	6,28	—	—	—	—	11,00

*) Iglice sprężyste.

Tory poza rozjazdem mogą służyć do postoju taboru dopiero od tego miejsca, w którym odległość pomiędzy osiami torów rozgałęzionych osiąga szerokości skrajni. Miejsce, do którego może dochodzić tabor na jednym z torów



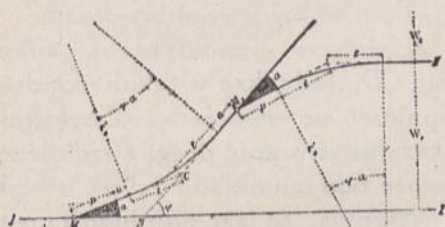
Rys. 423.



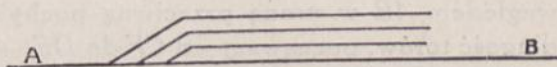
Rys. 424.

rozgałęzionych, nie tamując przejazdu po drugim torze, oznaczają *ukres* czyli znak, jaszkawo pomalowany w postaci słupka, poprzecznicy i t. p., umieszczonych na międzytorzu.

Według przepisów istniejących na kolejach o normalnej szerokości toru,



Rys. 425.



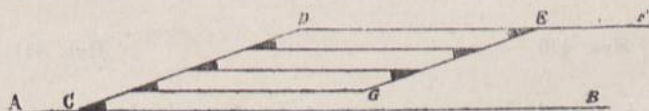
Rys. 426.

ukresy należy stawiać w miejscach, gdzie odległość pomiędzy osiami torów rozgałęzionych osiąga 3,5 m.

Oznaczenie ukresów na planach stacyj ma ważne znaczenie, ponieważ w zależności od położenia tych znaków określa się *długość użytkowa torów* stacyjnych. Jeżeli w oznacza odległość pomiędzy osiami torów przy ukresie, to odległość ukresu od punktu przecięcia v (rys. 401) będzie:

$$d = \frac{w}{2} \cotg \frac{\alpha}{2} \dots \dots \dots (256)$$

Tory kolejowe rozmieszcza się przeważnie w jednostajnej najmniejszej odległości jeden od drugiego, aby jak najlepiej wyzyskać miejsce. W tymże



Rys. 427.

celu i dla uniknięcia straty w użytkowej długości torów, rozjazdy, które je łączą, skupia się w prawidłowe grupy. Tory proste lub łukowe, w których ułożony jest szereg zwrotnic dla odgałęziających się torów, nazywają się *drogami zwrotniczymi*.

Połączenie toru AB (rys. 423) z grupą torów do niego równoległych otrzymuje się najprościej zapomocą *drogi zwrotnicznej prostej* CD, pochylonej do toru

AB pod kątem krzyżownicy. Przytem, jeżeli pierwsza zwrotnica C jest skierowana w lewo, jak to ma miejsce w danym przypadku, to pozostałe zwrotnice będą skierowane w prawo, i odwrotnie. Tym sposobem przejście z toru AB na tory równoległe do niego odbywać się będzie po skręcie, mającym łuki, skierowane w odwrotne strony.

Jeżeli w drugim końcu takich torów wymagane jest wyjście na tor AB (rys. 424), to można je osiągnąć zapomocą drogi zwrotniczej EF , pochylonej

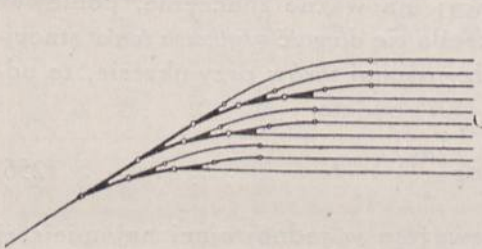


Rys. 428.

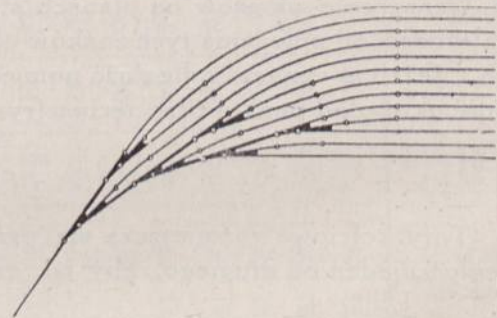


Rys. 429.

względem AB w stronę przeciwną pochyleniu CD . Jednakże w takim układzie długość torów, począwszy od CF do DE , stopniowo się zmniejsza. Zwiększenie użytkowej długości torów można osiągnąć, zwiększając stromość drogi zwrotniczej zapomocą włożenia łuków (rys. 425). Możliwość takiego układu zależy od odstępu pomiędzy rozjazdami, które po sobie następują, to jest od długości rozjazdu i szerokości w międzytorza. Jednakże nagłe skręty z łukami, skierowanymi w odwrotne strony, są niedogodne dla ruchu. Korzystniejsze będzie ułożenie bezpośrednio za zwyczajnym rozjazdem lewym M_1 rozjazdu łukowego dwustronnego, który przy niezbyt małych promieniach łuków zwrotnych po-



Rys. 430.



Rys. 431.

zwoli zachować pomiędzy osiami torów równoległych zwykłą na stacjach odległość 4,5 m.

Jeżeli ułożenie w torze AB dużej ilości zwrotnic nie przedstawia niedogodności, to połączenie go z torami równoległymi można również skutecznie w sposób, uwidoczony na rys. 426.

Jeżeli nie jest wymagane, aby wejście na grupę torów równoległych i wyjście z niej były urządzone bezpośrednio z jednego i tego samego toru AB , lecz również z drugiego EF (rys. 427), to wszystkie tory tej grupy mogą otrzymać jednakową długość, będąc ograniczone drogami równoległymi CD i GE .

Jeżeli będziemy układać rozjazdy tegoż kierunku jeden za drugim w ten sposób, aby każdy rozjazd był ułożony w torze zwrotnym rozjazdu poprzedzającego (rys. 428), to tworzy się *droga zwrotnicza zakrzywiona*.

W zależności od posiadanego miejsca i innych okoliczności może się przy



Rys. 432.

rozwoju torów zdarzyć potrzeba rozmaitego kojarzenia dróg zwrotnicznych prostych i zakrzywionych (rys. 429 i 430).

Stosowanie rozjazdów podwójnych (rys. 431 i 432) jest szczególnie dogodnie do szybkiego rozwinięcia torów i do zwiększenia ich długości użytkowej.

DZIAŁ VI.

S t a c j e.

ROZDZIAŁ I.

Ogólne ukształtowanie stacyj.

1. Przeznaczenie urządzeń stacyjnych. Znaczenie rozwinięcia i układu torów stacyjnych w ogólnem ukształtowaniu stacyj. Sposób i porządek przyjmowania i wyprawiania pociągów oraz manewrów stacyjnych jako podstawa układu torów. Warunki terenu. Tory stacyjne główne i boczne.

Stacje były już rozpatrywane powyżej w działach II i III jako punkty, przeznaczone do przyjmowania i wyprawiania podróźnych i ładunków, krzyżowania się pociągów różnych kierunków lub wymijania pociągów powolniejszych przez szybsze, oraz zaopatrywania parowozów w wodę i paliwo. Na stacjach lub w ich bliskości odbywa się również czyszczenie i naprawa taboru oraz mieszczą się składy przedmiotów i materiałów dla potrzeb eksploatacji.

W tym celu stacje winny być zaopatrzone w odpowiednie budowle i urządzenia, jako to: dworce osobowe, perony, ładownie i magazyny towarowe, baszty i żérawie wodne, parowozownie i wagonownie, warsztaty, magazyny i składy eksploatacyjne, oraz w tory kolejowe. Tory zaś stacyjne winny służyć nie tylko do przyjmowania, postoju i wyprawiania pociągów, lecz również umożliwiać dostęp do przytoczonych powyżej urządzeń i korzystanie z nich, oraz wykonanie przesunięć taboru, połączonych z doczepianiem wagonów do pociągów i odczepianiem od nich, z zestawianiem wagonów w pociągi i z innymi czynnościami stacyjnymi.

Jak widać z powyższego, niektóre urządzenia stacyjne przeznaczone są do przyjmowania i wyprawiania podróźnych i ładunków, czyli do zadosyćczynienia *potrzebom handlowym przewozu*; inne do przyjmowania, przestawiania, zaopatrywania i wyprawiania pociągów i taboru, czyli do zadosyćczynienia *potrzebom technicznym ruchu*; inne wreszcie urządzenia są tylko pośrednio związane z poprzednio wymienionymi i skupione są na stacjach ze względu na ogólne *potrzeby eksploatacji: gospodarcze, administracyjne, zaopatrzenia pracowników i in.*

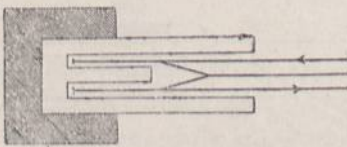
Znaczna długość pociągów, potrzeba stosowania łagodnych łuków w torach stacyjnych oraz praktykowane sposoby przeprowadzania taboru z jednego toru na drugi sprawiają, że do ułożenia torów stacyjnych potrzebna jest wogóle duża przestrzeń. Wynika stąd, że od potrzebnego rozwinięcia torów i ich układu, jaki okaże się najdogodniejszy, zależy najczęściej ogólne ukształtowanie stacji oraz rozmieszczenie budowli i urządzeń stacyjnych. Za podstawę zaś do układu torów na stacjach winien służyć, z istoty rzeczy, *sposób i porządek przyjmowania i wyprawiania pociągów* oraz niezbędnych dla dokonania czynności stacyjnych przesunięć taboru czyli tak zwanych *manewrów stacyjnych*.

Oczywiście, że przy projektowaniu stacji najdogodniejszy układ torów nie zawsze da się wykonać i że bardzo często wypadnie zadowolić się układem nieco gorszym dla przystosowania się do miejscowych *warunków terenu*, ograniczonej powierzchni gruntu, którym się rozporządza i t. p. Względy, jakimi należy się kierować przy wyborze miejsca pod stację przy ustalaniu przekroju podłużnego, krzywizny linii w tym miejscu oraz długości równi stacyjnej, jako też przepisy, obowiązujące w tym przedmiocie, były rozpatrzone w rozdziale V działu III.

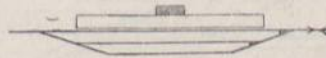
Do ruchu pociągów służą na stacjach nie tylko zasadnicze *tory główne*, stanowiące przedłużenie torów na szlaku, lecz często inne jeszcze tory i ich połączenia, niezbędne do przyjęcia i wyprawiania większej ilości pociągów oraz do wymijania i wyprzedzania pociągów. Tory te noszą nazwę *torów głównych dodatkowych*. Pozostałe tory stacyjne, po których nie przechodzą pociągi, lecz po których są tylko przetaczane ich składy, oddzielne wagony i ich grupy, lub po których przechodzą manewrujące parowozy, noszą nazwę *torów bocznych*.

2. Zasadnicze typy stacji pod względem położenia na linii drogi żelaznej i dojścia do stacji torów głównych. Układ torów głównych na stacji pod względem kierunku ruchu. Położenie dworca względem torów. Podział stacji na klasy.

Ogólny układ stacji zależy w znacznej mierze od tego, czy jest ona krańcowa, czy też pośrednia na danej linii kolejowej, w ostatnim zaś przypadku, czy jest ona punktem odgałęzienia lub skrzyżowania innych linii kolejowych.

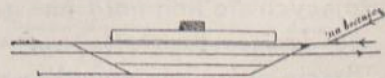


Rys. 433.



Rys. 434.

Stacje krańcowe mają zwykle kształt *stacji czołowych* (rys. 433), t. j. takich, z których pociągi odjeżdżają w kierunku wprost przeciwnym kierunkowi ich przyjazdu. Jednakże i stacje pośrednie projektuje się niekiedy typu czołowego, aby można było zbliżyć je do punktu, w którym stacja przejściowa nie da się urządzić, naprz. do środka dużego miasta.

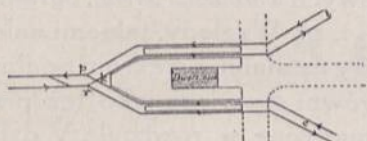


Rys. 435.

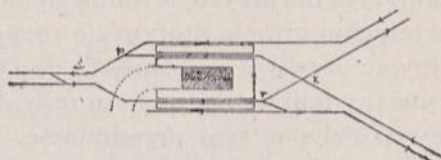
Ażeby pociąg, przybyły na stację czołową, mógł być wyprawiony w dalszą drogę lub z powrotem, potrzeba przestawić na drugi koniec pociągu parowóz, który go przeprowadził.

Dworzec osobowy na stacjach czołowych umieszcza się zwykle przy końcu torów, prostopadle do nich, lub też z boku. Położenie dworca z boku umożliwia przedłużenie torów głównych, gdyby okazała się tego potrzeba.

Stacje pośrednie urządza się zazwyczaj jako stacje przechodnie (rys. 434), t. j. tak, aby pociągi przychodzące można było wyprawiać w dalszą drogę w tymże kierunku, nie przestawiając w nich parowozu ani wagonów. Jeżeli do stacji pośredniej dochodzi druga linja kolejowa lub więcej linii, to powstaje stacja węzłowa. Linje, schodzące się na stacji węzłowej, mogą tworzyć odnogi jednej z nich lub bocznice (rys. 435) i, jako względem niej drugorzędne, korzystają z jej torów stacyjnych, lub też mieć osobne dojście do dworca, czołowe lub przechodnie, i tworzyć stacje widłowe (rys. 436 i 437) i krzyżowe (rys. 438 i 439).



Rys. 436.

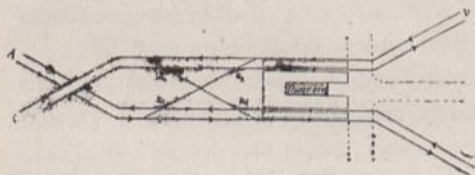


Rys. 437.

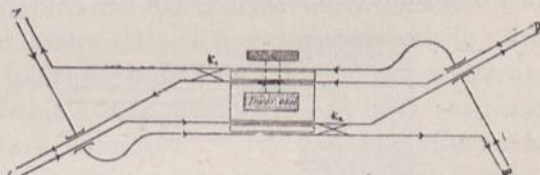
Tory schodzących się linii mogą mieć układ linjowy, przy którym tory obu kierunków tejże linii położone są obok siebie (rys. 436 i 438), lub kierunkowy, przy którym obok siebie położone są tory tegoż kierunku, chociaż do różnych linii należące (rys. 437 i 439).

Dworce osobowe na stacjach przechodnich jednej linii i na stacjach węzłowych położone są zwykle z jednej strony torów (rys. 435), rzadziej częściowo z obu stron, lub pomiędzy torami wyspowo (rys. 437 i 439) lub półwyspowo (rys. 436 i 438).

Co do położenia na wysokość, dworce stacyj przechodnich, również jak czołowych, mogą mieć dojazd i podłogę w jednym poziomie z torami lub w in-



Rys. 438.



Rys. 439.

nym, niższym lub wyższym; w ostatnim przypadku dworce mogą być też położone całkowicie pod lub nad torami. Jeżeli na stacji krzyżowej tory główne krzyżujących się linii położone są przy dworcu w różnych poziomach, to urządza się dworzec dwupoziomowy.

Stacje pośrednie wyjątkowo tylko buduje się typu czołowego i tym sposobem większość małych i średnich stacyj należy do typu stacyj przechodnich.

Często dzieli stacje, w zależności od ich znaczenia i urządzeń, które posiadają, na cztery albo pięć klas, jednakże ścisłego rozgraniczenia pomiędzy klasami stacyj nie istnieje. Duże stacje krańcowe i węzłowe zalicza się do I-jej

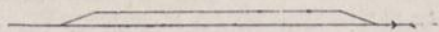
klasy, stacje średniego znaczenia do II-ej i III-ej klasy, przyczem do klasy II-ej zalicza się zazwyczaj te stacje, na których odbywa się zmiana parowozów. Małe stacje zalicza się do IV-ej lub V-ej klasy.

ROZDZIAŁ I'

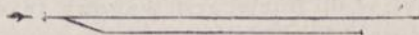
Przystanki, mijanki i małe stacje.

1. Manewry na niewielkich stacjach. Krzyżowanie i wyprzedzanie pociągów. Nabieranie wody. Zmiana parowozów. Przystawianie i odstawianie wagonów. Ustawianie wagonów w pociągu towarowym w zależności od sposobu ich przetaczania. Korzystanie ze wspólnych urządzeń dla ruchu osobowego i towarowego. Specjalizacja torów.

Gdy dwa pociągi mają się krzyżować lub wyprzedzać, to jeden z nich przyjmuje się na *tor mijankowy* lub *prześcigowy* (rys. 440) dla przepuszczenia drugiego pociągu po torze głównym. Jeżeli na linii jednotorowej tor mijankowy

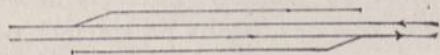


Rys. 440.

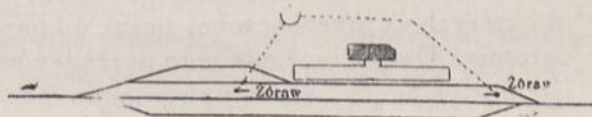


Rys. 441.

jest ślepy (rys. 441), to wprost na ten tor mogą wchodzić pociągi tylko jednego kierunku, pociągi zaś drugiego kierunku muszą się cofać na tor żeberkowy dla przepuszczenia pociągu, który je wymija lub wyprzedza. Na linii dwutorowej takie tory żeberkowe łączy się z torami głównymi zapomocą zwrotnic, przebieganych z ostrza (rys. 442). Wynika stąd, że bez względu na kierunek pociągu, który przybył na stację i ma być wyprzedzony, parowóz, który go prowadzi, winien cofnąć go na tor żeberkowy, pchając wstecz.



Rys. 442.



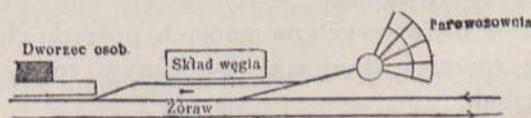
Rys. 443.

Do tych przesunięć ograniczają się właściwie manewry, dotyczące wymijania i wyprzedzania pociągów.

Jeżeli na stacji znajduje się wodociąg, to zórawie wodne, do których woda doprowadzana jest rurami z baszty wodnej, umieszcza się w ten sposób (rys. 443), aby w pociągach obu kierunków *napełnianie tendra* wodą mogło się odbywać w tym miejscu, w którym się on zatrzymuje, t. j. bez odcepienia go od pociągu.

Zmieniający się parowóz podjeżdża do pociągu z całkowitym zapasem wody i paliwa.

Aby ułatwić nabieranie tyczeń, umieszcza się składy paliwa przeważnie przy torach, prowadzących do parowozowni, i przy nich również ustawia się zóraw wodny (rys. 444).



Rys. 444

Skład pociągów osobowych zmienia się w drodze względnie niewiele, lecz zmiany składu tych pociągów, ze względu na krótkość ich postojów, są często bardzo uciążliwe. *Przystawianie* do pociągu osobowego i *odstawianie* od niego *wagonów* komunikacji bezpośredniej na stacjach węzłowych, wagonów dodatkowych dla wzmocnienia składu, bagażowych, pocztowych i in. wykonywa się parowozem pociągowym lub manewrowym, albo też ręcznie, nie ruszając pociągu z miejsca postoju przy peronie i stosując przytem niekiedy przesuwnice lub obrotnice.

Najwięcej manewrów wymagają pociągi towarowe. Na małych stacjach odstawianie od pociągu wagonów, przeznaczonych do stacji, i przystawianie do niego wagonów, wyprawianych w drogę, uskutecznia się parowozem pociągowym podczas postoju pociągu na stacji. Jeżeli wagony, przeznaczone do pewnej stacji, są rozrzucone w pociągu naprzemian z wagonami, przeznaczonemi do innych stacji, to dla wystawienia ich zapomocą zwrotnicy na tor sąsiedni potrzeba uskutecznić tyle rozłączeń i podstawień parowozem naprzód i w tył, w ilu miejscach wagony te się znajdują. Natomiast, jeżeli w pociągu przybyłym na stację wszystkie wagony, przeznaczone do niej, są ustawione bezpośrednio za parowozem i wagonem bagażowym, to do odstawienia tych wagonów potrzebne jest jedno tylko rozłączenie i jedno odstawienie na tor boczny, nie ruszając z miejsca pozostałej części pociągu.

Na niektórych drogach żelaznych przetaczanie wagonów na małych stacjach wykonywa się ręcznie lub końmi, na większych zaś specjalnemi parowozami manewrowemi. W tych przypadkach najlepiej jest, gdy wagony, przeznaczone do odstawienia na danej stacji, będą się znajdować w końcu pociągu.

Z powyższego wynika, że dla zmniejszenia manewrów na stacjach *rozmieszczenie wagonów w pociągach towarowych* winno odpowiadać porządkowi stacji, do których są przeznaczone, licząc od parowozu ku końcowi pociągu lub odwrotnie. Dla zachowania tego porządku należy również, ażeby na stacjach pośrednich wagony były wstawiane do pociągu w miejscach, odpowiadających ich przeznaczeniu. Oczywiście warunek ten zwiększa ilość manewrów przy doczepianiu wagonów w zależności od tego, do ilu stacji są przeznaczone, na co nie zawsze jest dosyć czasu. Z tego powodu na małych stacjach wagony wstawiane są do pociągu po większej części w jedno miejsce, niezależnie od tego, dokąd są przeznaczone, zamącony zaś przez to porządek rozmieszczenia wagonów w pociągów przywraca się na innych znaczniejszych lub specjalnie do tego przeznaczonych stacjach rozrządowych (przeważnie węzłowych), o których będzie mowa poniżej. W ten sposób nie tylko zaoszczędza się czas postoju pociągów towarowych na stacjach pośrednich pomiędzy dwiema rozrządowemi, lecz również staje się zbyt czynnym rozwój torów manewrowych na małych stacjach.

Na małych stacjach, gdzie ruch jest niewielki, jedne i te same tory i niektóre inne urządzenia mogą służyć do ruchu osobowego i towarowego. Manewry na takich stacjach sprowadzają się do niewielu prostych przesunięć taboru, które powtarzają się w takich odstępach czasu, że zmiana przeznaczenia torów stosownie do potrzeby nie sprawia niedogodności i *korzystanie ze wspólnych urzq-*

dzeń, wogóle nielicznych, jest w takich przypadkach, ze względów ekonomicznych, wprost wskazane.

Inaczej rzecz ma się na większych stacjach. Czynności, związane z ruchem pociągów osobowych a towarowych, tak są od siebie różne, że przy dużym ruchu dla należytego ich załatwienia koniecznym się staje, aby były wykonywane na oddzielnych torach tak, aby jeden rodzaj ruchu nie przeszkadzał drugiemu. Dla uporządkowania i ujednostajnienia pracy stacji pożądane jest również, ażeby każda z poszczególnych czynności, dotyczących bądź ruchu osobowego, bądź też towarowego, była wykonywana na torach, specjalnie do tej czynności przeznaczonych, i ażeby pociągi przechodziły po każdym torze w jednym określonym kierunku.

Przez taką *specjalizację torów* unika się zamieszania i przerw w ruchu, które powodują przetrzymywanie wagonów, nieprawidłowości biegu pociągów oraz zderzenia się tychże, są więc jednakowo niepożądane zarówno ze względów technicznych, jako też handlowych.

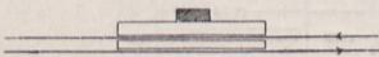
W pewnych punktach, szczególnie ważnych, wielki ruch osobowy i towarowy, drożyzna ziemi i inne warunki miejscowe skłaniają nawet do urządzania stacyj towarowych oddzielnie od osobowych, oraz do podziału jednych i drugich jeszcze na części, mające specjalne przeznaczenie.

2. Przystanki, ich urządzenie i obsługa. Perony niskie zewnętrzne i międzytorowe, ich wymiary i urządzenie. Dojścia do peronów. Siatki ochronne. Perony wyłącznie zewnętrzne. Perony wysokie i wypowe.

Najprostszym rodzajem stacji jest *przystanek* (rys. 445), na którym odbywa się tylko wsiadanie i wysiadanie podróżnych.

W takich warunkach na przystanku nie są potrzebne żadne dodatkowe tory, oprócz jednego lub dwóch istniejących torów głównych.

Przystanki, z których ma korzystać niewielka ilość podróżnych, starają się urządzić w pobliżu przejazdu i domu nadzorca drogowego lub dróżnika, aby uniknąć utrzymywania specjalnego urzędnika kolejowego do dozoru nad przystankiem i do sprzedaży biletów na przejazd, co wymagałoby nadto budowy dla tegoż urzędnika



Rys. 445.

domu mieszkalnego. Dla publiczności urządza się altana lub izba w istniejącym domu.

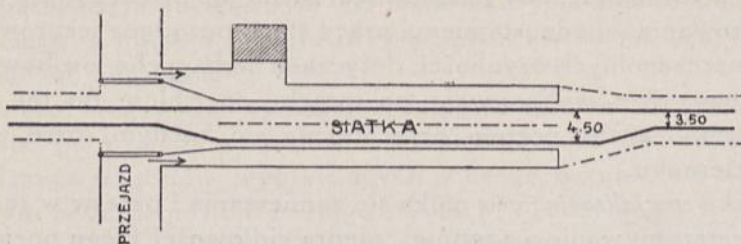
Do wsiadania i wysiadania podróżnych służy *peron*, urządzony wzdłuż toru, na liniach zaś dwutorowych dwa perony, jeden zewnętrzny i drugi międzytorowy, lub też oba zewnętrzne.

Wymiary peronów w planie zależą od długości peronów i ilości podróżnych. Długość peronów bywa zwykle nie mniejsza jak 80 m do 120 m, szerokość zaś peronów zewnętrznych oraz międzytorowych o jednej krawędzi czynnej nie mniejsza jak 3 m (6 m między osiami torów szerokości normalnej).

Jeżeli ilość podróżnych jest niewielka, to perony urządza się jak najprościej, niekiedy w postaci wzniesienia, usypanego z ziemi i pokrytego warstwą

drobnego żwiru. Odpowiednio do poziomu stopni wagonów, perony otrzymują wzniesienie od 21 do 38 cm nad poziomem główki szyny.

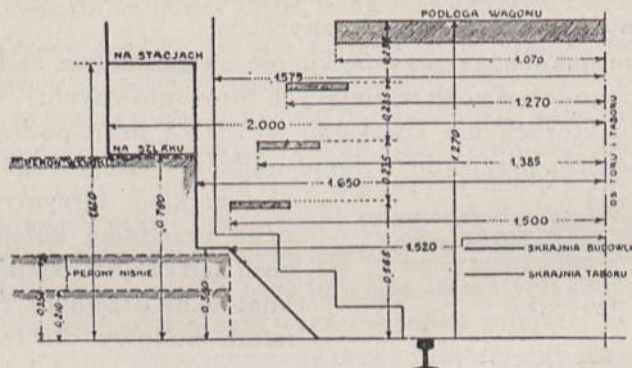
Jeżeli zamiast peronu międzytorowego urządzony jest przy drugim torze peron zewnętrzny, to sprzedaż biletów oraz poczekalnie dla publiczności muszą być urządzone po obu stronach torów, których przechodzenie nie jest wówczas dozwolone w obrębie przystanku, lecz tylko przez sąsiedni przejazd ochronny



Rys. 446.

niany, lepiej zaś przez przejście dołem lub górą. Aby uniemożliwić podróżnym niebezpieczne przechodzenie przez tory, urządza się pomiędzy torami *siatka ochronna* (rys. 446).

Perony zewnętrzne mają tę zaletę, że nie wymagają szerokiego rozsunienia torów głównych i wężykowatego ich wykrzywienia przy wejściu i wyjściu z przystanku, niedogodnego dla pociągów, przechodzących bez zatrzymania, a więc z dużą szybkością. Przytem unika się nagromadzenia podróżnych obu kierunków jazdy z jednej strony torów. Natomiast obsługa przystanku jest rozdwojona, a więc kosztowniejsza.



Rys. 447. Dogodność wsiadania z peronów niskich i peronów wysokich.

Z pomienionych względów perony zewnętrzne stosowane są przeważnie tylko przy dużym ruchu osobowym, naprz. na liniach podmiejskich, a wtedy urządza się niekiedy *perony wysokie*, wznoszące się na 760 mm nad poziomem szyn¹⁾ (rys. 447). Perony wysokie, połączone przejściem dołem lub górą, ułatwiają

¹⁾ Skrajnie budowlane na stacjach pozwalała by wzniesić perony nawet do 1,1 m nad poziomem szyn, t. j. prawie do poziomu podłogi wagonu. Jednakże przy istniejącym urządzeniu stopni wagonów, przystosowanym do peronów niskich, odstęp progu drzwi wagonu od peronu tej wysokości jest zbyt wielki. Dla tego też perony o wysokości 1,1 m mogą być urządzone tylko na pewnych liniach, mających tabor specjalny, naprz. na liniach dróg żelaznych miejskich.

i przyspieszają wsiadanie i wysiadanie z wagonów i czynią zbytecznym urządzenie siatek pomiędzy torami, które mogą być pozostawione w tej samej odległości, co na szlaku.

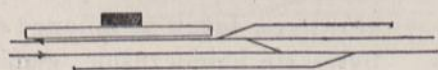
Niekiedy urządza się jeden *peron wyspowy* pomiędzy torami głównymi. Posiada on pewne dogodności dla podróżnych i zaletę zjednoczenia obsługi, wymaga jednakże rozsunięcia torów conajmniej do 9 m, gdyż obie jego krawędzie są czynne; jeżeli zaś mieszczą się na nim schody, których szerokość bywa nie mniejsza jak 2,5 m, to odległość torów winna być jeszcze większa.

3. Mijanki wyłącznie techniczne i w połączeniu z przystankami. Tory mijankowe żeberkowe i przechodnie. Tory prześcigowe na liniach dwutorowych; położenie ich względem torów głównych i dworca. Zwrotnice przebiegane pod ostrze. Mijanki podmiejskie z dużym ruchem osobowym.

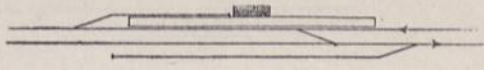
Na drogach żelaznych jednotorowych, zwłaszcza gdy są przeprowadzone przez okolice mało zaludnione, w których stacje do przyjmowania i wyprawiania podróżnych i ładunków potrzebne są w punktach znacznie od siebie oddalonych, zachodzi często konieczność urządzenia *mijanek wyłącznie technicznych*, służących tylko do wymijania i wyprzedzania pociągów. W podobnych warunkach urządza się niekiedy mijanki również na liniach dwutorowych do wyprzedzania pociągów powolniejszych przez szybsze.

Rozmieszczenie torów na mijance pozostanie bez zmiany, jeżeli ma ona służyć jednocześnie za *przystanek* do wsiadania i wysiadania podróżnych. W tym przypadku i jeżeli ruch podróżnych jest niewielki, należy tylko urządzić na mijance dodatkowo jeden lub dwa perony, oraz altanę lub izbę dla podróżnych w budynku, w którym mieści się biuro zawiadującego posterunkiem i zwykle także jego mieszkanie oraz mieszkania telegrafisty i zwrotniczych.

Na mijankach linii o ruchu dalekim i podmiejskim, na których odbywa się wymijanie i wyprzedzanie pociągów osobowych przez pośpieszne, urządze-



Rys. 448.



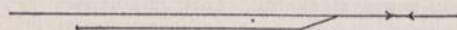
Rys. 449.

nie peronów i połączenie ich pomiędzy sobą i z pomieszczeniami pasażerskimi winno odpowiadać potrzebom ruchu miejscowego i bezpieczeństwu podróżnych. Jeżeli miejscowy ruch podróżnych jest znaczny, to połączenia te winny być urządzone o ile możliwości dołem lub górą.

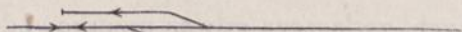
Tory mijankowe dla pociągów towarowych bywają przechodnie lub żeberkowe. Na liniach dwutorowych *tory prześcigowe* bywają urządzone w postaci torów żeberkowych, odgałęziających się od torów głównych zwrotnicami, skierowanymi z ostrza względem biegu pociągów (rys. 448 i 449), w celu uniknięcia w linii głównej zwrotnic, po których pociągi przebiegałyby pod ostrze. Na liniach jednotorowych cel ten nie da się osiągnąć i z tego powodu tory mijankowe żeberkowe (rys. 450, 451 i 452) są uzasadnione tylko w tym przypadku, gdy długość równi, na której ma być urządzona mijanka, nie jest dostateczna do ułożenia toru przechodniego. Na równi układa się wtedy tylko rozjazdy,

tory zaś ślepe na jednym poziomie z równią, lecz nie na jednakowej wysokości z sąsiednimi torami głównymi.

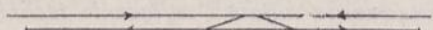
Przechodnim torom mijankowym lub prześcigowym należy oddać pierwszeństwo przed torami żeberkowymi, gdyż pociągi, które się zatrzymują na torach przechodnich, mają z nich wyjazd bezpośredni na tor główny i unika się cofania w tył, które powoduje zbyteczny przebieg taboru i stratę czasu, a nadto bywa przyczyną wykolejenia wagonów, umieszczonych w końcu pociągu. Co się tyczy *zwrotnic przebieganych pod ostrze*, to należy się starać, aby ilość



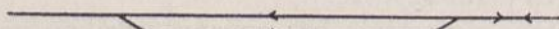
Rys. 450.



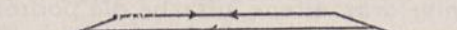
Rys. 451.



Rys. 452.



Rys. 453.



Rys. 454.

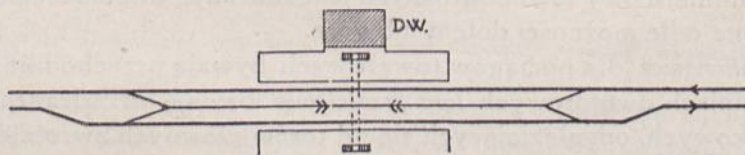


Rys. 455.

tychże, jak też wszelkiego rodzaju zwrotnic w torach głównych, była możliwie jak najmniejsza. Ponieważ jednakże zupełne usunięcie z torów głównych zwrotnic przebieganych pod ostrze wywołuje często znaczne niedogodności w układzie torów, lepiej jest więc zabezpieczać natomiast właściwe położenie takich zwrotnic za pomocą odpowiednich sygnałów i zamków, jak wskazano w dziale VII.

Na liniach jednotorowych (rys. 453) pociąg wymijany lub wyprzedzany przyjmuje się na tor mijankowy, pociąg zaś nie zatrzymujący się na mijance przechodzi wprost po torze głównym. Jeżeli na mijance odbywa się jednocześnie wymijanie i wyprzedzanie pociągów (rys. 454), to każdy z dwu torów mijankowych przeznaczony jest zwykle dla pociągów jednego tylko kierunku.

Jeżeli na mijance zatrzymują się wszystkie pociągi, to układ torów, uwidoczony na rys. 455, posiada tę zaletę, że pociągi wchodzą na mijankę po

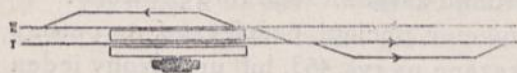


Rys. 456.

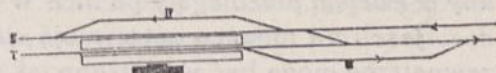
torze prostym. Z drugiej strony jednakże, dla zachowania kierunku osi linii kolejowej poza mijanką, wypada skrzywić tor główny w pewnej odległości przed nią.

Rozpatrując dwa układy torów prześcigowych żeberkowych dla pociągów

towarowych na linii dwutorowej, uwidocznione na rys. 448 i 449, widzimy, że typ, wskazany na rys. 448 pozwala skupić w jednym miejscu zwrotnice, ułatwiając przez to ich obsługę i dozór. Natomiast przy układzie, uwidocznionym na



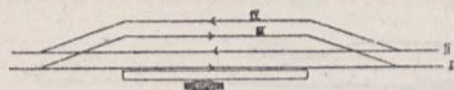
Rys. 457.



Rys. 458.

rys. 449, nie zachodzi potrzeba wyciągania pociągu po torze II przed peronem w czasie, gdy na torze I może stać właśnie pociąg osobowy.

Prosty układ toru prześcigowego przechodniego, wspólnego dla obu kierunków, pokazany jest na rys. 456, nie jest on jednak dogodny, gdyż wymaga szerokiego rozsunięcia torów głównych dla toru prześcigowego, pociąg zaś towarowy wymijany odgradza pociąg osobowy od budynku stacyjnego.

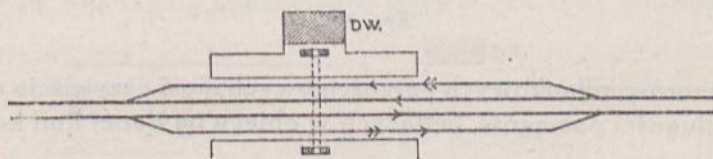


Rys. 459.



Rys. 460.

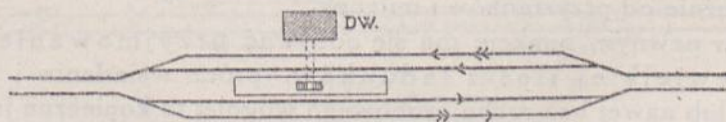
Układ torów prześcigowych przechodnich, uwidoczniony na rys. 457, wymaga długiej równi stacyjnej. W układzie torów, uwidocznionym na rys. 458, długość równi stacyjnej jest mniejsza, ale pociągi, wchodzące na tor III, muszą również przechodzić przed peronem osobowym. Jeżeli dla uniknięcia tych niedogodności umieścimy tory mijankowe po jednej tylko stronie torów głównych



Rys. 461.

(rys. 459 i 460), to stanie się nieuniknionem przecięcie jednego z torów głównych przy przejściu na tor mijankowy z drugiego toru głównego.

Okoliczności te inaczej się przedstawiają na mijankach linii o ruchu dalekim i podmiejskim, na których odbywa się wymijanie i wyprzedzanie pociągów towarowych i osobowych podmiejskich przez pociągi pośpieszne. Duży ruch oso-

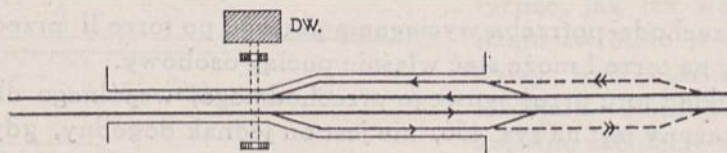


Rys. 462.

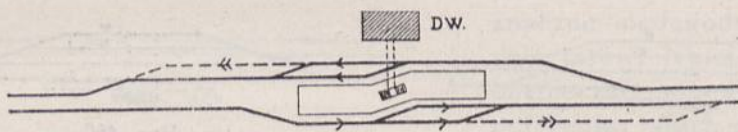
bowy miejscowy uzasadnia połączenie peronu z budynkiem stacyjnym przejściem dołem lub górą, i wówczas ułożenie torów prześcigowych z zewnątrz torów głównych, przy nich zaś dwóch peronów zewnętrznych, lub jednego peronu po-

między torami głównymi, jak wskazano na rys. 461 i 462, daje dobre rozwiązanie. Pociągi pośpieszne, nie zatrzymujące się na mijance, należy przepuszczać o ile możliwości po torze prostym, w każdym zaś razie układać zwrotnice tak, aby te pociągi przebiegały po nich w kierunku zasadniczego toru prostego.

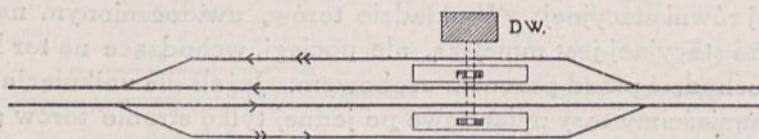
Jeżeli na mijance zatrzymują się również pociągi pośpieszne, to perony zewnętrzne mogą być wydłużone jak pokazano na rys. 463, lub urządzony jeden lub dwa perony wyspowe (rys. 464 i 465).



Rys. 463.



Rys. 464.



Rys. 465.

Długość torów mijankowych i prześcigowych musi oczywiście odpowiadać największej długości pociągów, będących w obiegu na danej linii kolejowej.

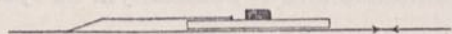
4. Małe stacje. Zeberka ładunkowe na liniach jednotorowych i dwutorowych. Tory ładunkowe przechodnie. Uniknięcie zwrotnic pod ostrze na liniach dwutorowych. Tory ładunkowe na mijankach. Tory zapasowe do postojów wagonów. Dworce, ładownie i magazyny na małych stacjach.

Przystanki osobowe i mijanki techniczne rzadko kiedy obyć się mogą bez torów i innych urządzeń do przyjmowania i wyprawiania ładunków. Zresztą potrzeba wykonywania tych operacji może wyniknąć na szlaku pomiędzy stacjami niezależnie od przystanków i mijanek.

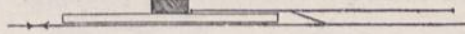
Jeżeli w pewnym punkcie ma się odbywać przyjmowanie i wyprawianie niewielkiej ilości ładunków, prócz wsiadania i wysiadania podróżnych lub nawet bez ruchu osobowego wogóle, to konieczne jest ułożenie jednego lub dwóch rozjazdów i toru do wystawiania wagonów. Jeżeli tor zeberkowy połączymy jednym tylko rozjazdem z torem głównym (rys. 466), to przystawianie wagonów do pociągu i odstawianie tychże może być wykonane parowozem pociągowym tylko w tym przypadku, gdy pociąg przebiega po zwrotnicy w kierunku z ostrza iglicy. Z tego względu korzystniej będzie ułożyć drugi

rozjazd i przedłużyć tor żeberkowy w obie strony tego rozjazdu (rys. 467), chyba że idzie tylko o przyczepienie lub odłączenie pojedynczego wagonu, który może być podstawiony ręcznie po rozłączeniu pociągu.

Na liniach dwutorowych urządza się w takich przypadkach po jednym żeberku przy każdym z torów głównych, które łączy się przejściem (o zwrotnicach



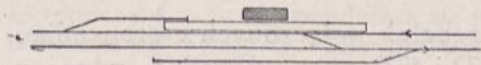
Rys. 466.



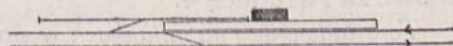
Rys. 467.

przebieganych z ostrza) dla możliwości podawania wagonów z jednego żeberka na drugie (rys. 468) i przejścia, w razie potrzeby, do ruchu po jednym torze, lub urządza się żeberko dwustronne z jednej strony torów głównych (rys. 469).

W układzie według rys. 467 korzystnie będzie, zamiast pojedynczego połączenia toru żeberkowego z torem głównym, dać dwa połączenia w odwrotnych

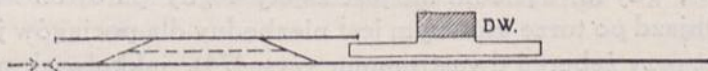


Rys. 468.



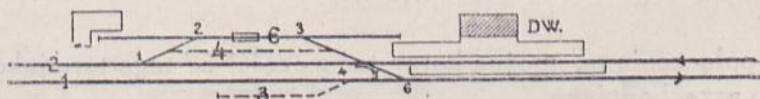
Rys. 469.

kierunkach (rys. 470) lub połączenie krzyżowe. Tor ładunkowy *przechodni* będzie łatwiej dostępny dla parowozów pociągów obu kierunków i uprości przetaczanie. Na linii dwutorowej, zamiast układu według rys. 469, lepszy będzie według rys. 471 z ułożeniem pojedynczego rozjazdu angielskiego 4—5. Ułożenie toru *zapasowego* 4 na wagony do odłączenia pozwoli uniknąć podwójnego cofania



Rys. 470.

się parowozu przy tym manewrze, ułożenie zaś toru 3 przecinania drugiego toru głównego przy odłączaniu wagonów od pociągów, idących po torze 1. Z dwóch części czołowych toru ładunkowego 6 najwłaściwiej będzie przeznaczyć żeberko od strony dworca do podstawiania wagonów z drobnicą, na którą przy małym ruchu można urządzić składzik w samym dworcu lub bezpośrednio przy nim.



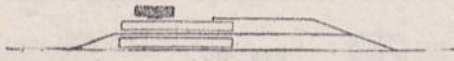
Rys. 471

Żeberko przeciwległe może służyć do ładunków wagonowych, ładowanych z placu lub z ładowni. Przechodnia część środkowa toru ładunkowego 6 będzie odpowiednia do urządzenia na niej wagi wagonowej.

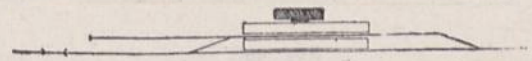
Przy tym układzie pociągi będą przebiegać po zwrotnicach wyłącznie z ostrza, a więc zabezpieczenie położenia zwrotnic nie będzie potrzebne dla bezpieczeństwa ruchu pociągów.

Zastosowanie każdego z wymienionych ulepszeń i udogodnień zależy winno w poszczególnych przypadkach od gęstości ruchu na linii i ilości ładunków miejscowych na stacji, a więc od korzyści, jakie się przez nie osiągnąć dadzą względnie do kosztów dodatkowych torów i zwrotnic.

W pociągach towarowo-osobowych, wagony osobowe, jako lżejsze, ustawiane są w tylnej części pociągu. Przy układzie torów, pokazanym na rys.



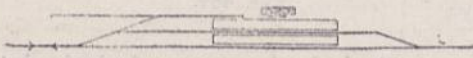
Rys. 472.



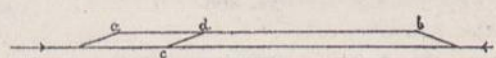
Rys. 473.

470 i 471, jeżeli pociąg idzie ze wschodu, to parowóz będzie mógł wykonać manewry z przednimi wagonami towarowymi, podczas gdy wagony osobowe będą stać przed peronem. Natomiast, jeżeli pociąg idzie z zachodu, to manewry z wagonami wypadnie wykonać gdy podróżni wysiądą, cofnąwszy wagony osobowe za zwrotnicę 4.

Tory ładunkowe na mijankach w postaci żeberek, połączonych z torem mijankowym zapomocą jednej zwrotnicy (rys. 472 i 473), nie są dogodne, gdyż wy-



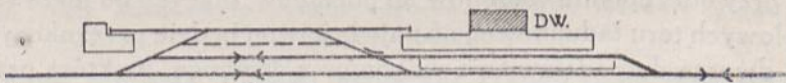
Rys. 474.



Rys. 475.

rzucanie na takie żeberko lub zabieranie z niego wagonów da się wykonać parowozami pociągów tylko jednego kierunku, przy układzie zaś według rys. 473 tylko wówczas, gdy tor sąsiedni nie jest zajęty i gdy parowóz może po nim objechać. Objazd po torze głównym jest niezbędny dla pociągów jednego kierunku również przy żeberku dwustronnym (rys. 474), jakkolwiek pozwala ono zabierać i odstawać wagony parowozami pociągów obu kierunków.

Jeżeli całkowita długość ab przechodniego toru mijankowego (rys. 475) bywa potrzebna tylko w razach wyjątkowych, naprz. podczas mobilizacji, to



Rys. 476.

ułożywszy połączenie cd , można korzystać z części ad tego toru jako z toru ładunkowego przechodniego.

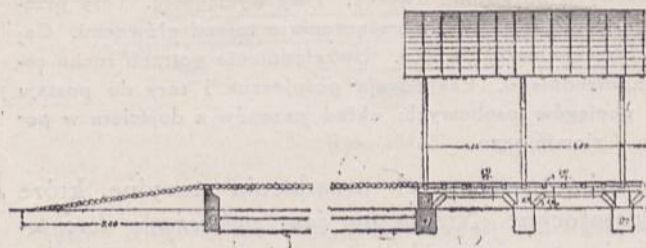
Tak niewielkie urządzenia mogą wystarczyć oczywiście tylko dla najskromniejszych potrzeb.

Bardziej sprawny układ torów ładunkowych na mijance otrzyma się według rys. 470, jak wskazano na rys. 476.

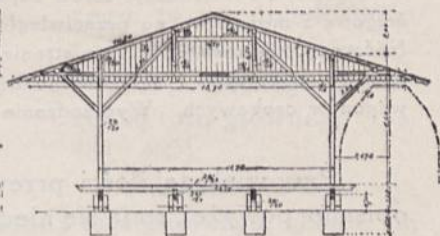
Na liniach dwutorowych tory towarowe mogą być podobnie urządzone w postaci żeberek lub torów przechodnich, odgałęziających się od torów przebiegających. Możliwe unikanie przytem zwrotnic przebiegających pod ostrze

Do ładowni przylega zwykle tejże szerokości magazyn (rys. 480c, d), o ile nie jest on przybudowany do dworca dla uproszczenia obsługi (rys. 478).

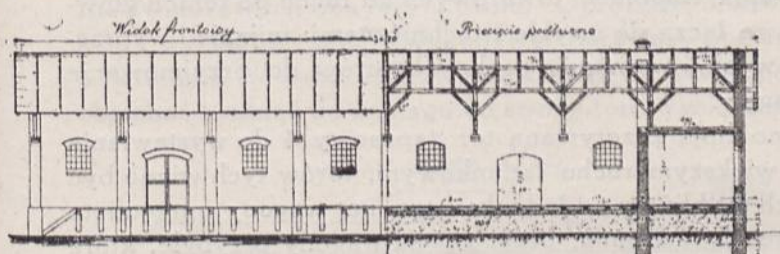
Ogólna powierzchnia ładowni i magazynu zależy od ilości towarów, któ-



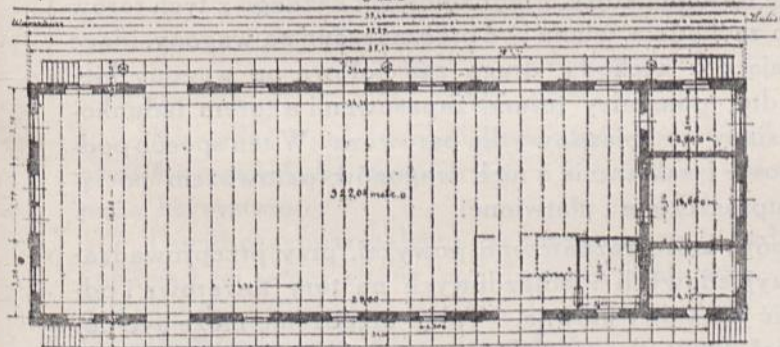
Rys. 480a



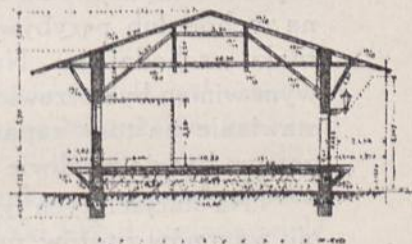
Rys. 480b.



Plan



Rys. 480c.



Rys. 480d.

rych przewozu się oczekuje, oraz od czasu, jaki przypuszczalnie pozostawać mają na stacji. Zwykle długość tych budowli określa się w ten sposób, żeby można było jednocześnie ładować i wyładowywać przy nich pewną ilość wagonów, którą dla małych stacji oznacza się na 3 do 4.

ROZDZIAŁ III.

Stacje średniego znaczenia.

1. Rozwój i specjalizacje torów zapasowych po stronie dworca. Tory wyciągowe. Tory prześigowe i mijankowe po przeciwległej stronie dworca; ich połączenie z torami głównymi. Całość urządzeń towarowych po stronie przeciwległej dworca. Uwzględnienie potrzeb ruchu towarowo-osobowego i towarowego bezpośredniego. Ekspedycja pośpieszna i tory do postaju wagonów osobowych. Wyprzedzanie pociągów osobowych; układ peronów z dojściem w poziomie szyn.

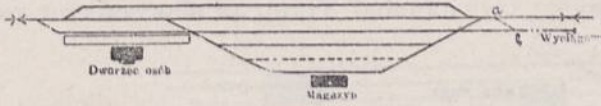
Przy większej ilości przewozów towarowych urządzenia stacyjne, które opisano powyżej, stają się niedostateczne. Niezbędne jest *zwiększenie ilości torów zapasowych* do postaju wagonów towarowych i rozszerzenie magazynu, co wymaga urządzenia go w pewnej odległości od dworca. Pożądane jest również uniezależnienie przetaczania wagonów towarowych od ruchu po torach głównych. Operacje ładunkowe łączą się zwykle z technicznymi: mijania i wyprzedzania pociągów towarowych, i wymagają osobnych torów do przyjmowania i wyprawiania tych pociągów.

Na rys. 471 pokazano linią przerywaną tor zapasowy 4 do wystawiania wagonów. Przy nieco większym ruchu ładunkowym, torów tych winno być conajmniej dwa, z których tor bliższy od ładunkowego na wagony uprzątnięte z tego toru i przeznaczone do zabrania, drugi zaś na wagony przybyłe, które mają być podstawione na tor ładunkowy. Jedna połowa każdego z tych torów zapasowych, dajmy na to zachodnia, winna być przeznaczona na wagony, idące na zachód lub przybywające z zachodu, druga zaś połowa na wagony kierunku wschodniego. Nadto, pomiędzy torami zapasowymi a torem ładunkowym winien być przewidziany tor objazdowy dla parowozu. W ten sposób podstawianie na tory zapasowe i zabieranie z nich wagonów parowozem pociągowym będzie możliwie uproszczone i ułatwione.

Na stacjach tych typów, które rozpatrzono powyżej, przy przeprowadzaniu wagonów z torów przyjazdowych i odjazdowych na tory towarowe i odwrotnie, wypada wyciągać je na tory główne. Takie urządzenie może być dopuszczone tylko na małych stacjach, przez które pociągi przebiegają w dłuższych odstępach czasu. Niewielkie manewry, jakie się na tych stacjach odbywają, mogą być wykonane w czasie, gdy sąsiednie odstępy międzystacyjne nie są zajęte pociągami. *Wyciąganie wagonów na tory główne* w innym czasie jest ryzykowne, pomimo zabezpieczenia sygnałami, i należy go unikać. Dla możliwości wyciągania wagonów na tor główny potrzeba również, ażeby za stacją tor ten nie był położony na znaczym spadku, gdyż wtedy wpychanie na stację dużej ilości wagonów mogłoby okazać się trudem.

Z powyższego wynika, że wyciąganie wagonów na tor główny wymaga sprzyjających warunków ruchu i przekroju podłużnego. Na liniach drugorzędnych, o ile warunki te nie są pomyślne, na liniach zaś pierwszorzędnych o ile możliwości zawsze należy urządzać do wyciągania wagonów oddzielne *tory wyciągowe*, ułożone w ten sposób, aby przetaczanie mogło się odbywać niezależnie od przyjazdu i odjazdu pociągów.

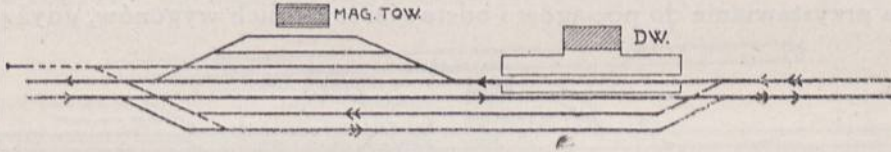
Tor wyciągowy, którego długość użytkowa powinna o ile możności odpowiadać całkowitej długości pociągu, ułożyć wypadnie od strony torów ładunkowych na przedłużeniu toru mijankowego, jeżeli zaś jest on położony z drugiej strony toru głównego, to na przedłużeniu toru zapasowego towarowego, położonego najbliżej od toru głównego (rys. 481 i 482).



Rys. 481.

Aby można było wyciągać wagony z torów, położonych z drugiej strony toru głównego, układa się pomiędzy nim a torem wyciągowym połączenie *ab* (rys. 481). Przy każdym wyciąganiu przez to połączenie trzeba przecinać pojedynczy tor główny, na liniach zaś dwutorowych oba tory główne. Oprócz tego, ażeby wyciąganie wagonów na tor wyciągowy mogły wykonywać parowozy pociągów, dążących w kierunku odwrotnym (w lewo), należy przewidzieć tor wolny, po którym parowóz mógłby objechać i stanąć do pociągu od strony toru wyciągowego.

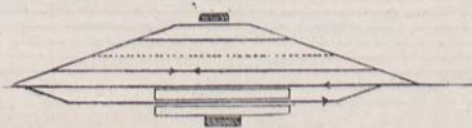
Aby można było wyciągać wagony z torów, położonych z drugiej strony toru głównego, układa się pomiędzy nim a torem wyciągowym połączenie *ab* (rys. 481). Przy każdym wyciąganiu przez to połączenie trzeba przecinać pojedynczy tor główny, na liniach zaś dwutorowych oba tory główne. Oprócz tego, ażeby wyciąganie wagonów na tor wyciągowy mogły wykonywać parowozy pociągów, dążących w kierunku odwrotnym (w lewo), należy przewidzieć tor wolny, po którym parowóz mógłby objechać i stanąć do pociągu od strony toru wyciągowego.



Rys. 482.

Jak widać z powyższego, umieszczenie towarowych torów mijankowych i prześcięgowych z przeciwległej strony dworca, a więc z innej niż tory ładunkowe, nie wypada korzystnie.

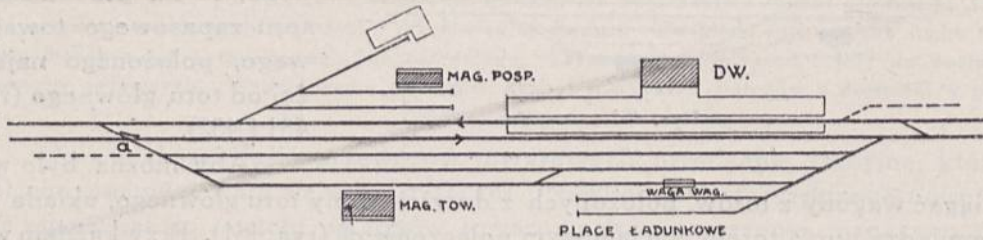
Dotąd przypuszczaliśmy, że tory towarowe ładunkowe i zapasowe położone są z tej samej strony, co i dworzec osobowy. Taki układ posiada wiele dogodności. Bliskość i łatwość dojazdu do stacji z miejscowości handlowej lub zaludnionej, przy której jest położona, posiadają jednakowe znaczenie tak dla ruchu osobowego jak i towarowego i z tego powodu najprościej jest, aby zarówno dziedziniec osobowy, jak i towarowy, były umieszczone od strony tejże



Rys. 483.

miejscowości. Na małych stacjach można połączyć oba dziedziniec w jeden i urządzić magazyn towarowy przy dworcu osobowym, co znacznie ułatwi czynności, dotyczące przyjmowania i wyprawiania podróżnych i ładunków. W każdym razie jest możliwość przeprowadzenia do obu dziedzińców wspólnej drogi dojazdowej w najkrótszym kierunku. Wreszcie, umieszczając dworzec osobo-

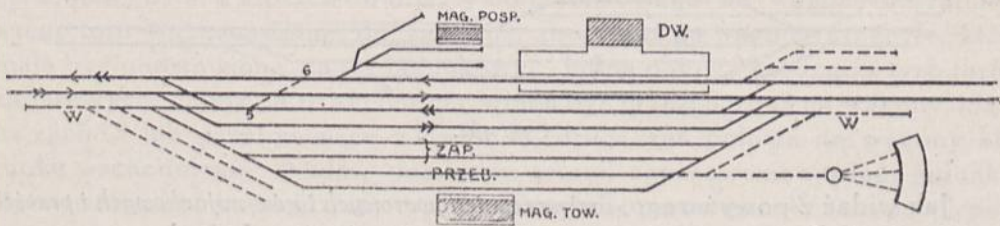
wy i dziedziniec towarowy z tej samej strony linii głównej, pozostawia się drugą jej stronę wolną do rozwoju stacji. Należy jednakże zaznaczyć, że przy znacznym rozwoju torów stacja otrzymuje kształt wyciągnięty, wymagający długiej równi, a nadto sąsiedztwo gospodarstw osobowego i towarowego sprawia,



Rys. 484.

że rozgraniczenie ich staje się trudniejsze niż wtedy, gdy torowiska towarowe są umieszczone ze strony przeciwległej dworcowi osobowemu (rys. 483).

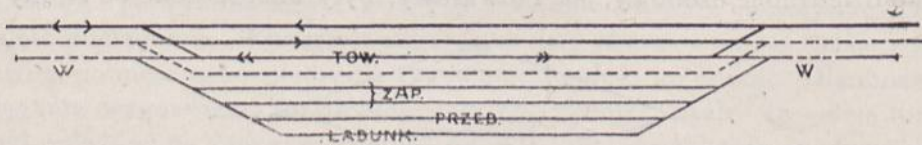
Tory towarowe przechodnie, umieszczone od strony przeciwległej dworca i mające dostateczną długość, nadzwyczaj upraszczają przetaczanie, którego wymaga przystawianie do pociągów i odstawianie od nich wygonów, gdyż pozwa-



Rys. 485.

lają wykonywać je parowozami pociągów obu kierunków, chociażby wszystkie tory były zajęte.

Tor wyciągowy na liniach dwutorowych najodpowiedniej jest umieścić od strony przyścia pociągów po najbliższym torze głównym (rys. 484) w celu uniezależnienia przetaczania od przecięcia toru głównego od tej strony.



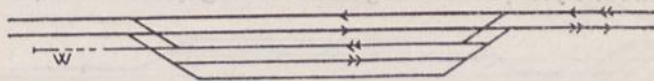
Rys. 486.

Przecięcie to jest znacznie niebezpieczniejsze, niż od strony wyjścia pociągów, pociąg bowiem wchodzący jest w rękę maszynisty, wyprawieniem zaś pociągu dysponuje dyżurny ruchu.

Tory mijankowe i prześcigowe dla pociągów towarowych mogą być umieszczone pomiędzy torami głównymi a zapasowymi i ładunkowymi. Strony do-

datnie i ujemne położenia torów mijankowych i prześcigowych z tej samej strony torów głównych, co tory ładunkowe, były już omówione wyżej (p. str. 473).

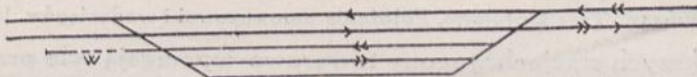
Połączenie torów prześcigowych z głównymi i z wyciągowym, pokazane na rys. 485 daje największą niezależność jednoczesnego wejścia i wyjścia pociągów oraz przetaczania na torach ładunkowych, wymaga jednak większej długości



Rys. 487.

torów oraz większej ilości zwrotnic. Dlatego też najczęściej napotyka się układy, wskazane na rys. 487 i 488, wprawdzie gorsze, lecz prostsze i tańsze.

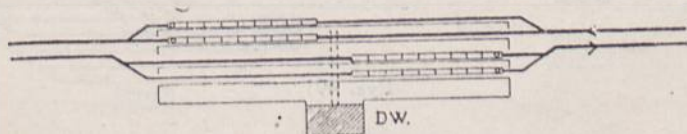
Jeżeli kursują pociągi towarowo-osobowe, to potrzebne jest połączenie 5—6 z torem wyciągowym, pokazane na rys. 485. Jeżeli na danej linii są w ruchu pociągi towarowe bezpośrednie, których skład nie zmienia się na stacji, to pożądane jest ułożenie dla nich osobnego toru prześcigowego od strony dworca, ażeby nie przecinały drugiego toru głównego. Na większych stacjach urządza się dwa tory wyciągowe, dla każdego kierunku po jednym.



Rys. 488.

Miejsce od strony dworca zwolnione po przeniesieniu magazynu towarowego, da się dobrze wyzyskać dla ekspedycji pośpiesznej, postoju zapasowych wagonów osobowych i in. Pożądane jest, aby miejsce na te urządzenia wypadło od strony odejścia pociągów (rys. 484), aby przetaczanie na połączeniach z niemi mógł wykonywać parowóz pociągowy.

Układ torów na stacjach linii jednotorowej należy projektować wogóle tak, jak na linii dwutorowej, kasując następnie tory zbyteczne. W ten sposób zapewnia się możliwość łatwego przejścia do odpowiedniego układu torów na stacji, gdy zajdzie potrzeba budowy toru drugiego. Tak naprz. układ torów, pokazany

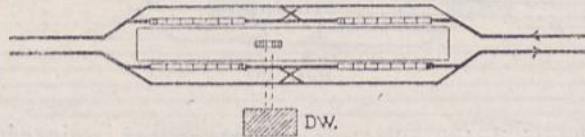


Rys. 489.

na rys. 485, wypadłby dla linii jednotorowej jak wskazano liniami pełnymi na rys. 486.

Jeżeli na stacji odbywa się, prócz wyprzedzania pociągów towarowych, również wyprzedzanie pociągów osobowych przez pośpieszne, to dla ich przyjęcia wypadnie tory peronowe rozszczepić. Jeżeli przytem stacja nie posiada połączenia peronu międzytorowego z dworcem zapomocą przejścia dolnego lub

górnego, to tor prześcigowy należy przedłużyć tak, aby dojście podróżnych do pociągu wyprzedzającego, który się zatrzymuje na stacji przy peronie międzytorowym, mogło się odbywać z tyłu pociągu wyprzedzanego (rys. 489). Połączenia krzyżowe takich torów prześcigowych z głównymi (rys. 490) umożliwią postój przy jednym peronie międzytorowym czterech pociągów jednocześnie. Urządzenie takie nie jest jednak dogodne ze względu na dużą długość peronów

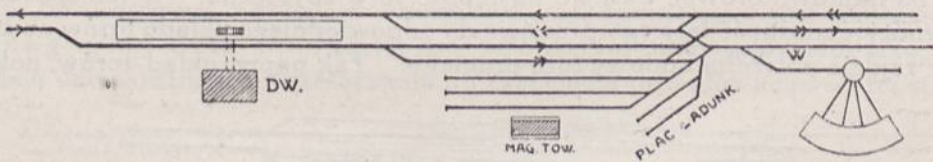


Rys. 490.

i dojść podróżnych do pociągów, a także nie może być uważane za dość bezpieczne. Z tych względów należy stosować w wymienionym przypadku o ile możliwości jeden z układów, wskazanych przy rozpatrzeniu mijanek na rys. 463, 464 i 465.

2. Stacje, na których wagony są przetaczane parowozami manewrowymi. Jeden lub oba tory prześcigowe pomiędzy głównymi. Tory towarowe objazdowe. Stacje, na których część pociągów bieg swój kończy. Tory postojowe. Położenie parowozowni i wodociągów. Dworce osobowe

Na większych stacjach wagony towarowe wymagają tyle przetaczania, że nie może być ono wykonywane parowozami pociągowymi i potrzebne są do tego *osobne parowozy manewrowe*. W tych warunkach można dopuścić, aby wyciąganie wagonów z torów prześcigowych i podawanie ich na tory ładunkowe odbywało się tylko z jednego końca tych torów, a więc układ torów może być pomyślany inaczej, niż to było niezbędne na stacjach pomniejszych dla uniknięcia przy przetaczaniu przecinania zasadniczych torów głównych na obu końcach stacji. Jeżeli *jeden z torów prześcigowych* będzie ułożony *między torami głównymi*, od strony wyjazdu ze stacji po drugim torze głównym, to przy wyciąganiu z nie-



Rys. 491.

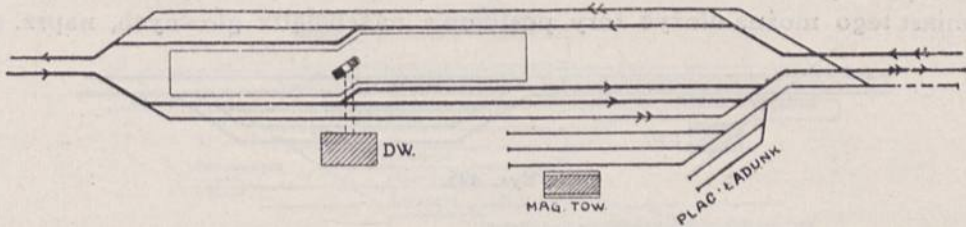
go wagonów będzie się przecinać tor główny tylko od strony wyjścia pociągów, co może być dopuszczone.

Układ stacji tak pomyślanej może być przyjęty (według *Oder'a*) jak pokazano na rys. 491. Układ torów ładunkowych, dostępnych od zajazdu do dworca, jest tu bardzo dogodny, jednakże stacja jest wydłużona.

Jeżeli *oba tory prześcigowe (główne towarowe)* umieścimy *zewnątrz torów głównych* osobowych, urządzając przejście do peronów dołem lub górą (rys. 492), to stacja się skróci, jednakże nie da się uniknąć przy wyciąganiu wagonów przecię-

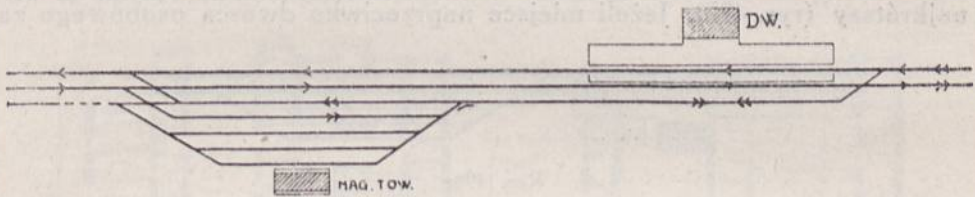
cia obu zasadniczych torów głównych, wprawdzie skupionego w jednym tylko końcu stacji.

W pewnych razach tory przyjęcia i wyprawiania pociągów towarowych nie mogą być umieszczone w bliskości dworca i położone są w pewnej od niego



Rys. 492.

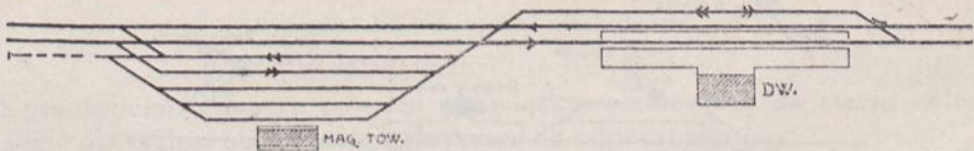
odległości. Wynika stąd dłuższe zajęcie przez te pociągi zasadniczych torów głównych i przejście ich przed peronami. Niedogodności te mogą być usunięte, jeżeli będzie ułożony po stronie przeciwległej dworca *tor towarowy objazdowy* (rys. 493). W podobnych przypadkach pożądane jest, aby tory przyjęcia i wyprawiania pociągów towarowych znajdowały się również po stronie przeciwle-



Rys. 493.

głej dworca, w przeciwnym bowiem razie wynika przecięcie zasadniczych torów głównych po obu końcach peronów (rys. 494)

W układach stacji przechodnich, które rozpatrzono dotąd, przypuszczano się, że pociągi, które na stację przychodzą, idą następnie dalej w tym samym kierunku. Jeżeli zaś część pociągów osobowych kończy swój bieg na stacji i powraca

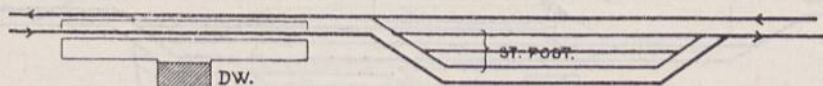


Rys. 494.

w kierunku odwrotnym, jak to się zdarza naprz. na stacjach podmiejskich, to opróżniony skład pociągu przybyłego nie może zbyt długo zajmować toru przyjazdowego, który bywa potrzebny dla innych pociągów, i skład ten, w oczekiwaniu wyprawienia, winien być odstawiony na tory boczne, tak zwane *tory postojowe*.

Odstawienie w tym przypadku składu pociągu na tory postojowe bywa tembardziej niezbędne, że wymaga on zwykle przed wyprawieniem w drogę

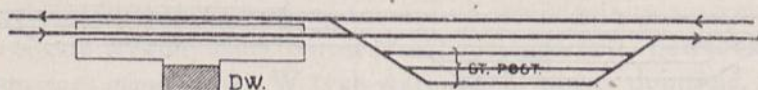
powrotną oczyszczenia, zaopatrzenia w różne materiały, a często również przedstawienia wagonów lub zmiany ich ilości. Najodpowiedniej byłoby umieścić tory postojowe pomiędzy głównymi (rys. 495), gdyż przy podstawianiu i uprzężaniu składów nie trzeba byłoby przecinać drugiego toru głównego. Wymagałoby to jednak rozsunięcia torów głównych, co zwykle bywa niedogodne. Zamiast tego można ułożyć tory postojowe nazewnątrz głównych, naprz. od



Rys. 495.

strony dworca i odejścia pociągów (rys. 496). Jeżeli ilość pociągów, kończących bieg na stacji, jest duża, to wypadnie przewidzieć do ich przyjmowania i wyprężania osobne tory peronowe, o czym będzie powiedziane niżej, por. str. 488.

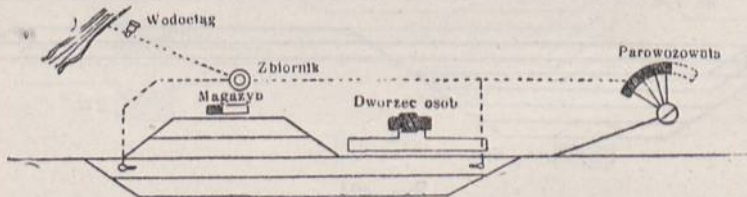
Na stacjach, gdzie znajduje się *parowozownia*, umieszcza się ona w pewnym oddaleniu od torów osobowych i towarowych, ażeby nie przeszkadzała ich rozwojowi. Przytem jednakże należy mieć na względzie, aby przebieg parowozów z parowozowni do pociągów, oczekujących na ich zmianę, był o ile można jak najkrótszy (rys. 497). Jeżeli miejsce naprzeciwko dworca osobowego zaj-



Rys. 496.

mują tory towarowe i magazyny przy nich, to parowozownię należy umieścić z tej samej strony, co i dworzec osobowy. W każdym razie należy przewidzieć wolny tor objazdowy dla parowozów, podążających do pociągów jednego z dwóch kierunków (rys. 498).

Baszta wodna umieszcza się od strony źródła, zasilającego wodociąg, i w pewnym oddaleniu od torów. Rury, rozprowadzające wodę z baszty wod-



Rys. 497.

nej, należy układać w ten sposób, aby przecinały jak najmniejszą liczbę torów (rys. 497) i o ile możliwości pod kątem prostym.

Wewnętrzne urządzenie *dworca osobowego* na stacji średniego znaczenia (rys. 499) obejmować winno, prócz pomieszczeń (odpowiednio zwiększonych), jakie wymieniono powyżej dla małych stacji, sale bufetowe I i II klasy oraz III klasy z kuchniami i pomieszczeniem dla utrzymującego bufet i dla służby,

bocznych, po których ruch odbywa się z niewielką prędkością, mogą być stosowane rozjazdy o stosunku skrzyżowania nie większym jak 1 : 7. Ilość rozjazdów i grup rozjazdów należy ograniczyć do liczby niezbędnej dla należytej pracy stacji. Rozjazdy w torach głównych należy umieszczać w ten sposób, aby pociągi przechodziły pod ostrze tylko przez rozjazdy, niezbędne do skierowania pociągów (bez cofania) na przeznaczone dla nich tory. Rozjazdy należy rozmieszczać tak, aby tworzyły zwarte grupy oraz krótkie i wyraźne drogi zwrotnicze, zastosowane do warunków, wymaganych przy projektowaniu urządzeń nastawczych. Na stacjach kolei jednotorowych tor główny winien być przeprowadzony przez rozjazdy w kierunku prostym, aby uniknąć zmniejszenia prędkości pociągów, przechodzących bez zatrzymania. Jeżeli dostęp do peronu międzytorowego urządony jest w poziomie szyn, to osobowy tor mijankowy winien być ułożony od strony dworca, aby pociągi, przechodzące bez zatrzymania, przejeżdżały poza pociągiem wymijanym. Jeżeli rozjazd odchyła się od prostej, przylegającej do łuku w ten sposób, że krzywa rozjazdu biegnie w kierunku przeciwnym do krzywej toru zasadniczego, to przed ostrzami iglic zwrotnicy powinien pozostać odcinek toru prostego o długości co najmniej 6 m. W razie potrzeby ułożenia rozjazdu w łuku, należy unikać rozjazdów o torze zasadniczym prostym, stosując natomiast rozjazdy łukowe o promieniu toru zasadniczego mniejszym lub tymże co w łuku pierwotnym.

Przy projektowaniu stacyj należy zwrócić baczną uwagę na racjonalny układ torów mijankowych i prześcigowych, przewidując na liniach o znaczniejszym ruchu osobne tory dla każdego kierunku ruchu, oraz połączenia, skutecznie zapobiegające możliwości zderzenia się pociągów przychodzących i odchodzących. Układ torów bocznych winien być o ile możliwości taki, aby przetaczanie mogło się odbywać niezależnie od ruchu pociągów po torach głównych. Na kolejach pierwszorzędnych osobne tory wyciągowe powinny być urządzone nawet na stacjach pośrednich o umiarkowanej pracy przetokowej. Zwłaszcza na liniach dwutorowych należy unikać wyciągania pociągów na tor główny za zwrotnicę wejściową. Przy znacznej pracy przetokowej tory wyciągowe winny łączyć się z torami bocznymi stacji w ten sposób, aby ruch pociągów nie utrudniał przetaczania. Dla zabezpieczenia pociągów przy zbiegu przeciwnych kierunków ruchu, winny być urządzone na torach głównych żeberka ochronne. Długość użytkowa żeberka ochronnego w warunkach zwykłych nie powinna być mniejsza od 50 m. Długość użytkowa żeberek ochronnych, przeznaczonych do zatrzymania pociągów, biegnących z dużą prędkością, winna być nie mniejsza jak 150 m. Koniec żeberka przy torze głównym zasypuje się piaskiem na długości 20 do 30 m. Przejazdów w poziomie szyn w obrębie stacji należy unikać; w każdym razie nie powinny one krzyżować pociągów stojących na stacji.

Na przystankach linii dwutorowych, z dostępem do peronów w poziomie szyn, winny być urządzone perony zewnętrzne, o ile tylko pozwalają na to warunki miejscowe. Perony mogą być umieszczone naprzeciwko siebie, albo też rozbieżnie z obu stron drogi zwyczajnej, przecinającej tory, przytem tak, aby zatrzymujące się pociągi nie zagradzały przejazdu. W ostatnim wypadku pierwszeństwo należy oddać zatrzymywaniu pociągów przed przejazdem. O ile dostęp publiczności do peronów nie jest wolny i perony są ogrodzone, powinny być urządzone przejścia biletowe, obliczone na największy dopływ podróżnych. Przejścia te powinny być tak rozmieszczone, aby dostęp do pociągów był możliwie najkrótszy, drogi zaś podróżnych nie krzyżowały się. Przepusty biletowe nie powinny utrudniać połączenia pomieszczeń służbowych z peronami. Na stacjach o ożywionym miejscowym ruchu podróżnych należy przewidzieć osobne wejścia na perony i wyjścia z peronów. Wyjścia powinny o ile możliwości prowadzić bezpośrednio na zewnątrz dworca, przyczem należy zwracać uwagę na dogodne połączenia wyjść z miejscem wydawania bagażu. Przy dostępie do peronów międzytorowych lub zewnętrznych górą lub dołem, podłoga dworca winna się znajdować o ile możliwości w poziomie tunelu, względnie przejść ponad torami. O ile po-

też z końca peronu, 38 cm lub 76 cm (wysokość 76 cm zaleca się zwłaszcza przy dostępie górą); c) na przystankach i stacjach o małym ruchu podróźnych perony mogą być obniżone częściowo lub całkowicie do poziomu szyn. *Odległość* krawędzi peronów *od osi toru* winna wynosić: dla peronów o wysokości do 38 cm 1,52 m, dla peronów o wysokości 76 cm 1,65 m. *Długość peronów* winna odpowiadać największej długości pociągów osobowych, zatrzymujących się przy nich. Przy dostępie w poziomie szyn, perony powinny być przesunięte względem siebie w kierunku podłużnym tak, aby dostęp do peronu międzytorowego mógł być od tyłu pociągu, stojącego przy peronie głównym.

Tory i urządzenia, przeznaczone do ruchu towarowego miejscowego, winny być o ile możliwości zgrupowane na stacji w jednym miejscu i położone z tej strony stacji, z której spodziewany jest większy ruch ładunków miejscowych. Tory te powinny być w ten sposób połączone z torami przyjęcia i wyprawiania pociągów towarowych, aby przetaczanie wagonów towarowych nie dotykało torów głównych osobowych. Magazyny i rampy ekspedycji pośpiesznej winny być tak położone, aby wagony z ładunkami pośpiesznymi mogły być z łatwością odczepiane i doczepiane zarówno do pociągów pośpiesznych towarowych, jak i do pociągów osobowych. Na małych stacjach o nieznacznym obrocie towarowym, gdy jeden urzędnik stacyjny wystarcza do załatwiania ekspedycji zarówno towarowej, jak i osobowej, należy umieszczać urządzenia towarowe obok dworca, przyczem magazyn towarowy może być nawet połączony bezpośrednio z dworcem. Podłoga ładowni i magazynów winna wznosić się nad główką szyny o 1,10 m, nad poziomem zaś ulicy dojazdowej od 0,80 do 1,00 m. Poziom ulic przy torach ładunkowych zaleca się podnosić do 20 cm nad główką szyny.

Na stacjach, na których znajdują się *parowozownie*, należy przewidzieć składy opału z urządzeniami do ładowania opału, wodociągi z żórawiami wodnemi, kanały rewizyjne oraz obrotnice lub trójkąty do obrotu parowozów. W miarę potrzeby powinny być również urządzane naprawnie taboru i składy zasobów, jako też pomieszczenia do odpoczynku i noclegu drużyn parowozowych. Parowozownie winny być umieszczane i łączone torami z innymi częściami stacji tak, aby dojście parowozów do pociągów i od pociągów oraz do wszystkich części stacji było jaknajdogodniejsze i nie tamowało ruchu pociągów. Ilość i rozmieszczenie *żórawi wodnych* winny być takie, aby parowozy pociągów osobowych obu kierunków jazdy mogły nabierać wodę bez odczepiania od pociągów, parowozy zaś pociągów towarowych dochodzić do żórawi możliwie bez zajazdów.

Plany stacyj wykreśla się w ten sposób, aby strona lewa i prawa były orientowane tak samo, jak na przekroju podłużnym danej linii kolejowej. Tory główne, stanowiące przedłużenie przez stację torów na szlaku (zasadniczych), numeruje się cyframi arabskimi 1 i 2, a mianowicie tor prawy, patrząc w kierunku od początkowego punktu linii, ustalonego przez ministerjum kolei, oznacza się cyfrą 1, lewy zaś cyfrą 2. Tory stacyjne, położone od strony prawej torów głównych, oznacza się cyframi nieparzystymi 3, 5, 7 i t. d., położone zaś od strony lewej torów głównych numerami parzystymi 4, 6, 8 i t. d. Szczegółowe przepisy o projektowaniu stacyj i formie projektów tychże, obowiązujące na polskich drogach żelaznych, pomieszczono w Dz. Urz. M. K. Nr. 5 z r. 1924.

ROZDZIAŁ IV.

Duże stacje osobowe. Wiadomości ogólne.

1. Uwagi o dużych stacjach w ogóle. Rozczłonkowanie dużych stacyj. Stacje osobowe i stojowe, ładunkowe i rozrządowe. Stacje warsztatowe. Wejście linii kolejowych na stację i doprowadzenie ich do peronów. Przecięcia torów głównych w poziomie. Odcinki wspólne. Dojście podróźnych do peronów i dowóz bagażów. Perony osobowe i wiaty. Stacje graniczne zdawczo-odbiorcze i rewizyjne.

Do dużych stacyj należą zwykle, jak to zaznaczono już powyżej, stacje krańcowe lub węzłowe, wyróżniające się wogóle daleko większą różnorodnością

typów w porównaniu z niewielkimi stacjami pośrednimi. Bliskość środowisk zaludnionych oraz konieczność przystosowania się do warunków terenu i innych, jeszcze bardziej wpływają na różnorodność ustroju dużych stacji, których przykłady najlepiej potwierdzają trafność poglądu, że niema stacji, która by mogła być dokładnym wzorem dla innej.

Im stacja jest większa, tem niezbędniejszym się staje rozczłonkowanie jej na części, mające specjalne przeznaczenie. Taki podział zwiększa sprawność całości, jednocześnie zaś ułatwia jej rozmieszczenie w pobliżu miast, ze względu, że nie dla wszystkich części potrzebna jest bliskość do środka zaludnienia.

Potrzeba oddzielenia urządzeń osobowych od towarowych daje się odczuwać już na stacjach średniego znaczenia, o czym było mówione powyżej (p. str. 474). Na dużych stacjach potrzeba tego podziału doprowadza do urządzenia osobnych *stacji osobowych* i *stacji towarowych*.

Jednakże, oprócz podziału według rodzaju przewozów, wyodrębniają się w każdym z tych rodzajów stacji urządzenia, służące przeważnie do załatwiania handlowych czynności przewozów, jako to wyprawiania i przyjmowania podróźnych i towarów, któremi są grupy torów lub *stacje osobowe w ściślejszem znaczeniu* i *stacje ładunkowe*, od urządzeń, których wymaga technika ruchy stacyjnego, a któremi są grupy torów lub osobne *stacje postojowe* i *stacje rozrządowe*.

Wzajemne położenie tych stacji lub części stacji o przeznaczeniu specjalnem zależy od warunków miejscowych, charakteryzuje się jednak najogólniej dążeniem, aby dworce osobowe i stacje ładunkowe były możliwie zbliżone do środka zaludnienia i aby stacje postojowe i rozrządowe były dobrze rozwinięte, chociażby w dość znacznem od pierwszych oddaleniu, dla uniknięcia kosztownego wywłaszczenia gruntów i burzenia budynków.

Chociażby jednak wymienione grupy torów lub stacje, przeznaczone specjalnie do czynności handlowo-przewozowych lub techniczno-ruchowych, osobowych i towarowych, nie były położone w znacznem od siebie oddaleniu, lecz w sąsiedztwie jedna przy drugiej, to i wówczas każda z nich stanowiłaby tak odrębną całość, że najodpowiedniejszym będzie rozpatrzenie każdej z nich oddzielnie.

Pewne urządzenia dla potrzeb eksploatacji kolejowej, jako to warsztaty naprawy taboru i in., wymagają również rozwinięcia dużej ilości torów i specjalnego ich ugrupowania i posiadają niekiedy własne *stacje warsztatowe*. Stacje te posiadają znaczenie wyłącznie gospodarcze i nie mają istotnego związku z poprzednio wymienionemi.

Duże stacje osobowe obsługują zwykle więcej niż jedną linię kolejową, i są bądź punktami krańcowemi, bądź punktami rozgałęzienia lub skrzyżowania dwu lub więcej linii. Pociągi tych linii są często przyjmowane i wyprawiane jednocześnie, albo w krótkich odstępach czasu, co jest na dużych stacjach nieuniknione ze względu na konieczność osiągnięcia połączeń pomiędzy pociągami, wyprawianemi na jedne linie, a pociągami przybywającemi z drugich linii. W tych warunkach *doprowadzenie do peronów torów głównych każdej linii kolejowej, wchodzącej na stację, niezależnie od torów innych linii* jest wysoce pożądane,

gdyż wtedy tylko da się osiągnąć niezależność przyjmowania i wyprawiania pociągów różnych kierunków. Linje jednotorowe winny być na stacji rozdwojone.

Żądanie *niezależnego doprowadzenia torów głównych* do peronów nie zawsze można wypełnić ze względu na krzyżowanie się linii, odgałęzienia torów głównych towarowych i in., których wykonanie bez przecięć w poziomie wymaga budowy kosztownych wiaduktów i często ze względu na warunki miejscowe nie da się osiągnąć. Dla tego też zadowalają się zwykle *ograniczeniem do minimum przecięć torów głównych w poziomie* z zachowaniem o ile możności warunku, wskazanego już wyżej (str. 474), co do nie przecinania w poziomie torów przyjazdowych przez przyjazdowe.

Również warunek, aby każda z linii posiadała na stacji *własne tory główne*, nie zawsze bywa wypełniony. Linje kolejowe, dochodzące do stacji, często dla braku miejsca lub ze względów oszczędnościowych zlewają się ze sobą i dopiero w bliskości dworca osobowego i peronów znów się rozgałęziają w miarę potrzeby. Takie *odcinki wspólne*, zmniejszające zdolność przepustową linii, są bardzo niepożądane.

Przy wejściu na odcinki wspólne urządza się posterunki ruchu i tory mijankowe dla zapewnienia bezpieczeństwa i niekrępowania o ile możności ruchu pociągów.

Przejście podróżnych i przewóz bagażów w poziomie szyn, również jak przecięcia torów, są, zwłaszcza przy częstszym ruchu pociągów, źródłem niebezpieczeństwa i przyczyną ciągłego skrępowania tego ruchu.

Rozpatrując powyżej urządzenia stacyj pomniejszych, przypuszczaliśmy, że przejście podróżnych do pociągu, stojącego na torze drugim od peronu głównego, a czasem i na torach dalszych, również jak przewóz bagażów, odbywa się przeważnie po pomoście w poziomie szyn urządzonym, jak to przyjęto na większości stacyj dróg żelaznych polskich i niektórych zagranicznych. Jednakże, w miarę wzrastania ruchu kolejowego, na niektórych drogach żelaznych przyjęto już za zasadę, aby nie urządzać takich przejść, nawet na stacjach pomniejszych. Na stacjach przechodnich wymaga to urządzenia pomiędzy dworcem a peronami tuneli pod torami lub mostów nad nimi, co ze względu na trudności techniczne często pociąga za sobą duże koszty.

Na dużych stacjach przechodnich uniknięcie przejść podróżnych i przetaczania bagażu przez tory staje się, ze względu na warunki ruchu, wprost niezbędne. Wybór pomiędzy tunelem a mostem, zależy od tego, jaki jest poziom szyn względnie do poziomu wejścia do dworca od ulicy. Zejścia do tuneli osobowym urządzone są po schodach, zaś w Stanach Zjednoczonych A. P. często po równiach pochyłych o pochyleniu, dochodzącem do $\frac{1}{8}$. Bagaże podawane są z jednego piętra na drugie zapomocą dźwigów.

Rozszczepienie zasadniczych torów głównych i ułożenie dodatkowych torów do przyjęcia i wyprawiania pociągów staje się na dużych stacjach często niezbędne. Powoduje to *zwiększenie ilości peronów*, a wraz z dojściem do nich nie w poziomie i koniecznością pomieszczenia schodów, dużą powierzchnię peronów, odpowiednio do masy podróżnych, którzy po nich przechodzą.

Na peronach odbywa się często przesiadanie podróżnych i oczekiwanie drugiego pociągu. Te okoliczności wymagają zabezpieczenia podróżnych od opadów atmosferycznym przez *pokrycie peronów*, oddzielnie lub wraz z torami, wielkimi wiatami, zwykle oszklonemi.

Najmniejsze wymiary peronów podane były wyżej (p. str. 461 i 463); zwiększenie ich zależy od długości pociągów i ilości podróżnych, którzy mają z nich korzystać.

Stacje graniczne wymagają uwzględnienia, prócz tego, niektórych potrzeb specjalnych.

Ruchem pociągów pomiędzy stacjami granicznymi, położonymi z obu stron granicy państwa, mogą zawiadywać władze kolejowe krajowe lub zagraniczne. Na tej stacji granicznej, tak zwanej zdawczo odbiorczej, na której władza zawiadująca ruchem pociągów się zmienia, odbywa się zdawanie podróżnych, bagażu i towarów przez zarząd kolejowy jednego państwa i przyjmowanie go przez zarząd kolejowy drugiego państwa. Na stacji położonej po przeciwległej stronie granicy, tak zw. stacji rewizyjnej, odbywają się wówczas tylko formalności celne i paszportowe.

Jeżeli stacja graniczna polska jest stacją zdawczo-odbiorczą, to na niej winny być przewidziane tory do przyjmowania i wyprawiania pociągów krajowych i zagranicznych oraz tory postojowe, zapasowe i in. na składy pociągów i wagony krajowe i zagraniczne. W dworcu stacji granicznej zdawczo-odbiorczej poczekalnie, sale rewizyjne i inne pomieszczenia dla podróżnych, pomieszczenia dla urzędników celnych i paszportowych, dla personelu policyjnego oraz pomieszczenia służbowe kolejowe, winny odpowiadać potrzebom, wynikającym z przesiadania się na tej stacji wszystkich podróżnych, z wyjątkiem wagonów bezpośrednich, oraz załatwiania na stacji formalności paszportowych i celnych.

Jeżeli stacja graniczna polska jest tylko stacją rewizyjną, to potrzebna ilość torów stacyjnych, peronów i t. p. znacznie się zmniejsza, pomieszczenia zaś dworca mogą być znacznie szczuplejsze. Jakkolwiek bowiem manipulacje paszportowe i celne pozostają w zasadzie te same, co na stacji zdawczo-odbiorczej, jednakże odbywają się sposobem uproszczonym, bez wysiadania podróżnych z wagonów.

2. Warunki ogólne urządzenia dużych dworców osobowych. Drogi podróżnych; rozkład pomieszczeń, z których oni korzystają. Wózki bagażowe. Ruch podmiejski. Przepusty biletowe; położenie względem nich poczekalni, bufetów i ustępów. Łatwość orientowania się w dworcu.

Przez dworce dużych stacyj osobowych przelewają się wielkie fale podróżnych. Wymaga to, aby potrzeby ruchu podróżnych były we wszystkich szczegółach zbadane i rozplanowanie dworca tak obmyślane, aby ruch ten odbywał się bezpiecznie, bez zamieszania, z najmniejszą stratą czasu i utrudzeniem. Należy przytem przyjąć pod uwagę ruch na dworcu podróżnych odjeżdżających, przyjeżdżających i przesiadających się i uwzględnić odmienne potrzeby ruchu dalekiego i podmiejskiego.

Na bezpieczeństwo dojścia podróżnych do pociągu i wyjścia od pociągu na ulicę była już zwrócona uwaga przy omówieniu połączenia peronów z dwor-

cem nie w poziomie szyn, które jest również jednym z warunków niekrępowania ruchu po torach kolejowych.

Co do innych warunków, które należy mieć na względzie przy rozplanowaniu dużych dworców, *Cauer* stawia następujące żądania:

- a) możliwe skrócenie dróg podróźnych, unikając przytem zmian kierunku, wzniesień traconych i potoków przeciwbieżnych;
- b) nieprzetaczanie wózków bagażowych po peronach osobowych;
- c) oddzielenie ruchu podróźnych podmiejskich;
- d) możliwość dogodnego ustawienia przepustów biletowych;
- e) układ łatwy do orjentowania się.

Wszystkie pomienione punkty, z wyjątkiem ostatniego, mają na celu jak-najszybsze przejście podróźnego z ulicy do pociągu i odwrotnie, co, zapewniając mu najmniejszą stratę czasu i utrudzenia, zwiększa jednocześnie zdolność przepustową dworca.

Dla skrócenia dróg podróźnych pomieszczenia dworca winny być rozmieszczone o ile możności w tym porządku, w jakim podróźny z nich korzysta: od wejścia kasy biletowej, dalej oddawanie bagażu i wyjście na perony, o ile możności w linii prostej od wejścia. Z poczekalni nie wszyscy podróźni korzystają, mogą więc być umieszczone z boku. Dojście do peronów po schodach nie powinno wymagać wznoszenia się i opuszczania lub odwrotnie, a więc w tym przypadku perony winny być położone w innym poziomie, niż ulica i wejście do dworca. Wyjście z peronów na ulicę, przy którym ma być załatwiane odbieranie bagażu, pożądane oddzielne od wejścia i o ile możności oddzielne od wejść i wyjść dla podróźnych podmiejskich, którzy jadą przeważnie bez bagażu, posiadają bilety okresowe i rzadko korzystają z poczekalni. Aby nie tamować ruchu podróźnych przewożeniem po peronach osobowych bagażu i poczty, pożądane jest połączenie dworca osobnymi tunelami, bądź z końcami peronów osobowych, gdzie się zatrzymują wagony bagażowe, bądź z oddzielnymi peronami bagażowymi. Duża sień wejściowa i przejrzyste rozplanowanie przyległych do niej pomieszczeń winno ułatwiać podróźnemu od pierwszej chwili wejścia orjentowanie się co do dalszych kroków.

W przedmiocie p. d), dotyczącego *przepustów biletowych*, należy objaśnić, że wprowadzono je u nas stosunkowo niedawno, przedtem zaś kontrola biletów podróźnych odbywała się w wagonach. Przy obecnem urządzeniu, pomieszczenia dworca, z których korzysta podróźny, podzielone są zapomocą barjer i przepustów w nich urządzonych na znajdujące się przed przepustem, które są dostępne dla każdego bez okazania biletu, i na znajdujące się za przepustem, dostępne tylko po ostemplowaniu przy jego przejściu właściwego biletu. Możliwość właściwego podziału tych pomieszczeń winno ułatwiać odpowiednie ich rozplanowanie i umieszczenie wejść do poczekalni, bufetów, umywalni i ustępów i in. Należy zauważyć, że umieszczenie poczekalni względem przepustów biletowych nie zawsze jest jednakowe, lecz zależy od charakteru ruchu i zwyczajów miejscowych. Umieszczenie poczekalni za przepustem niedogodne jest dla podróźnych, którzy nie zdążyli kupić biletów i wyekspedjować bagażu, i wymaga, aby kasy biletowe były stale otwarte, co jest uciążliwe dla eks-

ploatacji, zwłaszcza na małych stacjach. Z drugiej strony, poczekalnie przed przepustem bywają natłoczone publicznością z miasta i są trudniej dostępne dla podróżnych przejeżdżających i przesiadających się, gdyż wymagają dwukrotnego przejścia przez przepust.

W każdym razie poczekalnie urządzone przed przepustem nie powinny mieć osobnych wyjść na perony, gdyż wtedy służą za przejścia, utrudniające przebywanie w nich podróżnych, oczekujących odjazdu, i zwiększają ilość przepustów, a tem samym koszt kontroli biletów.

Bufety łączą się z poczekalniami. Ustępy winny znajdować się w bliskości poczekalni, prócz tego zaś z drugiej strony przepustu.

Szczegóły przytoczonych zasad ogólnych mogą być najlepiej zrozumiane przy rozpatrzeniu różnych typów stacji i dworców oraz przykładów urządzeń istniejących.

ROZDZIAŁ V.

Duże stacje osobowe typu przechodniego.

1. Odmiany położenia dworca i ich właściwości. Dworce przy torach w poziomie szyn, a niżej lub wyżej. Dworce wyspowe. Dworce przy torach z poczekalniami umieszczonemi między torami. Dworce pod torami lub nad niemi.

Z tego, co powiedziano już o zasadniczych typach stacji w rozdziale I niniejszego działu, wynika, że w przeciwstawieniu do stacji, posiadających dworce typu czołowego, wszystkie pozostałe stacje, zarówno pośrednie, jak i węzłowe, można zaliczyć do ogólnego typu stacji przechodnich.

Na dużych stacjach różne odmiany położenia dworca względem torów częściej się napotykają, niż na pomniejszych, należy więc rozpatrzyć, czem są one wywołane i jakie z nich wynikają korzyści.

Dojście do peronów winno być urządzone na dużych stacjach z zasady nie w poziomie szyn, lecz dołem lub górą (por. str. 484). Im większa jest ilość pociągów, znajdujących się jednocześnie na stacji, i odpowiednio do tego, im większa jest ilość peronów, tem niemożliwsze się staje ze względu na ruch i bezpieczeństwo przechodzenie podróżnych przez tory. Zachodzi więc pod tym względem różnica pomiędzy dużemi stacjami, a pomniejszymi, na których jeden peron międzytorowy może być łatwiej cierpiany.

Jeżeli dworzec (ściślej mówiąc dojazd do dworca i jego podłoga), położony jest w poziomie torów, to przejście dolne lub górne musi być urządzone ze schodami z dworca do poziomu przejścia i z drugimi schodami z tego poziomu na peron, połączone więc jest ze straconem wzniesieniem, nader uciążliwym dla podróżnych. Unika się tego, jeżeli pomiędzy temi poziomami zachodzi różnica, pozwalająca na urządzenie przejścia w poziomie podłogi dworca, dołem lub górą. To więc urządzenie, jako lepsze, winno być stosowane, o ile tylko na to pozwalają warunki terenu i środki. Pod względem ruchu, przejścia dołem są bardziej pożądane niż górą, które zasłaniają widok na stację.

Przez umieszczenie dworca wyspowe pomiędzy torami (rys. 436 do 439) i w ich poziomie uzyskuje się dwa perony główne przy dworcu, jednakże, aby

dojść do dwóch drugich, należy przejść przez tory. Układ ten jest więc pod tym względem jednakowo niezadowolający, jak pomieszczenie dworca dużej stacji w poziomie na zewnątrz torów. Posiada on nadto inne jeszcze strony ujemne, z których najważniejsze są: konieczność szerokiego rozsunienia torów głównych, utrudniającego ich połączenie, i zasłonięcie widoku stacji. Z tych względów układ ten należy uznać za wadliwy, gdyż nawet w razie umieszczenia dworca w innym poziomie niż tory, jest on dla ruchu gorszy, niż przy umieszczeniu dworca z zewnątrz torów.

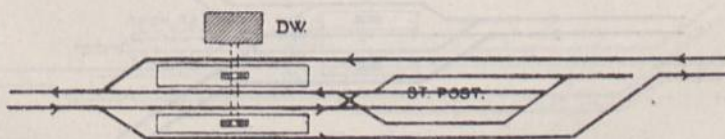
Niekiedy od dworca, położonego z zewnątrz torów, oddzielają część, obejmującą poczekalnię, i umieszczają ją wyspowo pomiędzy torami głównymi, mając na celu zbliżenie podróżnego do peronu i pociągu. Układ ten, o ile poczekalnie są umieszczone tylko w poziomie torów (nie zaś również w innym poziomie, z zewnątrz torów, por. rys. 517b), posiada wszystkie wady poprzedniego, a nawet jest dla podróżnego gorszy, gdyż przejście dołem lub górą do poczekalni, następnie zaś z poczekalni do dalszych peronów, wymaga trzykrotnego biegania po schodach. W pewnych przypadkach uzasadnia go doprowadzenie niektórych linii czołowo do dworca (por. rys. 516).

Jak widać z powyższego, najlepszy układ dużych stacji przechodnich, posiadających dojścia do peronów dołem lub górą, otrzymuje się przy położeniu dworca z zewnątrz torów, w innym poziomie niż one.

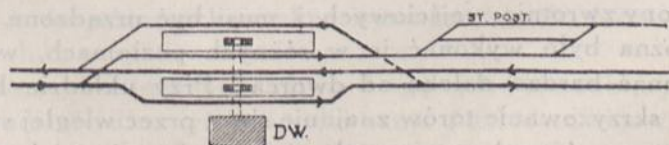
Co się tyczy położenia dworca pod torami lub nad nimi z podparciem dworca lub torów na słupach, to nie jest ono gorsze dla podróżnego od umieszczenia całego dworca z zewnątrz, w innym poziomie niż tory, może być jednak umotywowane tylko specjalnymi warunkami miejscowymi, ze względu na kosztowność podpór, które nadto zasłaniają widok stacji.

2. Stacje przechodnie jednej linii. Dodatkowe tory główne. Tory peronowe dla pociągów, kończących bieg na stacji. Położenie torów postojowych.

Ze względu na dużą ilość pociągów różnej szybkości, dalekich i miejscowych, niezbędne bywa na dużych stacjach zwiększenie ilości torów przyjęcia i wyprawiania pociągów. *Dodatkowe tory główne* występują na dużych stacjach osobowych po części w postaci torów prześcigowych, do wymijania pociągów



Rys. 502 a.



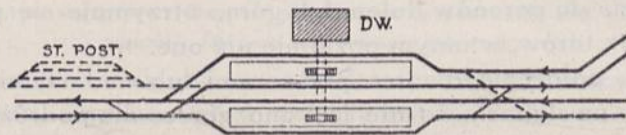
Rys. 502 b.

osobowych przez pociągów, po części jako tory przyjęcia i wyprawiania tych pociągów, które na danej stacji bieg swój kończą.

Układ torów prześcigowych osobowych i peronów przy nich był już rozpatrzony (patrz str. 465 i 466, rys. 461 do 465). Co się tyczy osobnych torów peronowych dla pociągów, które kończą bieg na stacji, to winny one być połączone z torami postojowymi na składy tych pociągów. Umieszczenie tych torów wewnątrz torów głównych (rys. 502a) jest najbardziej pożądane ze względu na uniknięcie przecięć z niemi. Umieszczenie z zewnątrz (rys. 502b) nie wymaga rozsunięcia torów zasadniczych, ułatwia umieszczenie torów postojowych, a czasem również połączenia z parowozownią i in., oraz oddzielenie ruchu podmiejskiego.

3. Stacje węzłowe widłowe. Względne zalety układu linowego, a kierunkowego torów peronowych. Skrzyżowanie torów głównych w poziomie lub na wiadukcie. Dzielenie i łączenie składów pociągów i przesiadanie się podróżnych. Perony w poziomie dworca. Pociągi kończące bieg na stacji. Ruch zboczny.

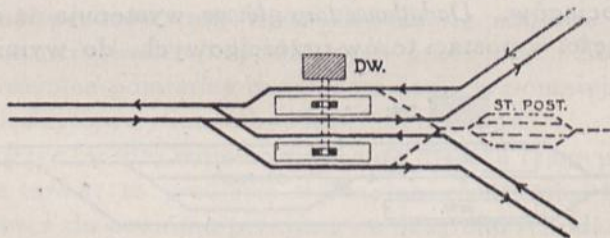
Na stacjach widłowych nie zawsze ma miejsce ruch pociągów bezpośrednich po obu odnogach w kierunku arterji wspólnej, lecz często w komunikacji tej odbywa się na stacji dzielenie i łączenie składów pociągów. Z jednej odnogi na



Rys. 503.

drugą przechodzą czasem bądź pociągi, bądź wagony bezpośredniej komunikacji (ruch zboczny). W pewnych kierunkach pociągi mogą kończyć swój bieg na stacji, na której ich składy winny mieć postój.

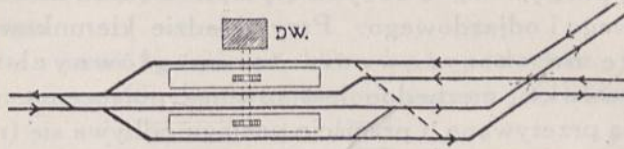
Te okoliczności należy mieć na względzie przy układzie torów na stacji tego typu. Przy układzie torów linowym (rys. 503 i 504) skrzyżowanie torów otrzy-



Rys. 504.

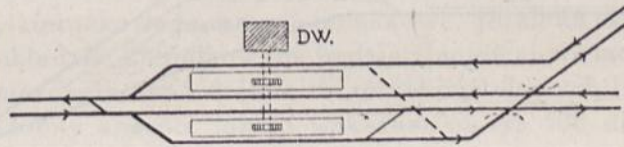
muje się od strony zwrotnic wejściowych i musi być urządzone w poziomie, gdyż, aby można było wykonać je w różnych poziomach, wypadłoby te zwrotnice odsunąć bardzo daleko od dworca. Przy układzie kierunkowym (rys. 505 i 506) skrzyżowanie torów znajduje się z przeciwległej strony dworca i urządzenie go w różnych poziomach nie przedstawia tych trudności, co w poprzednim przypadku.

Dzielenie i łączenie składów pociągów, idących w kierunku arterji wspólnej lub odwrotnie, odbywa się przy układzie linowym z przecięciem drugiego toru głównego (przez połączenie pokazane na rysunkach linią pełną), przy układzie zaś kierunkowym bez przecięcia. Również przesiadanie się podróżnych z pociągów jednej odnogi, kończących swój bieg, do pociągów bezpośrednich drugiej



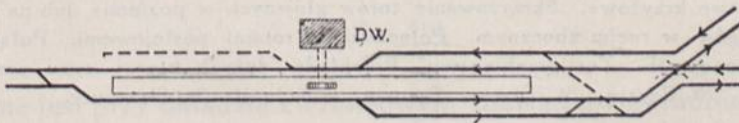
Rys. 505.

odnogi tegoż kierunku jest przy układzie kierunkowym dogodniejsze, gdyż ma miejsce z tegoż peronu, przy układzie zaś linowym wymaga przejścia na peron drugi. Jeżeli dopuścimy zastosowanie długiego peronu do postoju pociągów jeden za drugim (por. str. 476, rys. 490), to przy układzie kierunkowym można będzie obejść się nawet jednym peronem, przy którym dwa pociągi łączone i jeden dzielony będą mogły mieć postój jednocześnie (rys. 507).



Rys. 506.

Jeżeli *tory postojowe* potrzebne są na składy pociągów jednej odnogi (rys. 503) lub obu (rys. 504), to połączenie z nimi przy układzie linowym wymaga przecięcia drugiego toru głównego; przy układzie zaś kierunkowym połączenie wszystkich czterech torów peronowych z torami postojowem możliwe jest bez przecięcia torów głównych (rys. 508), przez poszerzenie wiaduktu, urządzonego na skrzyżowaniu tych torów. Jeżeli tego wiaduktu nie ma i skrzyżowanie torów głównych urządzone jest w poziomie, to połączenie torów



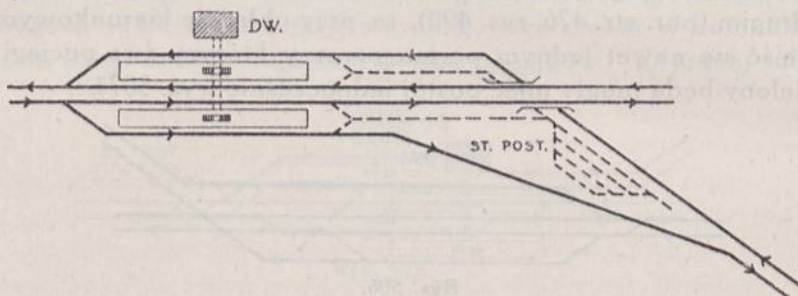
Rys. 507.

peronowych z postojowem, które mogą być urządzone pośrodku pomiędzy obiema parami torów różnego kierunku, wymagać będzie przecięcia jednego z torów głównych.

W ruchu z bocznym z jednej odnogi na drugą układ kierunkowy torów peronowych nie przedstawia korzyści w porównaniu z układem linowym. W ruchu tym pociąg kierowany jest z linii na właściwy tejże tor peronowy i dopiero przy wyjściu parowóz staje w drugim końcu pociągu i prowadzi go w zmienionym

kierunku wstecznym. Porządek ten przyjmuje się zwykle głównie w tym celu, aby uniknąć przykrego wejścia pociągów ze znaczną szybkością po łukach zwrotnic, zamiast w kierunku prostym. Przy układzie linjowym (rys. 503) przejście pociągu w jednym kierunku (na rysunku z odnogi wschodniej na północną) odbywa się bez przecięcia torów głównych, w drugim wymaga połączenia, oznaczonego linią przerywaną, i odbywa się z przecięciem dwóch torów głównych, przyjazdowego i odjazdowego. Przy układzie kierunkowym, w przypuszczeniu, że na skrzyżowaniu torów głównych będzie wybudowany wiadukt, niezbędne jest również połączenie, oznaczone na rys. 505 i 506 linią przerywaną, i przejście pociągu odbywa się (rys. 505) w takichże warunkach, jak przy układzie linjowym, lub z przecięciem w każdym kierunku jednego toru głównego (rys. 506), raz odjazdowego, raz przyjazdowego.

Z tych zestawień wynika, że o ile na stacji widłowej ruch zboczny nie jest bardzo rozwinięty, to układ kierunkowy torów peronowych jest dla niej na ogół



Rys. 508.

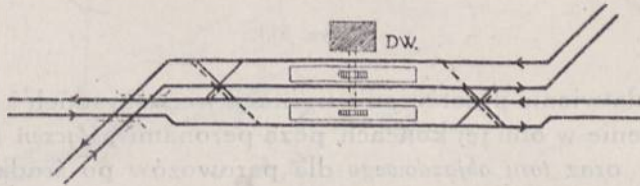
korzystniejszy, niż układ linjowy. Za układem linjowym może przemawiać w pewnych przypadkach potrzeba odosobnienia torów i peronów jednej odnogi od pozostałych, jak to ma miejsce na stacjach pogranicznych, lub jeżeli znajdują się one w zawiadywaniu różnych zarządów, i w innych podobnych przypadkach.

4. Stacje węzłowe krzyżowe. Skrzyżowanie torów głównych w poziomie lub na wiaduktach. Przejście pociągów w ruchu zbocznym. Połączenie z torami postojowymi. Połączenia krzyżowe torów peronowych. Tor przebiegowy. Przykłady dużych stacji typu przechodniego. St. Czyste. St. Tczew. Dworzec w Kolonji. St. Strasburg.

Układ linjowy torów peronowych z przecięciem w poziomie jest na stacji krzyżowej jeszcze gorszy, niż na stacji widłowej, gdyż przy nim przecinają się dwa tory przyjazdowe (rys. 509). Układ torów kierunkowy (rys. 510) pozwala umieścić przecięcia w poziomie tak, aby tory przyjazdowe przecinały się tylko z odjazdowymi. Jeżeli przecięcie w poziomie torów głównych nie będziemy wogóle dopuszczali, jak tylko przy przejściu pociągów lub wagonów z jednej linii na drugą w ruchu zbocznym, to przy układzie linjowym wypadnie wybudować wiadukt w jednym końcu stacji (rys. 509), przy układzie zaś kierunkowym po jednym wiadukcie w obu jej końcach (rys. 510).

Przejście pociągów z jednej linii na drugą w tymże kierunku (na rysunkach linje pełne), odbywać się będzie przy układzie linjowym z przecięciem jednego toru przyjazdowego, przy układzie zaś kierunkowym bez przecięcia torów. W ruchu zbocznym (na rysunkach linje przerywane) otrzymuje się przy układzie linjowym przecięcie toru przyjazdowego i odjazdowego lub przejście bez przecięcia, przy układzie zaś kierunkowym przecięcie jednego toru przyjazdowego lub odjazdowego.

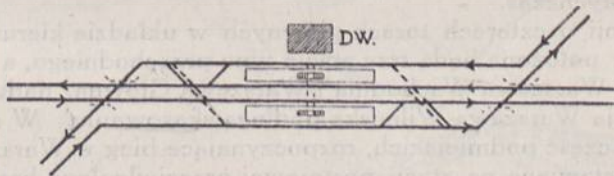
Połączenie z torami postojowymi, które będą potrzebne, jeżeli część pociągów kończy bieg na stacji, da się najlepiej osiągnąć, jeżeli tory te będą umiesz-



Rys. 509.

zione pomiędzy torami, lub parami torów głównych, odpowiednio rozsuniętymi. Warunki przejścia z torów peronowych do postojowych będą dla układu linjowego, czy kierunkowego, prawie jednakowe. Jeżeli na skrzyżowaniu torów głównych w układzie kierunkowym będzie zbudowany wiadukt, to przez poszerzenie go można uzyskać dojsie do torów postojowych bez przecięć w poziomie, w podobny sposób, jak to wskazano na rys. 508 dla stacji widłowej.

Jak widać z powyższego, układ torów kierunkowy jest dla stacji krzyżowej korzystniejszy w tych przypadkach, gdy przejście pociągów z jednej linii na drugą odbywa się przeważnie bez zmiany kierunku, to jest gdy niema dużego ruchu zbocznego. Należy jednak zauważyć, że urządzenie stacji bez przecięć

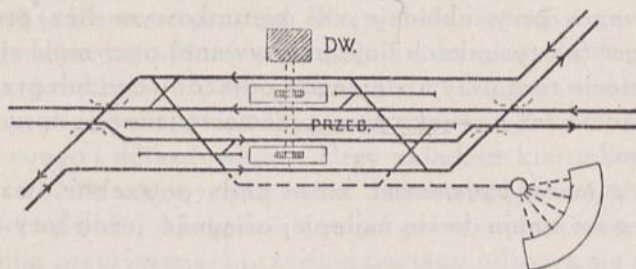


Rys. 510.

w poziomie jest przy układzie kierunkowym niewątpliwie trudniejsze, niż przy linjowym, gdyż wymaga budowy wiaduktów w obu końcach stacji, co ze względu na teren i pochylenia podłużne linii nie zawsze daje się wykonać. Z drugiej strony układ kierunkowy utrudnia czasem przejście pomiędzy torami głównymi jednej i tej samej linii, zwłaszcza jeżeli istnieją tory główne dodatkowe. Należy więc w każdym przypadku zbadać, czy układ ten jest odpowiedni i czy korzyści, jakie daje, opłacają większe koszty urządzenia, jakich wymaga.

Jeżeli jednak stacja krzyżowa ma być urządzona ze skrzyżowaniem torów głównych w poziomie, bądź z powodu trudności technicznych, bądź ze wzglę-

dów ekonomicznych, to należy dążyć bezwarunkowo do zastosowania układu kierunkowego, jako zapewniającego większe bezpieczeństwo.



Rys. 511.

W celu ułatwienia przetaczania na stacji we wszystkich kierunkach, pożądanym jest ułożenie w obu jej końcach poza peronami *połączeń krzyżowych* (por. rys. 438 i 439), oraz *toru objazdowego* dla parowozów po środku pomiędzy torami (rys. 511).

Stacja osobowa Czyste.

Warszawa posiada trzy stacje typu czołowego (rys. 512), budowane pierwotnie jako stacje krańcowe prywatnych linii kolejowych. Jedną z tych stacji, st. Warszawa Główna, położoną jest w samym mieście, dwie zaś, st. Warszawa Wileńska i Warszawa Wschodnia, na przedm. Pradze, po drugiej stronie Wisły. Stacje te połączone są linią obwodową długości 17,3 km, na której położona jest czwarta stacja osobowa Warszawa Główna.

Konieczność lepszego połączenia dróg żelaznych prawego i lewego brzegu Wisły, schodzących się w stolicy, i pobudowania w tym celu nowego mostu przez Wisłę doprowadziła do budowy linii kolejowej (rys. 513), łączącej stacje Warszawa Główna i Warszawa Wschodnia w najkrótszym kierunku, w którym długość jej wynosi tylko 4,6 km. Linja ta, budowana obecnie, przechodzić będzie przez środek miasta niżej poziomiu ulic, nie tamując komunikacji ulicznej i rozwoju miasta, jak to ma miejsce dotychczas.

Na tej to linii o czterech torach głównych w układzie kierunkowym, tak zw. linii średnicowej, położone będą trzy stacje typu przechodniego, a mianowicie dwie już wymienione: Warszawa Wschodnia i Warszawa Główna, nadto zaś od zachodu st. Czyste. Stacja Warszawa Wileńska podlega skasowaniu. W ruchu osobowym, pociągi dalekie i część podmiejskich, rozpoczynające bieg w Warszawie i dążące na zachód, będą zestawiane na stacji postojowej przeciwległego brzegu Wisły, położonej na wschód od st. Warszawa Wschodnia, i odpowiednio pociągi, dążące na wschód, będą zestawiane na stacji postojowej, położonej na zachód od st. Czyste. Tym sposobem pociągi zarówno jednego, jak i drugiego kierunku, będą przebiegać wszystkie stacje linii średnicowej. Część pociągów podmiejskich, a mianowicie te, które nie potrzebują wchodzić na stację postojową, będą przebiegać w ruchu wahałowym pomiędzy krańcowymi stacjami podmiejskimi. Ruch na linii średnicowej odbywać się będzie trakcją elektryczną, na stacjach więc krańcowych tej linii przewidziana jest zmiana parowozów na elektrowozy i odwrotnie.

Istniejąca linja obwodowa będzie służyć wyłącznie do ruchu towarowego i na niej położone są stacje ładunkowe. Ruch ten odłącza się na poszczególnych liniach nie dochodząc Warszawy i skierowuje się na linię obwodową przez stacje rozrządowe, z których jedna położona jest na prawym, druga zaś na lewym brzegu Wisły.

Na rys. 515 podano *plan schematyczny st. osobowej Czyste* w okresie największego jej rozwoju według projektu, będącego częściowo w wykonaniu.

Poszczególne linje dróg żelaznych doprowadzone są do peronów niezależnie jedna od drugiej, przejście zaś od układu linjowego do kierunkowego urządzone jest zapomocą wiaduktów, bez przecięć w poziomie. Stacja posiada sześć torów głównych kierunku nieparzystego i siedm kierunku parzystego, ogółem zaś 13 torów peronowych, ułożonych przy siedmiu peronach. Tory stacji położone są na nasypie i poziom ich wznosi się nad poziomem dojazdu do dworca o tyle, że dworzec może być połączony z peronami bez wzniesień traconych. Połączenie to osiąga się zapomocą dwóch tunelów osobowych i osobnych dwóch tunelów bagażowych. Długość peronów przyjęto 250 m, szerokość zaś 8 m (11 m między osiami torów).

Tory główne zewnętrzne przeznaczone są, podobnie jak na linji średnicowej, do ruchu pociągów podmiejskich, wewnętrzne zaś do ruchu pociągów dalekich. Przewidziano jednak połączenia, pozwalające pociągom dalekim korzystać w razie potrzeby z niektórych torów podmiejskich.

Pomiędzy torami głównymi obu kierunków jazdy doprowadzone są do peronów tory, łączące stację osobową z postojową, oraz tory objazdowe, połączone z parowozowniami i elektrowozownią. W końcu peronów urządzone krótkie tory przechodnie (Pw i Ew) do postoju parowozów i elektrowozów w celu jaknajszyszego doczepiania ich do pociągów.

Przy stacji osobowej znajdować się będzie główna stacja pocztowa i sortownia paczek pocztowych, których ilość przewiduje się do 100000 sztuk na dobę. Tu mieścić się będą magazyny z platformami piłowatemi, do których dochodzą krótkie tory ładunkowe w celu przyspieszenia manipulacji ładunkowych, oraz grupa torów postojowych z wyciągiem. Budynek zarządu pocztowego, domy mieszkalne, garaż i in. uzupełniają całość stacji pocztowej.

Stacja Tczew.

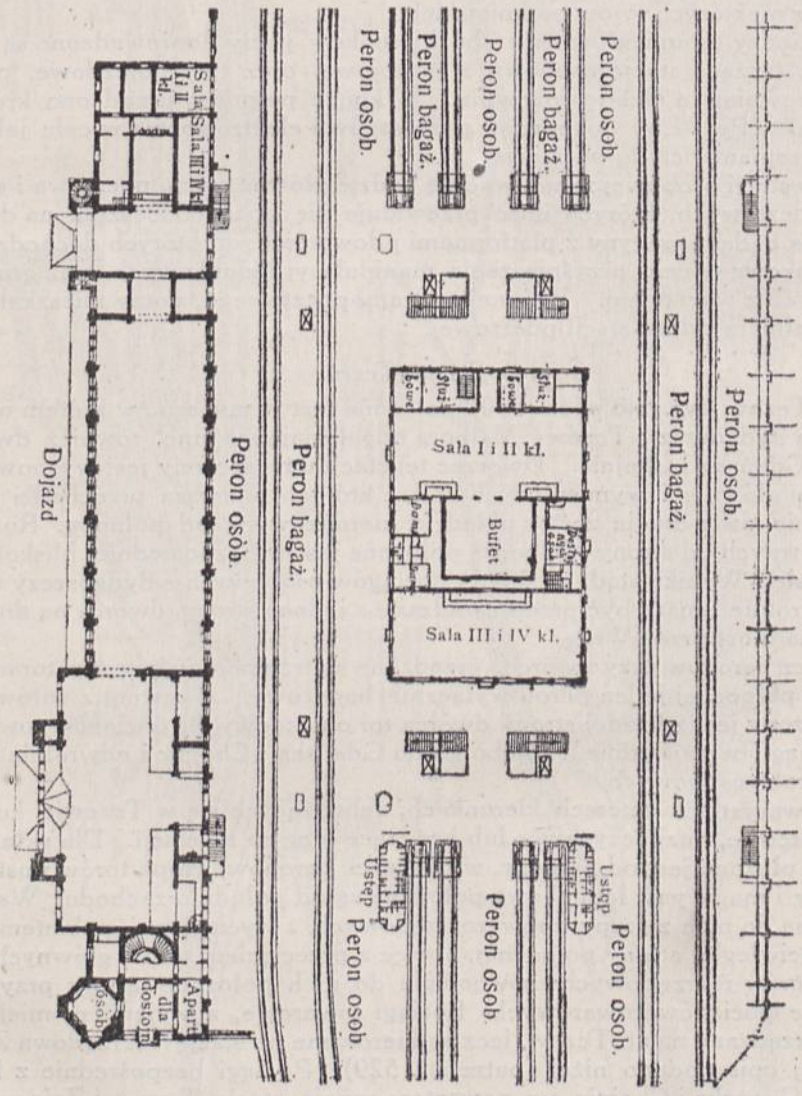
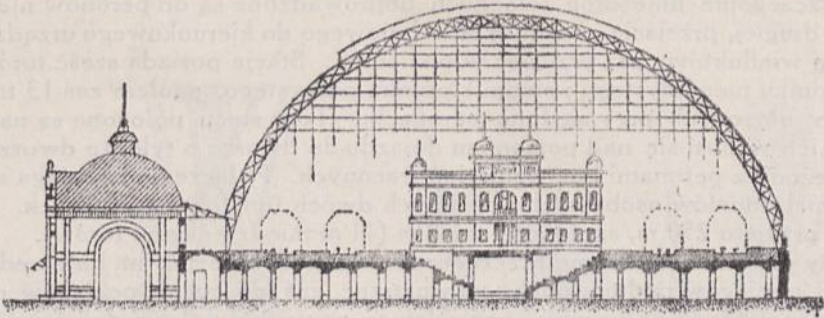
St. Tczew (rys. 548 p. str. 530) położona jest w miejscu, w którym od dwutorowej linji Bydgoszcz—Tczew—Malborg odgałęziają się linje, również dwutorowe, w stronę Gdańska i Chojnic. Dworzec tej stacji umieszczony jest wyspowo pomiędzy torami głównymi wymienionych linji, z których pierwsza przechodzi przy nim od południa, dwie drugie zaś, w układzie kierunkowym, od północy. Rozwidlenie torów głównych od strony Malborga położone jest w bezpośredniej bliskości mostu przez Wisłę. Wynika stąd, że składy pociągów osobowych z Bydgoszczy do Gdańska i odwrotnie muszą być przeprowadzane z jednej strony dworca na drugą z wyciągiem na most przez Wisłę.

Prócz peronów przy dworcu, urządzone są trzy perony między torami, nadto od strony północnej jeden peron wyłącznie bagażowy. Z zewnątrz torów peronowych ułożony jest z każdej strony dworca tor objazdowy dla pociągów towarowych; tylko pociągi bezpośrednio z Malborga do Gdańska i Chojnic i odwrotnie przechodzą po torach osobowych.

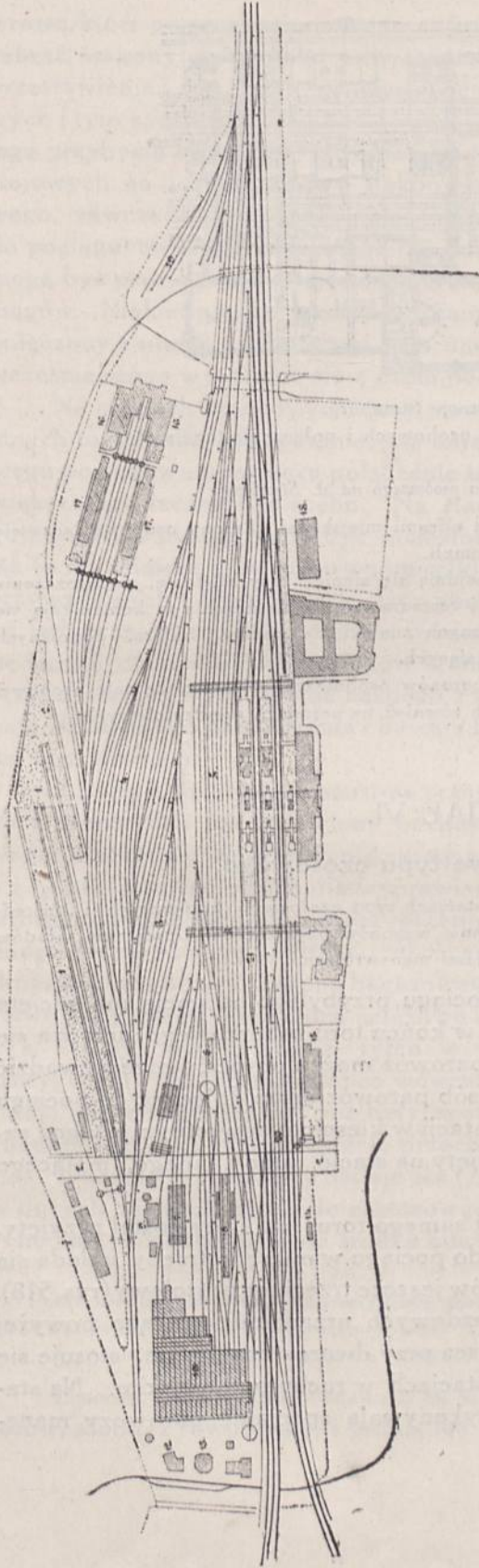
We wszystkich czterech kierunkach, schodzących się w Tczewie, kursują pociągi miejscowe, rozpoczynające lub kończące bieg na tej stacji. Dla składów tych pociągów ułożona jest od północy, w bliskości peronów, grupa torów postojowych.

Tory i magazyny ładunkowe położone są od południo-zachodu. Wagony dostawiane są do nich z grupy torów rozrządowych, z wyciągiem i grzbietem, położonej z przeciwległej strony północnej, a więc z przecięciem torów głównych. Na zachód od torów rozrządowych i równoległe do nich położone są tory przyjazdowo-objazdowe pociągów towarowych. Pociągi towarowe, z wyjątkiem miejscowych, nie są rozrządzane na st. Tczew, lecz są kierowane na stację rozrządową Zajączkowo, której opis podano niżej (patrz str. 529). Pociągi bezpośrednio z Malborga w stronę Gdańska i Chojnic i z powrotem mijają stacje Tczew i Zajączkowo po torach, położonych na wschód od grupy rozrządowej w Tczewie.

Na st. Tczew znajdują się parowozownie główne i warsztaty przy nich. Urządzenia te, jako też inne urządzenia trakcyjne, położone są przy łącznicy, stanowiącej bezpośrednie dojsie do stacji towarowej dla pociągów miejscowych od strony Bydgoszczy.

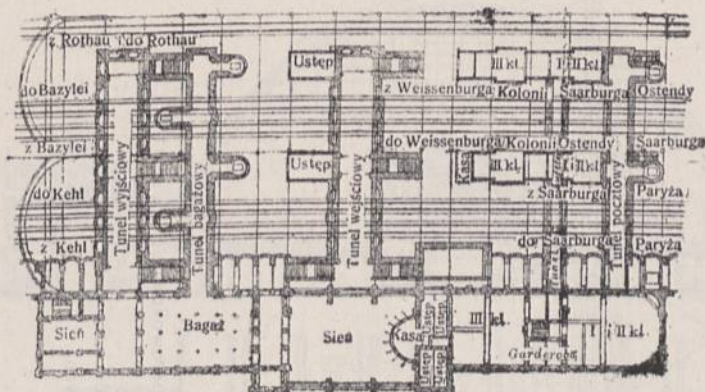


Rys. 516. Dworzec osobowy w Kolonji. Plan i przekrój poprzeczny.



Rys. 517a. Stacja Strasburg. Plan ogólny.

- | | |
|---|--|
| 1. Place ładunkowe. | 10. Parowozownia. |
| 2. Przejazd wojskowy. | 12. Dom mieszkalny naczelnika parowozowni. |
| 3, 4. Tory rozrządowe. | 13. Baszta wodna. |
| 5. Tory przyjazdowe i odjazdowe towarowe. | 14. Nastawnia zwrotnic i sygnałów. |
| 6. Przesuwnice parowe. | 15. Magazyn towarów pośpiesznych. |
| 7. Szopa na wagony. | 16, 17. Magazyny towarowe. |
| 8. Skład węgla. | 18. Stacja elektryczna. |
| 9. Gazownia. | 19. Składy wydziału drogowego. |



Rys. 517b. Stacja Strasburg.

Plan dworca osobowego, peronów osobowych i połączenia tunelami.

Objaśnienia do planu dworca osobowego na st. Strasburg.

Wszystkie tory stacyjne położone są nad ulicami miejskimi. Perony osobowe łączą się z sieniami, wejściową i wyjściową, zapomocą tuneli.

W dolnym piętrze dworca osobowego znajdują się sienie, kasy biletowe, pomieszczenia do przyjmowania i wydawania bagaży, poczta i restauracja. Pomieszczenia te komunikują się z peronami międzytorowymi zapomocą osobnych tuneli; dla poczty, bufetu, podróżnych odjeżdżających, bagaży i podróżnych przyjeżdżających.

Na drugim piętrze dworca, w poziomie peronów osobowych, mieszczą się sale osobowe. Dodatkowe pomieszczenia osobowe znajdują się również na peronach międzytorowych.

ROZDZIAŁ VI.

Duże stacje osobowe typu czołowego.

1. Przyjmowanie i wyprawianie pociągów na stacjach typu czołowego krańcowych i pośrednich. Tory objazdowe i postojowe. Przystawianie wagonów bagażowych. Uprzątnięcie składów pociągów parowozami manewrowymi.

Na stacjach czołowych parowóz pociągu, przybyłego na stację, ma odcięte z niej wyjście. Dla oswobodzenia go, w końcu toru żeberkowego urządza się niekiedy obrotnicę, za której pomocą parowóz można obrócić i przeprowadzić na sąsiedni tor objazdowy. W ten sposób parowóz może dojechać do pociągu z drugiego końca i wyprowadzić go ze stacji w kierunku odwrotnym z tegoż samego toru, na który pociąg został przyjęty na stację, albo z innego, mającego z nim połączenie.

Jeżeli pociąg wyprawia się z tegoż samego toru, na który został przyjęty, to dla możliwości doczepiania wagonów do pociągu w miarę potrzeby, układa się niekiedy obok dwóch pomienionych torów jeszcze trzeci tor postojowy (rys. 518).

Przy znacznej ilości torów przyjazdowych urządzenie opisane powyżej nie jest dogodnie, bo zajmuje dużo miejsca przy dworcu osobowym, stosuje się więc przeważnie tylko na mniejszych stacjach w ruchu podmiejskim. Na stacjach z dużym ruchem przetaczanie wykonywają specjalne parowozy mane-

wrowe, które po przybyciu pociągu na którykolwiek z torów żeberkowych mogą zabrać wagony w kierunku odwrotnym na tory postojowe do oczyszczenia, przestawienia i t. p., albo też wystawić je wprost na jeden z torów odjazdowych i tym sposobem oswobodzić parowóz pociągowy prawie niezwłocznie po jego przybyciu na stację. Również podstawianie składu pociągu z torów postojowych na tor odjazdowy dokonywa się zapomocą parowozu manewrowego, zawczasu przed odejściem pociągu, parowóz zaś pociągowy dochodzi do pociągu na krótko przed jego odejściem. W ten sposób tory żeberkowe mogą być przeznaczone wyłącznie tylko do przyjmowania i wyprawiania pociągów. Niekiedy tylko pomiędzy torami przyjazdowymi kładą tor objazdowy, połączony z nimi zwrotnicami, dla umożliwienia parowozowi pociągowemu wcześniejszego wycofania się z czoła pociągu.

Na stacjach krańcowych przyjmowanie pociągów odbywa się zwykle na innych torach, niż wyprawianie, co daje możność ścisłego wyznaczenia przebiegu pociągów i upraszcza połączenie torów pomiędzy sobą, a więc zapewnia większe bezpieczeństwo ruchu. Na stacjach czołowych pośrednich, a także gdy przybyły pociąg musi być niezwłocznie wyprawiony w drogę powrotną, jak to ma miejsce przy ruchu podmiejskim, nie wyznacza się specjalnych torów przyjazdowych i odjazdowych, lecz pociąg wyprawia się z tegoż toru, na który był przyjęty, po doczepieniu parowozu z drugiego końca. Na stacjach, będących dla niektórych pociągów krańcowymi, dla innych zaś pośrednimi, przyjmowanie i wyprawianie każdego z tych rodzajów pociągów, które wymagają odmiennego przetaczania i bywają odmiennej długości, odbywa się zwykle na innych torach.

Ze względów bezpieczeństwa przepisane jest, jak wiadomo, aby w pociągach osobowych był wstawiony bezpośrednio za tendrem przynajmniej jeden wagon bagażowy, albo inny, nie zajęty przez podróżnych (p. str. 133). Dlatego też na stacjach czołowych dla wyprawienia przybyłego pociągu w kierunku odwrotnym niezbędne jest, oprócz przeprowadzenia parowozu z tendrem z jednego końca pociągu na drugi i obrócenia ich, również przeprowadzenie na drugi koniec pociągu wagonu bagażowego. Na stacjach pośrednich takie przedstawianie pociągu jest bardzo uciążliwe i z tego powodu typ czołowy stosuje się dla stacyj pośrednich tylko w wyjątkowych okolicznościach. Wiele stacyj czołowych, zbudowanych wówczas, kiedy niedogodności tego typu dla stacyj pośrednich jeszcze nie były dostatecznie wyjaśnione, okazało się niezbędnym przebudować na stacje przechodnie w miarę, gdy ruch na nich wzrastał. Obecnie typ czołowy nadaje się tylko stacjom krańcowym lub położonym w dużych miastach, gdzie do zastosowania go skłania drożyzna wywłaszczenia i chęć przybliżenia stacji do środka miasta.

2. Położenie dworca osobowego względem torów. Dworce odjazdowe i przyjazdowe wzdłuż torów i dworce czołowe w poziomie szyn. Perony osobowe poprzeczne. Dowóz bagażu * i poczty. Perony bagażowe. Dworce czołowe niżej i wyżej poziomu szyn.

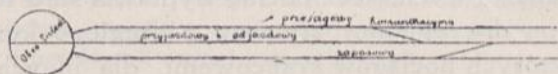
Dworzec osobowy umieszcza się na stacjach czołowych albo prostopadle do torów, albo też równolegle, z jednej lub z obu stron torów. Do dworca osobo-

wego, postawionego poprzecznie do torów, często dobudowane jest skrzydło podłużne z jednej strony torów lub pomiędzy nimi, albo też dwa skrzydła, obejmujące tory z obu stron.

Jeżeli dworzec osobowy położony jest w poziomie torów i składa się z jednej tylko budowli, poprzecznej względem torów, to podróźni muszą odbywać do pociągu i z powrotem długą drogę po peronach, po których przewozi się również bagaże. Gdy zaś pomieszczenia osobowe i bagażowe urządzone są w budynkach, położonych równoległe do torów, bądź oddzielonych od siebie, bądź też stanowiących skrzydła głównej poprzecznej części dworca, to podróźni i bagaże trafiają wprost z dworca do odpowiednich wagonów.

Pomieszczenia dla podróźnych przyjeżdżających nie mają tego znaczenia, co dla odjeżdżających, którzy w oczekiwaniu odejścia pociągów znacznie dłużej przebywają na stacji. Z tego powodu skrzydła podłużne dworca osobowego, o ile wogóle istnieją, miewają zazwyczaj niejednakową wielkość. Na drogach żelaznych zagranicznych poprzestają niekiedy na urządzeniu od strony przyjazdu pociągów peronu nakrytego wiatą.

Przytoczone korzyści, wynikające z umieszczenia dworca osobowego na stacjach czołowych równoległe do torów, znacznie się zmniejszają przy więk-



Rys. 518.

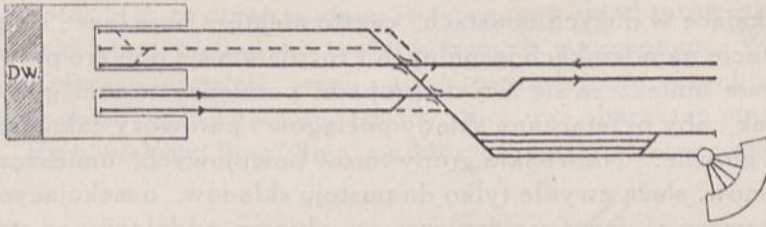
szej ilości torów do przyjmowania i wyprawiania pociągów, jeżeli przejście torów w poziomie będzie wzbronione, gdyż wtedy wsiadanie i wysiadanie podróźnych oraz dowóz bagaży muszą się odbywać nie tylko na peronach zewnętrznych, lecz też na peronach międzytorowych, połączonych ze sobą jedynie zapomocą peronu poprzecznego w końcu torów żeberkowych. W takich przypadkach, typ dworca osobowego, umieszczonego prostopadłe do torów, bywa najczęściej stosowany ze względu na mniejszą rozciągłość, prostotę planu wewnętrznego i dogodny dojazd dla pojazdów. Niedogodności długich peronów osobowych z wyjściem w jednym tylko końcu zapobiegają niekiedy na takich stacjach przez połączenie peronów w drugim końcu zapomocą tunelów. Zwłaszcza tam, gdzie tory stacyjne znacznie się wznoszą nad poziomem dojazdu do dworca, połączenie takie może być łatwo wykonane, schody zaś z peronów mogą być urządzone z wyjściem wprost na ulicę.

Niewątpliwą zaletą stacyj typu czołowego jest możliwość urządzenia dojścia do peronów w poziomie dojazdu do dworca, to jest bez schodów. Jednakże dojście takie pociąga za sobą również poważną niedogodność, jaką jest przetaczanie wózków bagażowych i pocztowych po peronie osobowym poprzecznym, jeżeli zaś niema osobnych peronów bagażowych podłużnych, to również po osobowych podłużnych. Urządzenie pod peronami tunelów bagażowych i dźwigów nie jest dogodne, gdyż wymaga opuszczania i podnoszenia bagażów, wskutek czego nawet istniejące urządzenia wychodzą z użycia. Ze względu na tę nie-

dogodność, dworce czołowe urządza się często w innym poziomie, niż tory, które się podnosi tak, aby przez tunele bagaż i poczta mogły być podawane za pomocą dźwigów na osobne *perony bagażowe* do tych miejsc, gdzie się zatrzymują wagony pocztowe i bagażowe (rys. 516b, 517 i 526b, d).

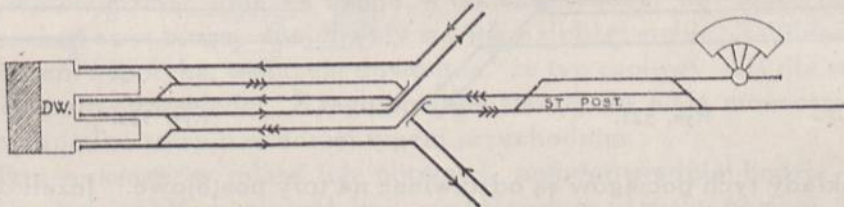
3. Układ torów na stacjach krańcowych. Stacje linii pojedynczych. Ruch daleki i podmiejski. Stacje dwóch linii lub więcej. Układ torów peronowych linjowy i kierunkowy. Tory postojowe.

Na rys. 519 podany jest typowy układ torów na krańcowej stacji linii dwutorowej. Prócz torów zasadniczych, ułożone są przy peronach dwa tory dodat-



Rys. 519.

kowe w układzie kierunkowym. Tory postojowe umieszczone są w tym przypadku z boku, od strony toru odjazdowego, aby nie krępować przyjęcia pociągów. Gdyby tory postojowe były umieszczone pomiędzy głównymi, to uniknęłyby się przecięcia również toru odjazdowego. Pomiedzy torami przyjazdowymi może być ułożony w razie potrzeby tor przebiegowy (oznaczony linią przerywaną) dla parowozów pociągów podmiejskich, których składy nie są odstawiane na tory postojowe i które powracają wprost z toru przyjazdowego w kierunku odwrotnym. Połączenia, oznaczone linią przerywaną, umożliwiają wyjście pociągu podmiejskiego jednocześnie z wejściem innego pociągu i dają



Rys. 520.

możność przyjmowania pociągów na torach odjazdowych oraz niezależnego podstawiania składów na ostatni tor odjazdowy.

W nowszych typach stacji, pomiędzy każdą parą peronów osobowych urządza się często osobny peron bagażowy.

Jeżeli do stacji krańcowej dochodzą dwie linje, to ich tory główne otrzymują często układ kierunkowy. Utworzenie oddzielnych grup torów przyjazdowych i odjazdowych pozwala zastosować lepszy układ pomieszczeń w dworcu i uniknąć potoków przeciwbieżnych na peronach, które służą wyłącznie, bądź dla

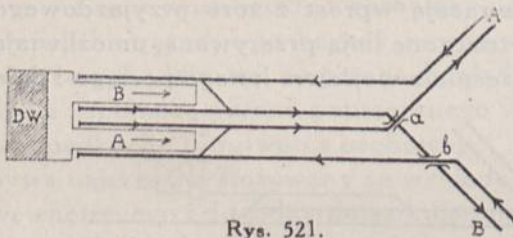
podróżnych przyjeżdżających, bądź odjeżdżających, powoduje jednak przytem skrzyżowanie torów głównych.

Tory postojowe mieszczą się zwykle pomiędzy torami głównymi. Jeżeli przy układzie kierunkowym torów głównych wybudowany będzie na ich skrzyżowaniu wiadukt, to przez poszerzenie go i odpowiednie umieszczenie torów postojowych można otrzymać połączenie z nimi bez przecięcia torów głównych (rys. 520).

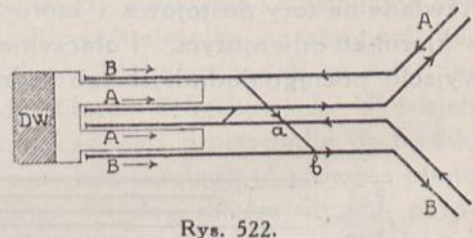
Na stacjach, na których schodzą się więcej niż dwie linje, układ torów kierunkowy trudno daje się otrzymać i zwykle stosuje się układ linjowy. Ze względu na trudności niezależnego doprowadzenia torów głównych wielu linii do peronów, wynikające w dużych miastach, często niektóre linje łączą się przed wejściem na stację na odcinkach wspólnych i rozplatają się dopiero przy peronach. Tory postojowe umieszcza się zwykle grupami pomiędzy torami głównymi różnych linii tak, aby przetaczane składy pociągów i parowozy jaknajmniej przecinały tory główne. Niewielkie grupy torów postojowych, umieszczone w bliskości peronów, służą zwykle tylko do postoju składów, oczekujących podstawienia pod peron, i łączą się dopiero w większym oddaleniu od stacji osobowej we wspólną grupę torów postojowych, na których odbywa się czyszczenie, przestawianie i zaopatrywanie składów.

4. Układ torów na stacjach pośrednich jednej linii lub więcej. Skrzyżowania torów głównych w poziomie i na wiaduktach. Grupowanie linii. Tory postojowe. Przykłady dużych stacji typu czołowego. St. Warszawa Główna. St. Saint Lazare w Paryżu. St. Frankfurt nad Menem.

Na stacjach pośrednich pociąg wyprawia się z tegoż toru, na który był przyjęty. Tylko w tym przypadku, jeżeli niektóre pociągi kończą bieg na



Rys. 521.



Rys. 522.

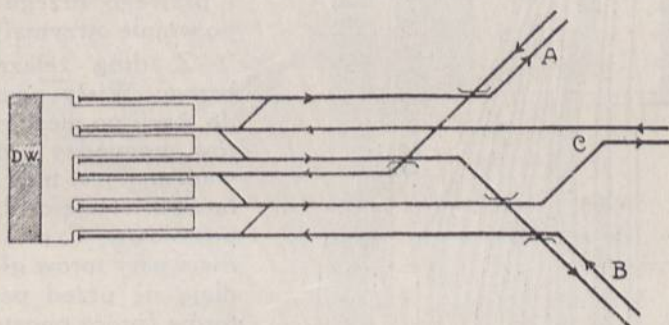
stacji, składy tych pociągów są odstawiane na tory postojowe. Jeżeli do stacji dochodzą linje kolejowe z trzech kierunków lub więcej, to stacja może być rozpatrywana jako węzłowa: widłowa lub krzyżowa.

Na stacjach pośrednich, na których żaden pociąg nie kończy biegu, lecz wszystkie przechodzą dalej, można obejść się dwoma torami peronowymi i jednym między nimi peronem, ale zdolność przepustowa takiej stacji jest niewielka. Zwykle dodają jeszcze jedną parę torów (na rys. 521 tory środkowe) i urządzają dwa perony.

Przy przejściu z kierunku A na B lub odwrotnie, otrzymują się dwa skrzyżowania torów głównych w punktach a i b. Skrzyżowanie b jest niezbędne, aby przejść do normalnego układu torów głównych na linii B. Skrzyżowania te mogą być urządzone w bliskości peronów w poziomie (rys. 522) lub w większej

odległości (rys. 521), w różnych poziomach, zapomocą wiaduktów. Układ torów peronowych według rys. 521 ma tę zaletę, że przy nim każdy peron służy do odjazdu w tym samym kierunku, co ułatwia podróżnym orjentowanie się. Pociągi bezpośrednie przychodzą w kierunku prostym na tory peronowe zewnętrzne, tory zaś wewnętrzne mogą służyć dla pociągów, które rozpoczynają bieg na stacji. Natomiast układ według rys. 522 jest odpowiedniejszy w przypadku, jeżeli są w biegu pociągi, powracające po przybyciu na stację w kierunku odwrotnym (podmiejskie). Układ torów kierunkowy okazuje się na stacjach przechodnich typu czołowego najmniej odpowiednim.

Jeżeli na stacji schodzi się więcej niż dwie linje, pomiędzy którymi są w biegu pociągi bezpośrednie, to coraz trudniej jest osiągnąć układ torów na stacji, przy którym pociągi nie przecinałyby torów głównych w poziomie. Warunek ten możliwe jest jeszcze wypełnić, jeżeli pociągi bezpośrednie przechodzą z jednej linii na dwie inne i odwrotnie, to jest gdy stacja ma charakter stacji widłowej (rys. 523). Przy większej ilości linii, po których pociągi bezpośrednie mogą być



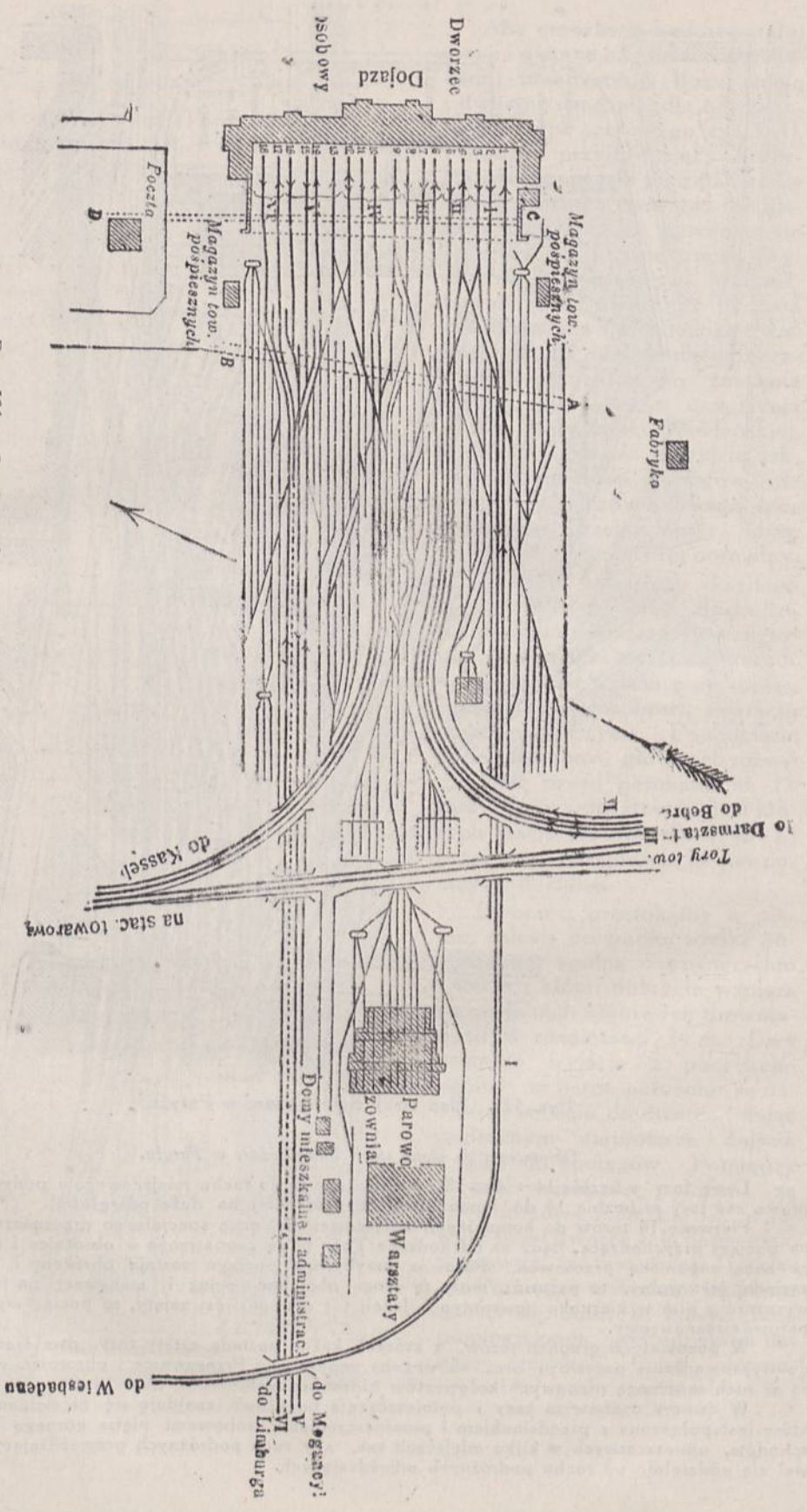
Rys. 523.

w biegu w różnych kombinacjach, zadowolić się wypada układem torów linjowym, wprowadzając linje na stację w takim porządku, aby linje, po których takie pociągi są w biegu, znajdowały się jak najbliżej siebie. Trudności, jakie się przy tem napotyka, wskazują dowodnie, że typ czołowy jest dla stacji pośrednich mało odpowiedni. Z tego powodu starają się o ile możności zastąpić go w przypadku stacji pośredniej typem przechodnim.

Tory postojowe, w miarę ich potrzeby, najodpowiedniej będzie umieścić pomiędzy torami głównymi tych linii, na których są w ruchu pociągi, kończące bieg na stacji, lub od strony torów odjazdowych w celu możliwego ułatwienia podawania składów. Co do umieszczenia torów postojowych na stacjach, na których się schodzi wiele linii, kierować się należy temiz uwagami, które były wypowiedziane powyżej dla stacji typu czołowego krańcowych.

Stacja Warszawa Główna (czasowa).

St. Warszawa Główna stała (por. str. 494), położona na linii średnicowej, posiadać będzie wiązkę torów peronowych, ułożonych w liczbie 12-tu, przy nich zaś perony osobowe i bagażowe. Te tory i perony będą położone niżej poziomu ulic, podłoga zaś dworca, położona w poziomie ulic, wznosić się będzie nad torami, ile tego wymaga wysokość skrajni budowli.



Rys. 526a. Stacja osobowa we Frankfurcie nad Menem. Układ ogólny torów i budowli.

wskazano na planie. Przepusty biletowe urządzone są w ogrodzeniu, dzielącym na dwie równe części poprzeczny peron główny szerokości 20 m. Perony podłużne między torami mają długość 200 do 240 m; szerokość ich użytkową ograniczono, ze względu na szczupłość miejsca, do 6 m (9 m pomiędzy osiami torów).

Linja średnicowa będzie otwarta do ruchu niektórych pociągów już po ułożeniu na niej pierwszej pary torów. Również stacja stała otwierana będzie stopniowo w miarę kasowania stacji czasowej. W tym okresie przebudowy, w którym z dworca stałego wybudowane będzie tylko piętro dolne do poziomu ulic, dworzec czasowy będzie w dalszym ciągu obsługiwał ruch osobowy, mając dojsście z peronów po moście nad torami. Z dworca czasowego odjeżdża obecnie, w miesiące wzmożonego ruchu letniego, do 10 000 podróżnych na dobę, ilość zaś podróżnych, którą dworzec będzie mógł przepuścić, jest przypuszczalnie przeszło dwa razy większa.

ROZDZIAŁ VII.

Stacje postojowe. Ekspedycja pośpieszna. Poczta.

1. Czynności stacyj postojowych. Czyszczenie wagonów. Drobną naprawą. Uzupełnienie i ustawienie składów. Zaopatrzenie wagonów.

Skład pociągu osobowego, który przybył na stację gdzie się bieg jego kończy, winien być przygotowany w czasie postoju do ponownego wyruszenia w drogę w zupełnym porządku. Przygotowanie to zasadza się na gruntownym oczyszczeniu wagonów z wewnątrz i z zewnątrz, oraz drobnej naprawie uszkodzeń, zmianie w miarę potrzeby pewnych jednostek składu i uzupełnieniu go oraz ustawieniu w odpowiednim porządku, wreszcie w zaopatrzeniu go w wodę, gaz i inne materiały, a w zimie ogrzaniu.

Czyszczenie wagonów zewnętrzne i wewnętrzne dokonywa się ręcznie przez zamiatanie, trzepanie, mycie i t. p., w nowszych zaś urządzeniach również przez wyciąganie kurzu pneumatyczne. Czynności te wykonywają się przeważnie na otwartem powietrzu, niektóre zaś z nich dla ochrony oczyszczonych wagonów niekiedy również w szopach, i wymagają rozprowadzenia po torach rur wodociągowych i pneumatycznych oraz odprowadzenia ścieków. *Drobna naprawa uszkodzeń*, jako wymagająca zwykle najwięcej czasu, odbywa się na torach w ciągu całego czasu postoju, jednocześnie z innymi czynnościami, przy pomocy narzędzi i warsztatów przenośnych.

Wymiana wagonów uszkodzonych i uzupełnienie składu odbywa się z wagonów zapasowych i specjalnych, stojących na torach lub wiązkach torów, przeznaczonych dla różnych rodzajów wagonów. Czynności te, jak również *ustawienie składu we właściwym porządku*, wykonywa się na torach porządkowych parowozem manewrowym.

Zaopatrzenie wagonów w wodę, gaz świetlny, energję elektryczną i in. oraz ich *ogrzenie* wymaga rozprowadzenia po torach, na których się odbywa (przeważnie odjazdowych), odpowiednich przewodów.

Wymienione czynności, związane po części z ulepszeniami i udogodnieniami, zaprowadzonymi w nowszych czasach w pociągach osobowych, wymagają ześrodkowania w jednym lub paru punktach odrębnych urządzeń, które wraz z torami i budynkami dochodzą do rozmiarów osobnych stacyj postojowych.

Położenie stacji postojowej względem osobowej bywa rozmaite, w zależności od miejsca, jakie dla niej uzyskać można, i warunków, na które zwrócono już uwagę, przy rozpatrzeniu odmian położenia torów postojowych. Odpowiednie urządzenie stacji postojowej wymaga przy znacznej ilości składów, mających jednocześnie na niej postój, dużego terytorjum; jakkolwiek zaś pożądanę jest, aby znajdowała się ona możliwie blisko od peronów, to jednak uznać należy za ważniejsze, aby był zapewniony należyty jej rozwój i połączenie jej z torami peronowymi o ile możliwości bez przecięcia torów głównych. Pod tym względem położenie stacji postojowej pomiędzy torami głównymi linii, które z niej korzystają, będzie najbardziej pożądanę.

Według przepisów polskich (P. S. O.), *tory* przeznaczone do postoju wagonów osobowych i dla oczekujących parowozów powinny być położone możliwie blisko torów peronowych i mieć z niemi dogodne połączenie. Położenie stacji postojowej powinno być tak wybrane, aby przy podstawianiu na tory peronowe i zabieraniu próżnych składów, ruch pociągów osobowych nie był krępowany. Należy również zabezpieczyć dogodne połączenie torów postojowych z innymi częściami stacji i z parowozownią osobową. Na dużych stacjach należy przewidzieć w tym celu wzdłuż stacji osobne tory przebiegowe i zwracać uwagę, aby parowozy przychodzące z parowozowni i odchodzące do niej nie przeszkadzały sobie wzajemnie, oraz aby nabieranie wody i opału nie wywoływało przetrzymywania parowozów. Gdyby do osiągnięcia dobrych połączeń z parowozownią było niezbędne przecięcie torów w różnych poziomach, to stromość dojazdów do nich na torach parowozowych może dosięgać 40⁰/00.

Stacja postojowa Szczęśliwice.

St. Szczęśliwice jest przeznaczona do przyjęcia składów pociągów, będących w ruchu na liniach kolejowych prawego brzegu rz. Wisły, które rozpoczynają bieg na st. Czyste (por. str. 494) i na tej że stacji, po przejściu linii średnicowej warszawskiej, bieg swój kończą. Na rys. 514 (patrz str. 496) podano plan schematyczny stacji postojowej Szczęśliwice w okresie największego rozwoju, w którym przewidywana ilość składów, mających z niej korzystać, dochodzi do 161 na dobę i do 97 współcześnie. Budowa części tej stacji, w zakresie potrzeb lat najbliższych, jest już na ukończeniu.

Układ torów, zastosowany na st. Szczęśliwice, ułatwia dokonywanie czynności stacji postojowej w przyjętym dla nich porządku. Według tego porządku, sprawdzanie stanu i przyjmowanie wagonów, czyszczenie ich wewnętrzne z grubsza oraz mycie zewnętrzne odbywać się mają na torach przyjazdowych; odkurzanie, czyszczenie i mycie wewnętrzne, naprawa drobnych uszkodzeń przypadkowych i sprawdzanie hamulców, na torach postojowych; zaopatrywanie zaś w gaz i elektryczność, w wodę i węgiel, oraz podgrzewanie wagonów, na torach odjazdowych. Czynności, które według powyższego odbywać się mają na torach przyjazdowych, wymagają 2 godzin czasu; te, które odbywać się mają na torach postojowych co najmniej 5 godzin czasu; wreszcie czynności na torach odjazdowych wymagają dla pociągów dalekich 3 godzin, dla podmiejskich zaś 2 godzin czasu. Ponieważ czynności na torach przyjazdowych, a mianowicie odkurzanie i czyszczenie wewnętrzne, zwłaszcza zaś naprawa drobnych uszkodzeń, wymagają znacznie więcej czasu, niż czynności na torach przyjazdowych i odjazdowych, przewidziano więc, że te czynności odbywać się będą również w pewnych grupach torów przyjazdowych i odjazdowych, które nazwano przyjazdowo-postojowymi i odjazdowo-postojowymi i umieszczono przy torach postojowych w celu ześrodkowania obsługi i urządzeń, które są im wspólne.

Ogólna ilość torów w pomienionych grupach zasadniczych wynosi około 0,6 na jeden skład na dobę. Ilość torów w poszczególnych grupach określono według wykresu, opartego na rozkładzie jazdy. Przeciętna długość torów wynosi 262 m. Grupy torów przyjazdowych i odjazdowych połączone są pętlą kolistą o promieniu 180 m, za której pomocą osiąga się całkowity obrót składu pociągu, to jest zachowanie w nim porządku ustawienia wagonów.

Do naprawy wagonów wskutek normalnego zużycia, która odbywa się okresowo, przeznaczona jest osobna grupa torów, położona przy warsztatach okresowej naprawy. Z innych ważniejszych grup torów wymienić należy tory na wagony salonowe i sypialne z szopami na nie, tory do postoju składów zapasowych oraz tory dezynfekcyjne z komorą do dezynfekcji.

Tory postojowe oddzielone są od innych torów szerokimi pasami gruntu, ułatwiającymi doprowadzenie do tych wagonów kanałów z przewodami wodociągowymi, parowymi, powietrznymi, gazowymi, elektrycznymi i in., oraz dojście do wagonów licznej rzeszy pracowników, zajętych przy ich oględzinach, czyszczeniu, naprawie i zaopatrzeniu. Przy tym pasie gruntu, jak również przy innych pasach komunikacyjnych, ułożono tory postojowe o ile możliwości drogami zwrotniczymi tak, aby doprowadzenie przewodów lub dojście pracowników do międzytorzy wymagało przejścia jak najmniejszej liczby torów. Nadto przewidziano urządzenie nad torami postojowymi, oraz postojowo-pryjazdowymi i postojowo-odjazdowymi, mostka komunikacyjnego dla pieszych.

Szeroki pas gruntu pomiędzy torami postojowymi a odjazdowymi przeznaczony jest do pomieszczenia budynków, jako to: kancelarii ruchu, warsztatów mechanicznych, kotłowni, akumulatorni i kompresorni, pokoi noclegowych dla drużyn konduktorskich i t. p. W bliskości tych budynków, na miejscu wolnem w obrębie pętlicy, postawiona jest baszta wodna, czerpiąca wodę z dwóch studzien artezyjskich. Gazownia będzie znajdować się poza obrębem stacji postojowej. Parowozownie i skład węgla pomieszczone są pomiędzy stacją postojową a stacją osobową Czyste, z którą są bezpośrednio połączone; stację zaś postojową obsługiwać będą osobne parowozy manewrowe. Stacja postojowa Szczęśliwice będzie połączona z torami peronowymi dalekimi i podmiejskimi stacji Czyste dwiema parami torów w układzie kierunkowym.

3. Ekspedycja pośpieszna i poczta; rodzaje przesyłek, które one załatwiają. Trudności, jakie powodują przesyłki pośpieszne i poczta w ruchu osobowym. Pociągi towarowe pośpieszne. Umieszczenie ekspedycji pośpiesznej i poczty. Układ torów.

Do przewozów osobowych, uskutecznianych pociągami osobowymi, należą, jak wiemy (p. str. 131), prócz podróżnych, również przesyłki najspieszniejsze, przewożone według tychże przepisów, co bagaż; poczta w postaci listów i paczek, przewożona pod nadzorem urzędników pocztowych specjalnymi wagonami pocztowymi (tak zwanymi ambulansami) i zwyczajnymi towarowymi; zwłoki, pojazdy, zwierzęta oraz posyłki pośpieszne, do których należą przede wszystkim szybko psujące się produkty spożywcze, jako to: mleko, owoce i in.

Przewozy te załadowywane są do wagonów w różnych punktach, jako to: na peronach osobowych lub bagażowych przy torach głównych, na ładowniach ekspedycji pośpiesznej, oraz na osobnych ładowniach urzędu pocztowego. Przyczepianie wagonów z temi przesyłkami do pociągów osobowych i odczepianie od nich powoduje specjalne trudności w ruchu osobowym i w projektowaniu stacyj. W celu ich uniknięcia formowane są przy dużej ilości tego rodzaju przewozów specjalne pociągi towarowe pośpieszne. W innych przypad-

kach, magazyny i ładownie ekspedycji pośpiesznej i poczty mieszczą się w bliskości dworca osobowego lub na stacjach postojowych tam, gdzie one istnieją i gdzie położenie ich na to pozwala.

Na dużych stacjach osobowych dobre umieszczenie i połączenie z torami głównymi ekspedycji pośpiesznej i poczty utrudnia często różnica poziomów, wymagająca znacznego wydłużenia połączeń lub budowli piętrowych i urządzenia dźwigów.

Układ magazynów, ładowni i ramp oraz torów ładunkowych dla ekspedycji pośpiesznej i poczty nie różni się zasadniczo od układu tychże na stacjach ładunkowych towarowych (p. niżej).

Na rys. 515 podano plan schematyczny urządzeń pocztowych na st. osobowej Czyste według projektu, będącego w wykonaniu.

ROZDZIAŁ VIII.

Stacje ładunkowe.

Tory stacyj ładunkowych. Magazyny towarowe; ich położenie względem torów i ulic dojazdowych. Magazyny towarów przychodzących i odchodzących. Szerokość i powierzchnia magazynów. Place ładunkowe. Szerokość ulic dojazdowych. Układ i długość torów ładunkowych. Ładownie i rampy. Pomosty przeładunkowe. Żórawie, wagi pomostowe i skrajniki. Przykłady dużych stacyj ładunkowych. Stacja Warszawa Gdańska. Stacje ładunkowe w Kolonji i Hanowerze.

Na dużych stacjach towarowych, podobnie jak na osobowych, urządzenia, mające przeznaczenie przeważnie handlowe, które winny być jaknajdogodniej położone względem miasta, oddziela się bardzo często od urządzeń przeważnie technicznych, które wymagają natomiast dużo miejsca i znajdują je daleko łatwiej w pewnym oddaleniu.

Z tych powodów powstają w dużych miastach osobne *stacje towarowe ładunkowe*, na których odbywa się przeważnie przyjmowanie i wydawanie towarów, przewożonych drogą żelazną, ich przechowywanie, wyprawianie i inne czynności, mające bezpośredni związek z wymienionymi.

Tory tych stacyj są to prawie wyłącznie tory ładunkowe, stanowiące dojścia do magazynów, ładowni, placów ładunkowych i t. p.

Uzupełniają je tory wyciągowe oraz zwykle również tory zapasowe do postoju wagonów próżnych, oczekujących załadowania, i ładownych, oczekujących wyprawienia na stację rozrządową. Czy te tory zapasowe są potrzebne i w jakiej ilości, zależy będzie od oddalenia stacji rozrządowej i dogodności połączenia z nią stacji ładunkowej.

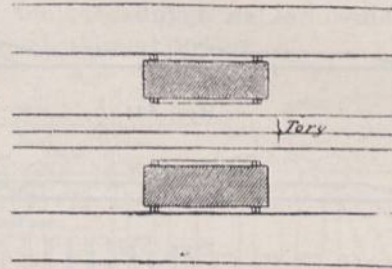
Urządzenie składów i układ torów ładunkowych zależą w znacznym stopniu od rodzaju towarów, do których są przeznaczone, i od sposobu ładowania i wyładowania. Ładowanie towarów w sztukach odbywa się na innych torach, niż towarów surowych i wielkich ciężarów, przewożonych całymi wagonami. Do przechowywania pierwszego rodzaju przesyłek, jako cenniejszych i łatwiej podlegających zepsuciu lub uszkodzeniu, potrzebne są magazyny, które się

mieszczą zazwyczaj wzdłuż torów towarowych i przeznaczone są jedne na ładunki przybywające, inne zaś na wysyłane.

Magazyny towarowe (rys. 480) mogą być zbudowane przy torach jednym rzędem, z urządzeniem z drugiej ich strony dojazdu kolejowego, albo też w dwa rzędy. W tym ostatnim przypadku może być urządzona wspólna droga dojazdu pomiędzy magazynami, a wtedy tory towarowe układa się ze strony ze-

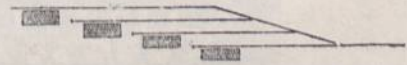


Rys. 528.



Rys. 529.

wewnętrznej magazynów (rys. 528), lub też odwrotnie (rys. 529). Jeżeli pomiędzy magazynami znajduje się ulica, to wozy, które przyszły z ładunkiem do magazynów towarów odchodzących, mogą zabierać inny ładunek z magazynów towarów przychodzących, położonych po drugiej stronie ulicy. Jeżeli zaś pomiędzy magazynami przeprowadzone są tory, to ułatwia to podawanie pod naładunek wagonów opróżnionych. Dla ułatwienia podstawiania wagonów do magazynów łączy się tory towarowe zwrotnicami, lub też doprowadza się do każdego magazynu tor osobny (rys. 530, 535). Na drogach żelaznych zagranicznych tor ładunkowy wprowadza się niekiedy do magazynu, a czasem też w magazynie urządza się dojazd wozów ładownych.



Rys. 530.

Szerokość magazynów towarów przychodzących (w których trzeba wyszukiwać sztuki dla zgłaszających się adresatów) przyjmuje się zwykle około 15 m. Magazyny towarów odchodzących bywają zwykle węższe. Powierzchnia wewnętrzna magazynów zależy od rodzaju towarów, do których służą. Powierzchnię pod ładunkiem przyjmować można:

na tonnę żelaza	2 m ²
„ „ bawełny lub płynów w beczkach	5 m ²
„ „ zboża, mąki, wełny	8 m ²

Szerokość przejść na wózki wynosić winna 2 do 3 m. Średnia norma powierzchni magazynów wraz z przejściami i miejscem na wagi, budki magazynierów i in. na tonnę ładunków dziennie wynosi:

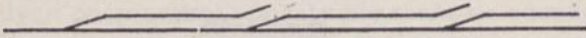
na drogach żel. francuskich (360 dni)	14 do 18 m ²
„ „ „ pruskich (300 dni)	10 do 20 m ²

W celu wydłużenia frontu ładowania i wyładowywania i dla szybszego wykonywania tych czynności, pomostom ładunkowym przy magazynach towa-

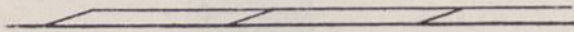
rowych nadaje się niekiedy w planie obrys zębaty z doprowadzeniem do nich krótkich torów żeberkowych, które odgałęziają się od torów, idących wzdłuż magazynu, zapomocą zwoznic (rys. 533, 535). Przeprowadzając tory żeberkowe ukośnie i łącząc je zwoznicami (rys. 534), osiąga się możliwość podstawiania wagonów do magazynów parowozem.

Place ładunkowe. Na towary surowe, jak węgiel, ruda, buraki i t. p., nie wymagające zabezpieczenia od wpływów atmosferycznych, układa się pojedynczo lub parami tory żeberkowe do placów nie krytych, przeznaczonych na składy (rys. 536 i 537), albo też ładowanie i wyładowywanie tych towarów odbywa się wprost z wozu na wagon i odwrotnie.

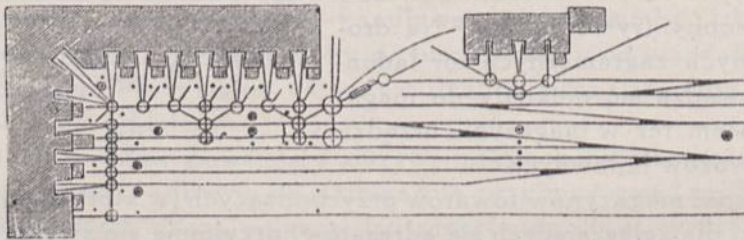
Szerokość ulicy dojazdowej do torów ładunkowych zależy od tego, czy wozy podawane są do ładowania bokiem, czy tyłem. Jeżeli tory ładunkowe położone są z obu stron ulicy, to najmniejsza szerokość ulicy winna wynosić przy ładowaniu bokiem około 10 m, przy ładowaniu zaś od tyłu woza około 17 m, odległość zaś pomiędzy osiami tych torów o 4 m więcej. Jeżeli ładowanie odbywa się tylko z jednej strony ulicy, to szerokość tejże może być zmniejszona odpowiednio do 8 i 11,5 m, wyzyskanie placu jest więc w tym przypadku daleko mniej korzystne.



Rys. 531.

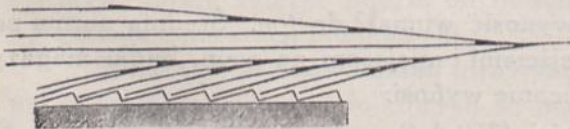


Rys. 532.



Rys. 533.

Długość toru ładunkowego nie powinna być zbyt wielka, zwykle na 10 do 12 wagonów, aby nie utrudniać podawania tychże. Tory ładunkowe żeberkowe (rys. 531) są korzystniejsze od przechodniczych (rys. 532), gdyż pozwalają lepiej wyzyskać front ładunkowy, nie tracąc go na długości zwoznic. Długość

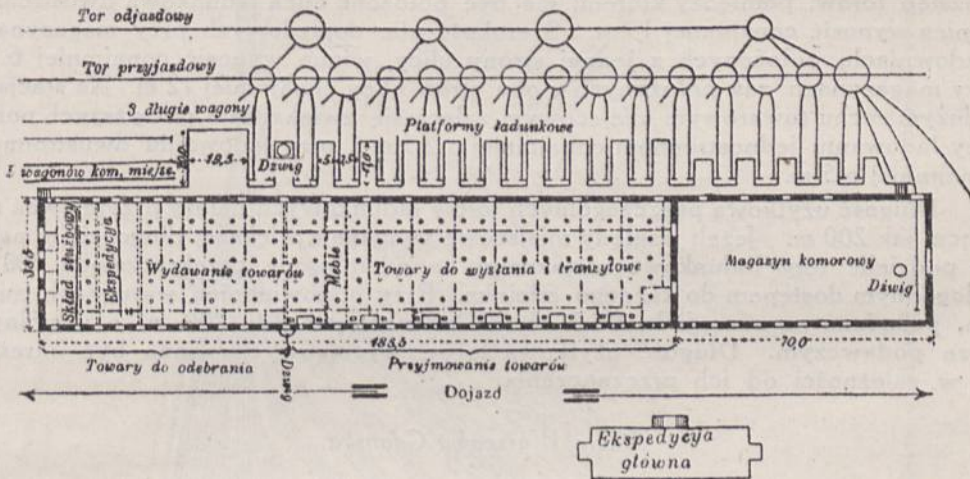


Rys. 534.

ogólną torów bezpieczniej jest obliczać nie więcej, jak na jedno podstawienie wagonów na dobę, chociaż w pomyslnych warunkach daje się wykonać dwa do trzech podstawień. Nadto

należy dodać do długości tak obliczonej conajmniej 20% ze względu na nierównomierność ruchu.

Na towary w sztukach ciężkich i wielkich, jak budulec, maszyny, bawełna w belach i t. p., urządza się pomosty ładunkowe czyli *ładownie* (rys. 480), przez co unika się dwukrotnego podnoszenia takich towarów z ziemi na wysokość podłogi wozu i wagonu. Ładownie takie, zależnie od towarów, do których są przeznaczone, bywają kryte lub nie kryte. Szerokość ładowni wynosi zwykle tyleż, co i magazynów, t. j. 9 do 12 m. Ładowanie i wyładowywanie dużych ciężarów dokonywa się zapomocą żórawi, umieszczonych na ładowniach, lub zapomocą dźwigów bramiastych, wznoszących się nad torami.



Rys 535. Stacja ładunkowa St. Gereon w Kolonii.

Do ładowania bywała stosowane są *rampy ładunkowe*, czyli ładownie kryte lub nie kryte, z wjazdem pochyłym od strony drogi dojazdowej (rys. 537).

Przeładunek towarów z jednych wagonów do drugich, potrzebny zwłaszcza w punktach zbiegania się dróg żelaznych o różnej szerokości toru, odbywa się przy ładowniach i magazynach, podobnych do opisanych powyżej. *Pomosty przeładunkowe* bywają zwykle węższe niż ładunkowe, mając 4 do 3 m szerokości. Towary sypkie i inne, przewożone bez opakowania, przeładowywa się często wprost z wagonu do wagonu.

Do ważenia całych wagonów ładownych urządza się na torach towarowych *wagi pomostowe*, przeważnie takiego ustroju, który pozwala w czasie, gdy ważenie się nie odbywa, przepuszczać wagony lub nawet parowozy po torze, w którym waga jest ustawiona, bez szkody dla jej mechanizmu.

Do sprawdzania, czy ładunek wagonów nie krytych nie wystaje poza skrajnię, ustawia się nad torami *przekładki*, zwane *skrajnikami*.

Według przepisów polskich (P. S. O.), przy umieszczaniu na stacjach towarowych magazynów, ładowni, ramp, dźwigów, skrajników, wag wagonowych i t. p. należy zwracać uwagę, aby korzystanie z nich odbywało się możliwie dogodnie i niezależnie od innych urządzeń stacyjnych, nie utrudniając zarazem wymiany wagonów między niemi. Magazyny na ładunki drobnicowe, jak również przeładownie i magazyny przeładunkowe należy tak umieścić, aby, gdzie tego potrzeba,

pociągi mogły dochodzić do nich bezpośrednio. Magazyny i rampy na przedmioty łatwopalne powinny być umieszczane w oddaleniu od pozostałych budowli i placów ładunkowych stosownie do osobnych przepisów. Na stacjach masowego wyładunku bydła należy, oprócz specjalnych urządzeń wyładunkowych, przewidzieć również urządzenia do oczyszczania, a w miarę potrzeby i do odkażania wagonów.

Przy określaniu powierzchni magazynów towarowych, ładowni, placów ładunkowych oraz długości torów ładunkowych należy kierować się danymi co do oczekiwanego obrotu towarowego projektowanej stacji. Szerokość ulic ładunkowych jednostronnych winna wynosić conajmniej 7,5 m, licząc od osi przyległego toru. Rozstęp torów, pomiędzy którymi ma być położona ulica ładunkowa dwustronna, winien wynosić conajmniej 15 m. Szerokość ulic dojazdowych przy magazynach i ładowniach, położonych z jednej strony ulicy, winna wynosić conajmniej 6 m, przy magazynach zaś położonych z obu stron ulicy conajmniej 12 m. Na stacjach o dużym ruchu towarowym miejscowym zaleca się zwiększenie powyższych norm, przy ładowaniu jednostronnem conajmniej o 2,5 m i przy ładowaniu dwustronnem conajmniej o 5 m.

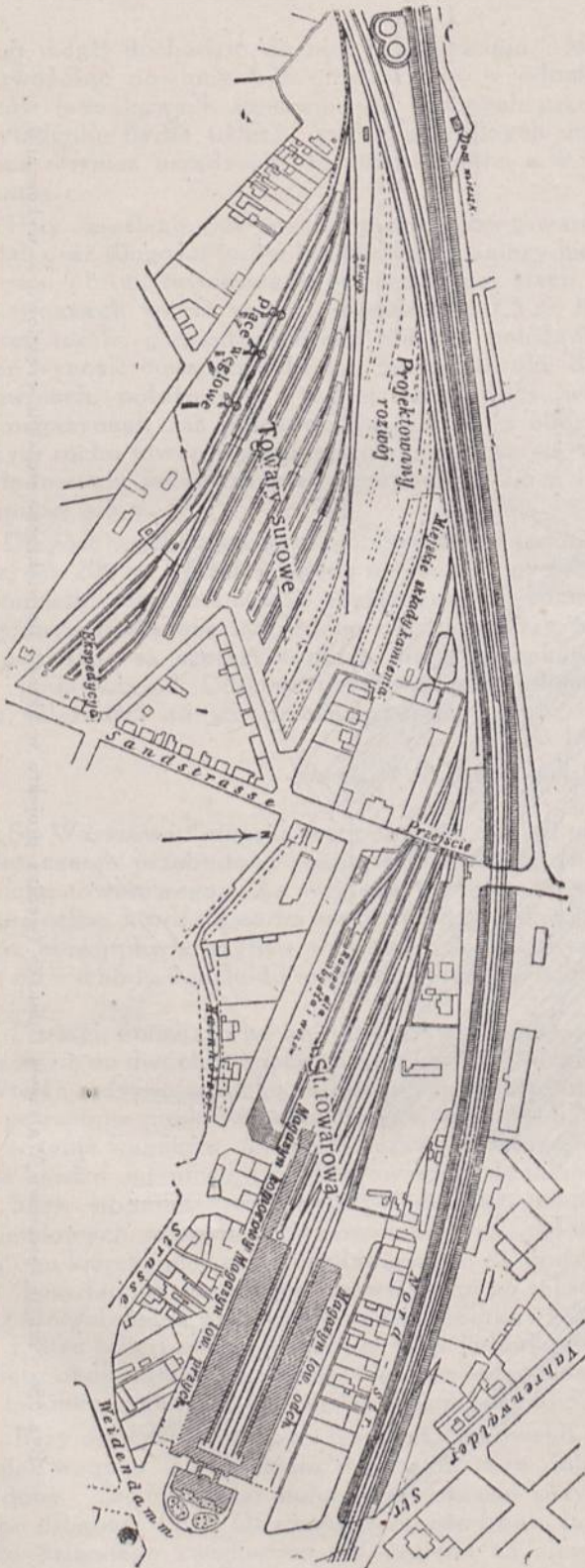
Długość użytkową poszczególnych torów ładunkowych należy przyjmować nie więcej jak 200 m. Jeżeli względy miejscowe wymagają większej długości, to należy podzielić tory ładunkowe rozjazdami na odcinki nie przekraczające 200 m z dogodnym dostępem do każdego odcinka. Przy odpowiednich warunkach miejsca, pożądane są szeregi krótkich torów ładunkowych (do 200 m) o wspólnym torze podawczym. Długość użytkowa torów wyciągowych winna być określona w zależności od ich przeznaczenia.

Stacja Warszawa Gdańska.

St. Warszawa Gdańska jest położona na linii obwodowej (por. str. 494), która po ukończeniu przebudowy węzła warszawskiego będzie przeznaczona wyłącznie do ruchu towarowego. Ze względu na bliskość handlowej dzielnicy miasta i na komorę celną, która się na tej stacji znajduje, znaczenie jej jako stacji ładunkowej będzie niewątpliwie szybko wzrastać. Jednakże należyty rozwój tej stacji ograniczają od wschodu i zachodu niezbędne arterje komunikacyjne miejskie oraz bliskość rz. Wisły.

Pociągi, kursujące po linii obwodowej, będą się składały z wagonów już rozrządzonych na dwóch stacjach rozrządowych, położonych na prawym i lewym brzegu Wisły, przytem w ruchu miejscowym zestawionych w porządku, odpowiadającym potrzebom punktów ładunkowych, do których są przeznaczone. Dlatego też rozrządzanie wagonów na st. Warszawa Gdańska może być potrzebne tylko w zakresie bardzo ograniczonym. Odpowiednio do takiego charakteru stacji, projekt jej (rys. 535), stopniowo wykonywany obecnie, obejmuje grupy torów towarowych przyjazdowych, odjazdowych i rozrządowych, położonych obok siebie, z wyciągami w obu kierunkach, oraz tory ładunkowe do licznych magazynów, ładowni i placów. Tory ładunkowe ułożone są wiązkami po sobie idącymi, po cztery tory w każdej, z których jeden przechodni, jeden żeberkowy zapasowy do wystawiania wagonów i dwa żeberkowe zewnętrzne, jako ładunkowe. Długość torów ładunkowych przyjęto około 200 m, szerokość ulic pomiędzy magazynami 20 m i szerokość placów ładunkowych i ulic (pomiędzy osiami torów) 30 m.

Przy obliczaniu długości frontu ładunkowego przyjęto, że naładunek lub wyładunek wagonu z ładunkiem masowym trwa dobę, z ładunkiem zaś sztukowym pół doby. Średni ciężar ładunku masowego przyjęto 12 t, masowego zaś 6 t na wagon długości 9 m. Otrzymaną długość frontu ładunkowego 0,75 m na tonnę ładunku dziennego zwiększono, ze względu na nierównomierność ruchu, o 50% dla



Rys. 537. Stacja ładunkowa w Hanowerze.

ładunków masowych i o 25% dla ładunków sztukowych. Szerokość magazynów i ładowni przyjęto na 10 m, co odpowiada średnio około 0,1 t ładunku sztukowego na dobę na metr kw. ich powierzchni.

Magazyny komory celnej położone są równoległe do kolejowych i posiadają ładownie kształtu piłowatego, do których doprowadzono krótkie tory żeberkowe na 4 wagony każdy. Do terytoryum komorowego, opasanego parkanem, wagony podawane są z torów kolejowych lub odwrotnie przez osobny wyciąg w stronę Wisły. Osobna bocznicą łączy komorę celną z przystanią celną na Wiśle. Ulice miejskie przeprowadzone są nad torami stacji po wiaduktach górą.

ROZDZIAŁ IX.

Stacje rozrządowe.

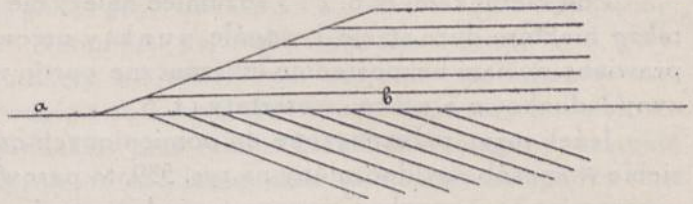
1. Manewry na dużych stacjach towarowych. Porządek przyjmowania pociągów, ich rozrządzenia i wyprawiania. Zasadnicze grupy torów i sposoby rozrządzenia.

Na dużych stacjach towarowych przetaczanie wagonów wykonywają parowozy manewrowe, które są do tego celu wyłącznie przeznaczone.^f

Porządek przyjmowania i wyprawiania pociągów oraz przetaczania wagonów na stacjach towarowych jest następujący.

1) Pociągi przybywające kieruje się na osobne to-

ry przyjazdowe, a prowadzące je parowozy, niezwłocznie po zatrzymaniu się pociągów, odjeżdżają do parowozowni. Następnie parowóz manewrowy przeprowadza tabor przybyłego pociągu na *tory rozrządowe*, a mianowicie na *tor wyciągowy a* (rys. 538), z którego rozrządza je, t. j. rozdziela na poszczególne grupy, wypychając wagony na *tory podziałowe b*, odgałęziające się od toru wyciągowego.



Rys. 538.

Najpierw rozrządza się wagony na trzy grupy zasadnicze, a mianowicie

a) *przechodnią* (tranzytową), która obejmuje wagony, dążące dalej po tejże drodze żelaznej lub na jej linie boczne;

b) *wymienną*, która obejmuje wagony, oddawane sąsiednim drogom żelaznym, będącym pod innym zarządem, wzamian za wagony z tychże dróg otrzymywane;

c) *miejscową* (lokalną), obejmującą wagony, przeznaczone do danej stacji. Wagony pierwszej grupy oczekują wysłania w dalszą drogę. Wagony drugiej grupy przeprowadza się na *tory przekazowe*, na których uskutecznia się ich wymiana. Wagony trzeciej grupy rozrządza się na grupy jeszcze drobniejsze, odpowiednio do ich przeznaczenia, i podstawa się parowozem manewrowym do właściwych miejsc stacji, a mianowicie: na *tory ładunkowe*, do magazynów (towary w sztukach) lub na place ładunkowe (surowe produkta, przedmioty ciężkie); na *tory naprawowe*, do warsztatów (wagony uszkodzone); na *tory zapasowe* (wagony próżne) i t. p.

2) *Pociągi wyprawiane w drogę* ustawia się z wagonów grupy pierwszej (przechodniej), z wagonów, otrzymanych w zamian z dróg sąsiednich, i wreszcie z wagonów trzeciej grupy, zwróconych po naładowaniu lub wyładowaniu, z warsztatów i t. p. Wszystkie te wagony podstawa się parowozem na *tory postojowe*, a następnie rozrządza się na torach rozrządowych *podług kierunków* linii kolejowych, zbiegających się na danej stacji, dla każdego zaś kierunku *porządkiem stacyj* na przebiegu aż do najbliższych stacyj rozrządowych.

Jeżeli ilość wagonów, przeznaczonych do następnej stacji rozrządowej lub dalej, jest znaczna, to wagony takie mogą być zebrane osobno, dla utworzenia z nich *pociągów przechodnich*, idących wprost do miejsca przeznaczenia, oddzielnie od *pociągów miejscowych*, które zatrzymują się na każdej stacji pośredniej dla pozostawienia i zabrania wagonów.

Rozrządzone wagony ustawia się i sprzęga w całkowite składy na *torach sprzęgowych*, które mogą służyć również jako *tory odjazdowe*, o ile są położone w pobliżu torów głównych i posiadają na te tory bezpośrednie wyjście.

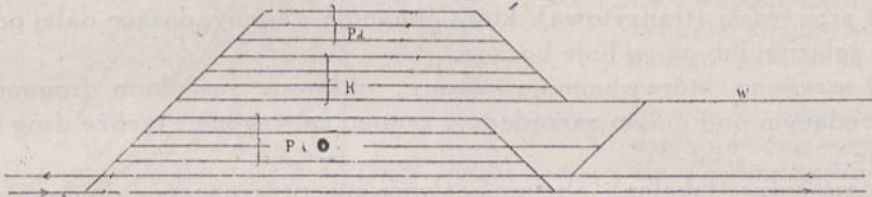
Pod względem technicznym praca stacyj rozrządowych obejmuje następujące zasadnicze rodzaje czynności:

- 1) Przyjmowanie pociągów;
- 2) Rozrządzanie wagonów według kierunków;

- 3) Grupowanie wagonów jednego kierunku porządkiem stacji;
- 4) Ustawianie pociągów;
- 5) Wyprawianie pociągów.

Pod kierunkami w p. 2 i 3 rozumieć należy nie tylko linje kolejowe, lecz także niektóre duże stacje i wogóle punkty przewozowe, do których są wyprawiane pociągi bezpośrednie lub znaczne partje wagonów, jak naprz. magazyny ładunkowe i place, warsztaty i t. p.

Jeżeli tory, przeznaczone do pomienionych czynności, ułożone są obok siebie w sposób, uwidoczony na rys. 539, to parowóz, skuteczniając je, musi naprzemian to wypychać wagony na jeden z torów podziałowych, to, pozostawiając na nim jeden lub kilka wagonów, wyciągać pozostałe na tor wyciągowy.



Oznaczenie torów.

<i>P</i>	przyjazdowe	
<i>W</i>	wyciągowy	
<i>K</i>	kierunkowe	} rozrządowe
<i>Pd</i>	porządkowe	
<i>O</i>	sprzęgowe i odjazdowe.	

Rys. 539.

Takie przesuwanie wagonów po torach tam i z powrotem wymaga dużo czasu i powoduje nieprodukcyjny przebieg taboru, który, wskutek ciągłego popychania i szarpania, podlega uszkodzeniom i szybszemu zużyciu.

W celu przyspieszenia pracy i zmniejszenia przebiegu taboru stosuje się podstawianie wagonów z toru wyciągowego na tory podziałowe, popychając je parowozem na pewnej tylko długości toru wyciągowego i z taką szybkością, ażeby, po zatrzymaniu się parowozu z pozostałą częścią pociągu, wagony odcięte od niego mogły potoczyć się dalej do właściwego miejsca pod działaniem bezwładności. Jednakże przetaczanie w taki sposób bywa przyczyną częstego psucia się zderzaków wagonowych wskutek silnych uderzeń, wagony zaś nie zawsze dobiegają do miejsca przeznaczenia.

Zmniejszenie, a nawet zupełne uniknięcie pracy parowozu przy rozrządzeniu wagonów można osiągnąć, układając tory ze spadkiem tak, aby wagony staczały się po dopchnięciu parowozem do początku spadku, lub pod wyłącznym działaniem siły ciężkości po odhamowaniu na spadku.

2. Rozrządanie przy pomocy siły ciężkości. Tory wyciągowe ze spadkiem. Grzbiety; określenie ich wzniesienia nad torami podziałowymi. Spadki ciągłe.

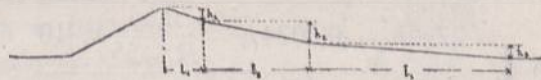
Gdy tor wyciągowy jest ułożony z odpowiednim spadkiem ku torom podziałowym i posiada dostateczną długość, to wagony na nim odpięte będą się

staczać na tory podziałowe, gdzie mogą być zatrzymane we właściwym miejscu zapomocą hamulców lub płoz hamujących, położonych na szynach.

Jeżeli tor wyciągowy ma spadek na całej swej długości, to wagonów nie wyciąga się parowozem pod górę, gdyż odczepianie wagonów jest utrudnione, gdy sprzęgła są wyprężone. Natomiast parowóz wypycha wagony pod górę, sam zaś odjeżdża, gdy już stanęły we właściwym miejscu i są zahamowane. Gdy już parowóz odjechał, wagony rozczepia się i spuszcza na tory podziałowe pojedynczo lub po kilka. Jednakże przy takim urządzeniu wagony osiągają niejednakową szybkość, zależnie od położenia, jakie zajmowały na spadku toru wyciągowego.

Jeżeli część toru wyciągowego, bardziej oddalona od torów podziałowych, jest ułożona poziomo i posiada dostateczną długość do pomieszczenia całkowitego składu pociągu, przeznaczonego do rozrządzenia, wraz z parowozem, stojącym z tyłu pociągu, to parowóz ten dopycha wagony tylko do początku spadku, skąd już staczają się one na tory rozrządowe, wszystkie z jednakową szybkością.

Tylną część toru wyciągowego układa się zazwyczaj nie poziomo, lecz ze spadkiem w odwrotnym kierunku, wskutek czego tor ten powraca do pierwotnego poziomu. Takie urządzenie ułatwia układanie podobnych torów na stacjach już istniejących i daje możliwość połączenia końca toru wyciągowego



Rys. 540.

z innymi torami stacyjnymi. Tworzy się w ten sposób na torze wyciągowym grzbiet (rys. 540), mający w obu kierunkach strome spadki (od strony torów rozrządowych do 0,04), których załom zaokrągla się łukiem niezbyt małego promienia (≥ 1000 m).

Tory podziałowe układane są poziomo lub lepiej ze spadkiem 0,002 do 0,004, aby dopomóc staczaniu się wagonów do końca torów, nie utrudniając zbytnio ich zatrzymywania.

Dla określenia spadku torów podziałowych należy brać w rachubę dodatkowy opór ruchowi w łukach rozjazdowych i innych i odpowiednio zwiększać spadek, ażeby wagon nie zatrzymał się, zanim dojdzie do miejsca swego przeznaczenia. Ponieważ opór ruchowi zmienia się w zależności od pory roku, wiatru przeciwnego i t. p., czasem więc stosowane są urządzenia, pozwalające zwiększać wysokość grzbietu, albo też urządza się na sąsiednim torze drugi grzbiet, wyższy od zwykle używanego.

Dla uniknięcia trudności przy zatrzymywaniu wagonów, przeciętna ich szybkość nie powinna przewyższać 8 do 10 km/godz.

Szybkość, jakiej nabywają wagony przy staczaniu się z grzbietu i w innych punktach charakterystycznych przekroju, można określić w sposób następujący.

Oznaczmy (rys. 540) przez h_1 , h_2 , h_3 wysokość i przez l_1 , l_2 , l_3 długość spadków porządkiem następstwa, zaś przez v_1 , v_2 , v_3 szybkość wagonów

w końcu tychże spadków. Energia kinetyczna jednostki ciężaru wagonu w końcu pierwszego spadku wyrazi się:

$$\frac{v_1^2}{2g} = h_1 - wl_1 - c\lambda_1 \dots \dots \dots (257)$$

W tym wyrazie oznacza:

w współczynnik oporu w torze prostym poziomym,

c współczynnik oporu dodatkowego w łukach,

λ_1 długość łuków.

Podług wzoru Clark'a

$$w = 0,0024 + \frac{V^2_{km/godz.}}{10^6} = 0,0024 + \frac{13v^2_{m/sek.}}{10^6} \dots \dots \dots (41a)$$

według zaś Röckl'a

$$c = \frac{0,65}{R - 55} \dots \dots \dots (48)$$

Szybkość ruchu zmienia się na długości pierwszego spadku od 0 do v_1 , a zatem dla określenia w można podstawić we wzorze (41a) w przybliżeniu $v = \frac{v_1}{2}$ i wtedy

$$\frac{v_1^2}{2g} = h_1 - l_1 \left(0,0024 + \frac{3,25v_1^2}{10^6} \right) - \frac{0,65}{R - 55} \lambda_1$$

$$v_1 = \sqrt{\frac{2g \left(h_1 - 0,0024 l_1 - \frac{0,65}{R - 55} \lambda_1 \right) 10^6}{10^6 - 6,5 g l_1}} \dots \dots \dots (258)$$

Zależnie od szybkości v_1 , szybkość v_2 w końcu następnego spadku otrzyma się z równania:

$$\frac{v_2^2}{2g} = \frac{v_1^2}{2g} + h_2 - l_2 \left(0,0024 + \frac{3,25(v_1 + v_2)^2}{10^6} \right) - \frac{0,65}{R - 55} \lambda_2 \dots \dots (259)$$

Z tegoż równania, przyjmując $v_2 = 0$, można określić długość l_2 spadku mniejszego niż 0,0024, lub poziomej (przy $h_2 = 0$), na której wagon powinien się sam zatrzymać.

Do przybliżonego określenia ogólnego wzniesienia h grzbietu nad najdalszym punktem torów podziałowych może posłużyć równanie

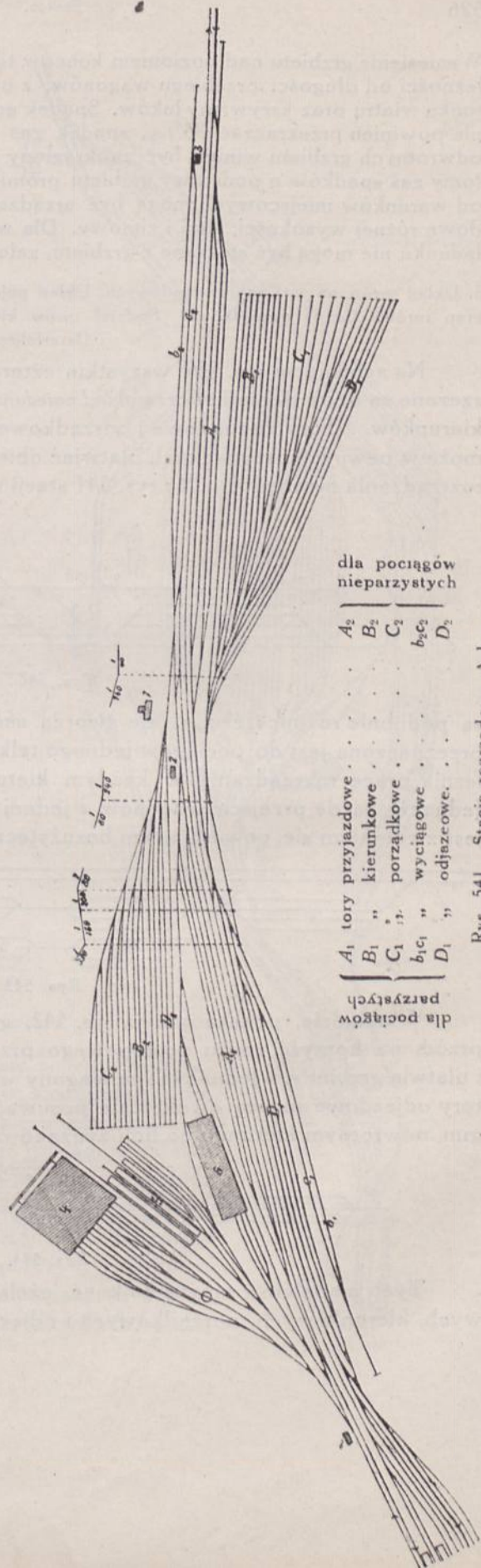
$$h = l \left(0,0024 + \frac{V^2_{km/godz.}}{10^6} \right) + \frac{0,65}{R - 55} \lambda \dots \dots \dots (260)$$

w którym l wyraża odległość tego punktu od grzbietu i λ długość łuków, położonych na tejże odległości, przyczem średnia szybkość V staczających się wagonów może być przyjęta 8 do 10 km/godz.

Stacje rozrządowe opisanego ustroju składają się w przekroju podłużnym z równi poziomych albo o nieznacznym pochyleniu, oddzielonych od siebie grzbietami. Rozrządzanie wagonów według kierunków i grupowanie porządkiem stacyj, czasem również ustawianie pociągu, wykonywa się, wypychając wagony parowozem z torów, położonych na jednej równi, przez grzbiet na równię następną.

Czynności te wykonywa się szybko i urządzenie grzbietu sprowadza pracę parowozu do minimum. Jednak spychanie wagonów i parowóz, którego ono wymaga, okażą się zbyt ciężkie, jeżeli wszystkie tory rozrządowe będą ułożone ze spadkiem o tyle znacznym (8‰ do 12‰), aby wagony mogły się staczać z jednej grupy torów na następną wyłącznie pod działaniem siły ciężkości. Urządzenie stacji rozrządowej na spadku ciągłym, będzie oczywiście możliwe tylko w sprzyjających warunkach terenu, gdyż osiągnięcie odpowiedniej różnicy poziomów pomiędzy pierwszą a ostatnią grupą torów rozrządowych wyłącznie zapomocą robót ziemnych byłoby zbyt trudne. Niekiedy część stacji rozrządowej urządza się do spychania wagonów przez grzbiety, część zaś do staczania po spadku ciągłym. Zastosowanie staczania pod wyłącznym działaniem siły ciężkości jest mianowicie pożądane dla grupy porządkowej z przyczyn podanych niżej.

Według przepisów polskich (P. S. O.), w razie zastosowania grzbietu do staczania wagonów, należy umieścić zwrotnicę torów podziałowych możliwie najbliżej od jego podstawy dla skrócenia przebiegu wagonów. Zaleca się układanie zwrotnic torów podziałowych na łagodnym spadku (do 5‰). W razie potrzeby pierwsze zwrotnice torów podziałowych mogą być ułożone na spadku samego grzbietu. Spadek do staczania wagonów poprzedza zwykle krótszy spadek odwrotny, ułatwiający rozczepianie wagonów.



Rys. 541. Stacja rozrządowa Arlor.

Wzniesienie grzbietu nad poziomem końców torów podziałowych określa się w zależności od długości przebiegu wagonów, z uwzględnieniem przeważającego kierunku wiatru oraz krzywizny łuków. Spadek grzbietu w stronę torów podziałowych nie powinien przekraczać 35‰ , spadek zaś odwrotny 20‰ . Załom spadków odwrotnych grzbietu winien być zaokrąglony promieniem conajmniej 1000 m , załomy zaś spadków u podstawy grzbietu promieniem conajmniej 2000 m . Zależnie od warunków miejscowych mogą być urządzone równoległe dwa grzbiety rozrządowe różnej wysokości, letni i zimowy. Dla wagonów, które ze względu na rodzaj ładunku nie mogą być staczane z grzbietu, zaleca się urządzenie toru objazdowego.

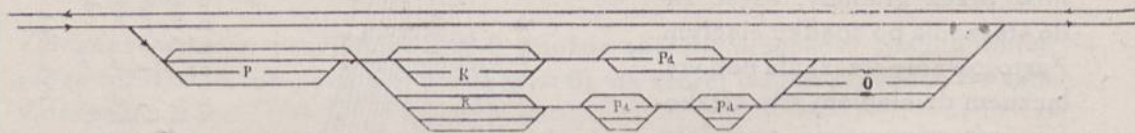
3. Układ torów na stacjach rozrządowych. Układ pojedynczy i podwójny. Położenie wzajemne grup torów. Grupa porządkowa. Podział torów kierunkowych. Stacje rozrządowe w Arlon i Osterfelde.

Na schemacie rys. 539 wszystkie cztery zasadnicze grupy torów pomieszczone są obok siebie i tworzą *układ pojedynczy* przeznaczony do pociągów obu kierunków. Tory kierunkowe i porządkowe pokazane są jako przechodnie, co może w pewnych przypadkach ułatwiać obieg parowozów, nie jest jednak do rozrządzenia niezbędne. Na rys. 541 stacji rozrządowej w Arlon grupy torów



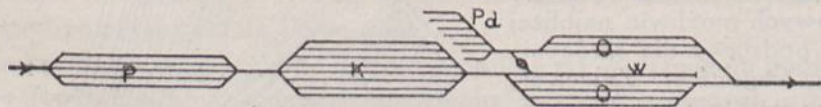
Rys. 542.

są podobnie rozmieszczone, ale tworzą *układ podwójny*, którego każda część przeznaczona jest do pociągów jednego tylko kierunku. Taki podział uniezależnia pracę rozrządzenia w każdym kierunku i zwiększa sprawność stacji. Jednakże każde przejście wagonów z jednej grupy torów do drugiej połączone jest z cofaniem się, powodującym bezużyteczny przebieg taboru.



Rys. 543.

W układzie, pokazanym na rys. 542, grupa odjazdowa wysunięta jest naprzód, na korzyść ruchu postępowego przy rozrządzaniu, które przyspiesza i ułatwia grzbiot *g*. Jednakże i tu wagony w drodze z torów przyjazdowych na tory odjazdowe muszą dwukrotnie posuwać się to w jednym, to znów w drugim, odwrotnym kierunku po linii zygzakowatej *PhW, WgK, KhW, WgPd, Pdh0*.



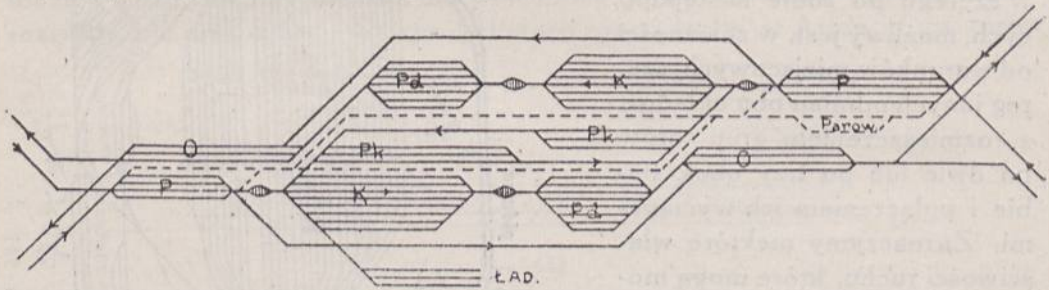
Rys. 544.

Tych manewrów można uniknąć, jeżeli zasadnicze grupy torów przyjazdowych, kierunkowych, porządkowych i odjazdowych będą następować jedna za

trując je w osobny tor wyciągowy (rys. 544 i 545). Takie umieszczenie torów znajduje uzasadnienie jeszcze w tem, że wypychanie na te tory wagonów z torów kierunkowych wstrzymuje na tych ostatnich pracę rozrządową. Jeżeli ilość wagonów, które należy grupować w porządku stacji, jest niewielka i praca stacji niezbyt wyłożona, to można się nawet zupełnie obejść bez torów porządkowych, dokonywając tej czynności na końcowej części torów kierunkowych, o ile długość ich obliczona jest z pewnym zapasem.

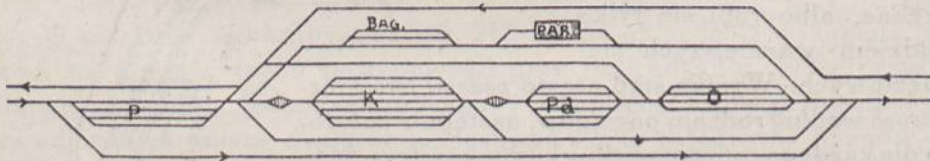
4. Ruch zboczny. Tory przekazowe. Rozrządzanie dwoma parowozami. Układ podwójny dwukierunkowy i jednokierunkowy. Przykłady dużych stacji rozrządowych. St. Zajęczkowo Tczewskie. St. Łazy. St. Drezno.

Dotychczas przypuszczaliśmy, że stacja rozrządowa położona jest na jednej linii kolejowej, po której pociągi przebiegają w obu kierunkach. Jeżeli stacja jest węzłowa, to aby nieużyteczne przebiegi wagonów były jaknajmniejsze, dążyć wypadnie do takiego doprowadzenia poszczególnych linii kolejowych



Rys. 546.

wych do stacji rozrządowej, aby po rozrządzeniu większość wagonów mogła iść dalej, nie powracając w kierunku wstecznym. Pozostałe wagony, które w ruchu bocznym przeznaczone są na linie, dochodzące do stacji rozrządowej od tejże strony, od której wagony nadeszły, po oddzieleniu ich w grupie kierunkowej jednego układu, wypadnie przeprowadzać na tory przyjazdowe drugiego układu dla powtórnego rozrządzenia. Przeprowadzenie wagonów z jednego układu do drugiego odbywa się przez tory przekazowe Pk (por. rys. 545 i 546), obchodząc grzbiety.

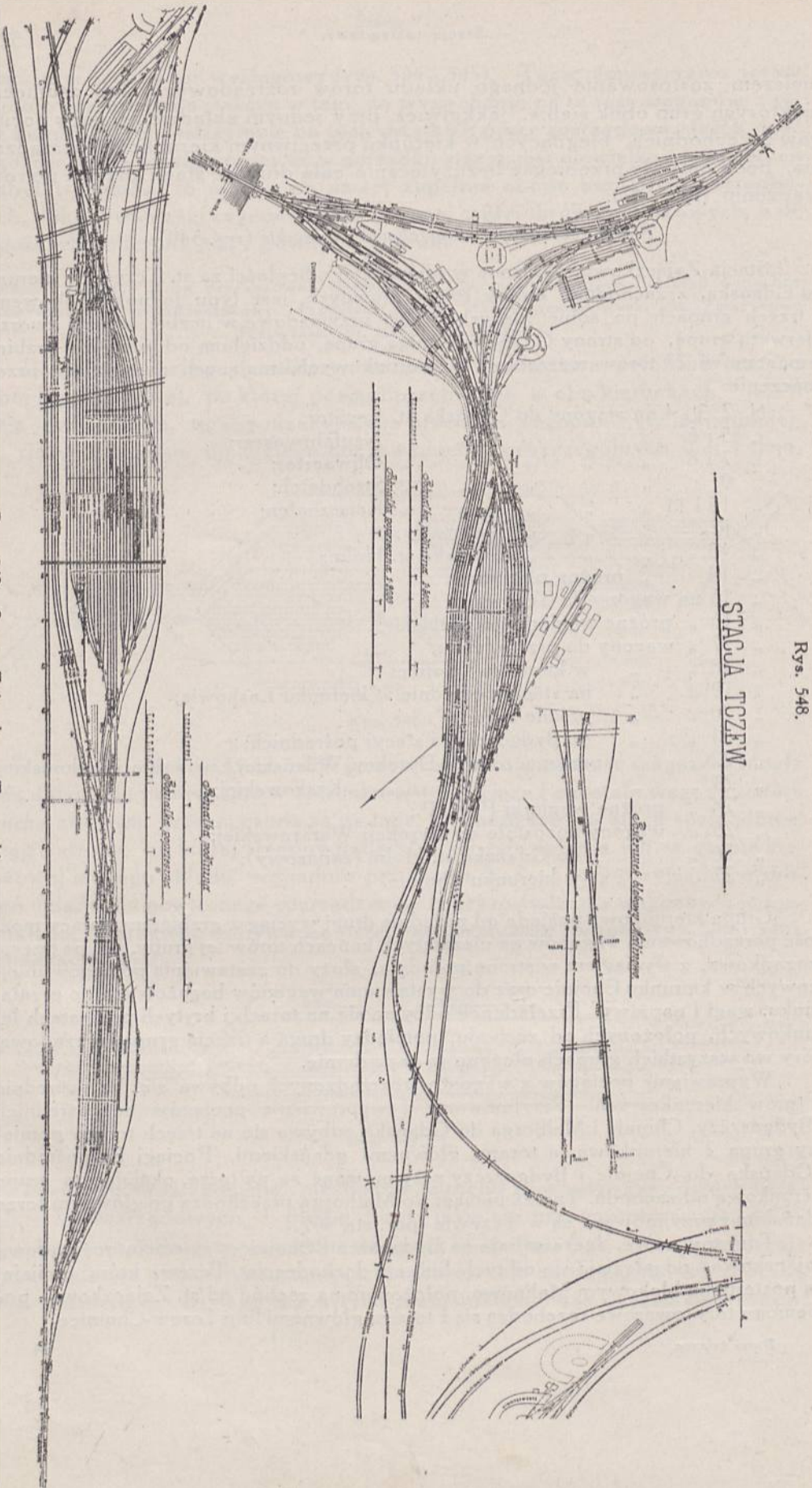


Rys. 547.

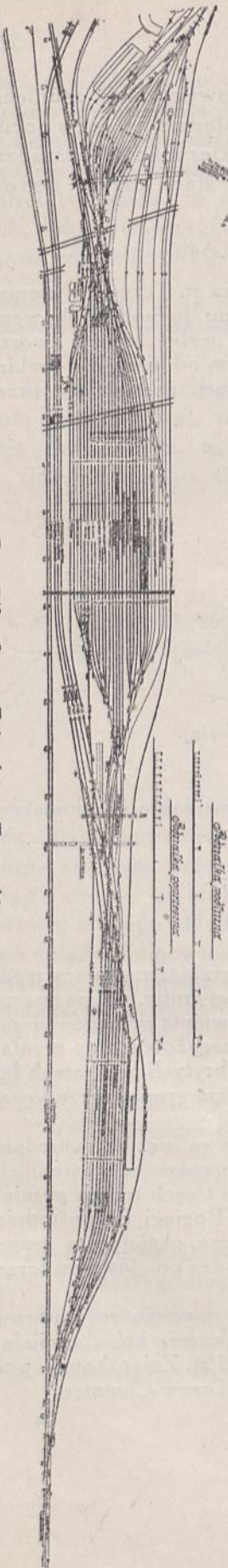
Dwukrotne rozrządzanie, niezbędne w ruchu bocznym przy dwóch układach torów rozrządowych, i długie drogi, jakie się przytem otrzymują, jeżeli grupy torów są rozmieszczone jedna za drugą w szeregu (rys. 546), zmniejszają korzyści takiego podziału i rozmieszczenia torów tem bardziej, im ruch zboczny jest znaczniejszy. Dlatego też w tych przypadkach może okazać się korzyst.

Rys. 548.

STACJA TCZEW



Rys. 549. Stacja Zajęczkowo Tczewskie.



Zwrotnice nastawiane są z pięciu nastawni (*Za, b, c, d i e*) za pomocą przyrządów nastawczych, w trzech nastawniach pośrednich o napędzie elektrycznym i w dwóch skrajnych o napędzie mechanicznym.

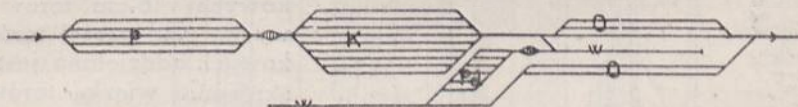
Na grzbiecie głównym urządzona jest elektryczna sygnalizacja wagonów z nadstawni *Zc*, w torach zaś za grzbietem ułożone są hamulce torowe do miarkowania szybkości staczanych wagonów.

Ilość wagonów, rozrządzanych na st. Zajączkowo, dochodzi do 2 300 na dobę i wynosi średnio przeszło 1000. Rozrządzenie jednego pociągu o 120 osiach przez grzbiet główny trwa letnią porą 20 do 40 minut, zimową zaś 30 do 70 minut.

Ilość personelu, zatrudnionego na stacji Zajączkowo, wynosi 232 pracowników.

Jeżeli ilość wagonów rozrządzanych¹ jest znaczna, to może się okazać potrzebne *rozrządzenie dwoma parowozami* w jednym układzie, rozrządzając jednym parowozem na kierunki, drugim zaś na grupy w porządku stacyj. W tym przypadku rozkład grup rozrządowych winien być tak pomyślany, aby jeden parowóz nie przeszkadzał pracy drugiego i aby drogi ich nie przecinały się. Daje to się łatwiej osiągnąć, jeżeli grupa porządkowa będzie umieszczona obok kierunkowej, nie zaś w jednym z nią szeregu, gdyż pozwoli wyciągać wagony z grupy kierunkowej z przeciwnej strony niż ta, od której wagony są na nią wypychane (rys. 544 i 550).

Układ podwójny dwukierunkowy i jednokierunkowy. Mówiąc powyżej o układzie podwójnym torów rozrządowych przypuszczaliśmy, że w nim grupy torów następują po sobie w kierunku biegu pociągów. Tylko w tym przypadku daje

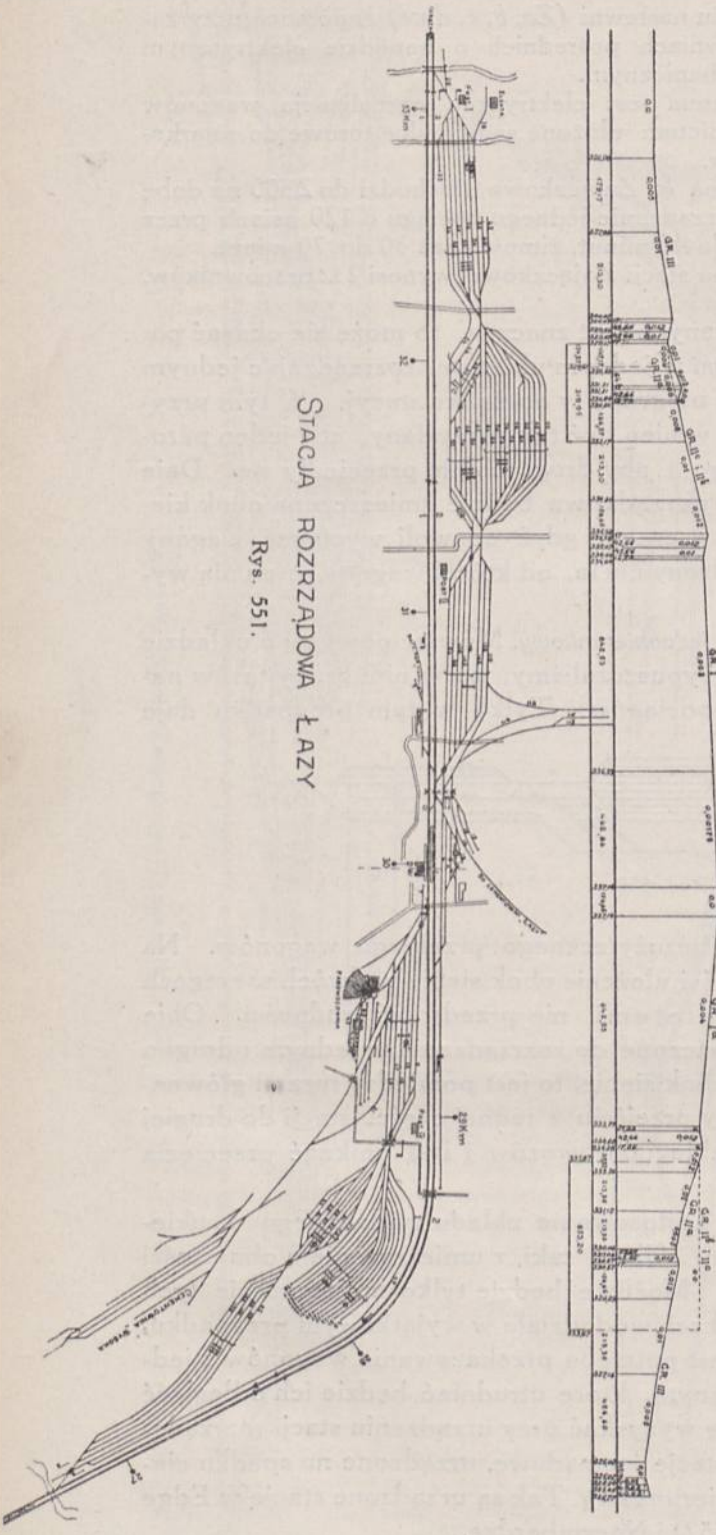


Rys. 550.

się uniknąć w ruchu przechodnim bezużytecznego przebiegu wagonów. Na równi stacyjnej odpowiedniej długości ułożenie obok siebie w dwóch szeregach grup torów, oddzielonych grzbietami, nie przedstawi trudności. Obie części układu podwójnego, przeznaczone do rozrządzania w jednym i drugim kierunku, winny być umieszczone obok siebie, to jest pomiędzy torami głównymi, lub z jednej ich strony, aby przy przejściu z jednej części stacji do drugiej (przekazywanie, przeładunek, przebiegi parowozów i in.) uniknąć przecięcia torów głównych.

Nierównie trudniejsze będzie zastosowanie układu podwójnego dwukierunkowego na spadku ciągłym. Układ taki, z umieszczeniem obu części obok siebie, nie daje się pomyśleć. Możliwe będzie tylko umieszczenie tych części jedna za drugą na dwóch stokach wododziału w wyjątkowym przypadku, gdy taki się nadarza i gdy rzadka jest potrzeba przekazywania wagonów z jednej części do drugiej w ruchu zbocznym, które utrudniać będzie ich odległość i położenie. Przypadek taki dał się wyzyskać przy urządzeniu stacji rozrządowej Łazy (rys. 551). Zwykle zaś stacje rozrządowe, urządzone na spadku ciągłym, mają układ podwójny jednokierunkowy. Tak są urządzone stacje w Edge Hill w Anglii oraz w Dreźnie (rys. 552) i Norymberdze.

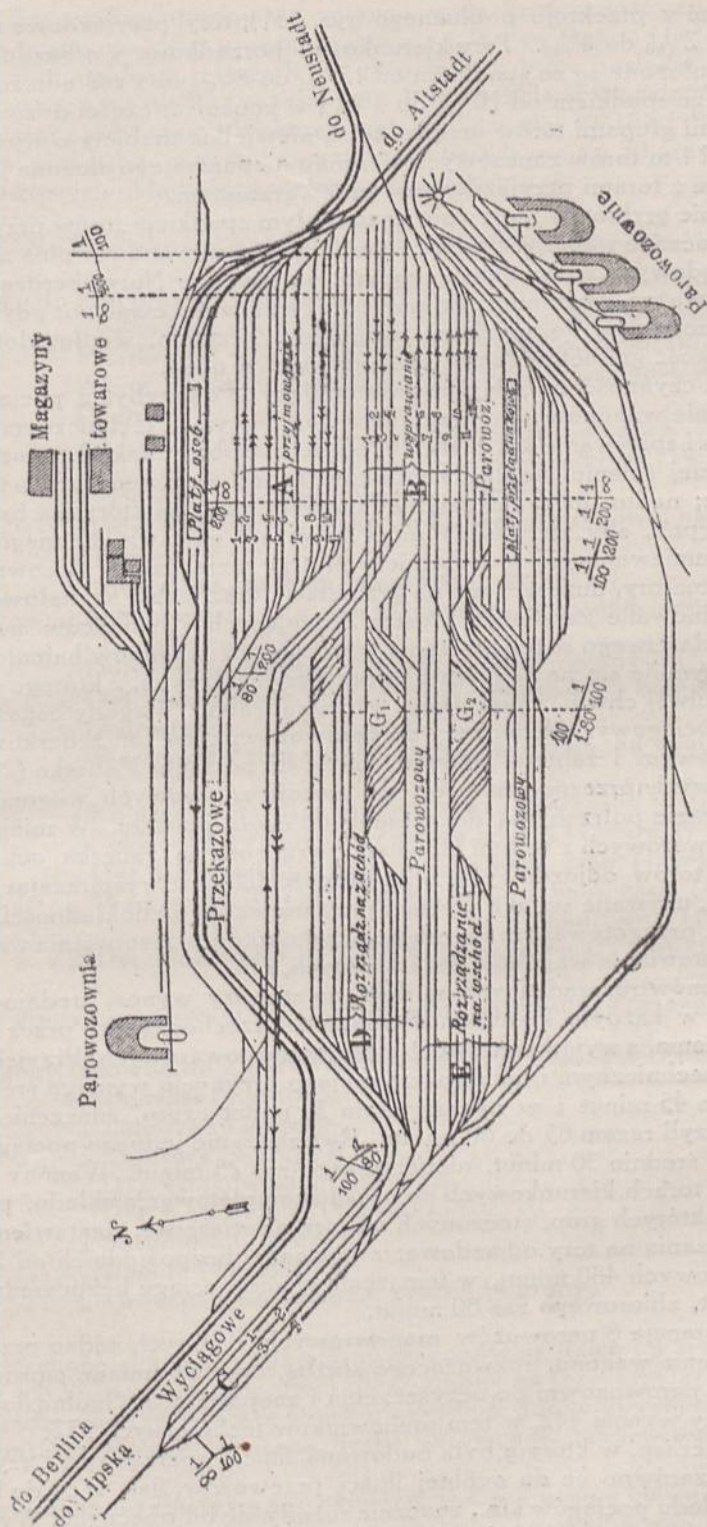
Stacja rozrządowa Łazy (rys. 551)



Stacja Łazy położona jest w najwyższym punkcie linii, łączącej Warszawę przez Piotrków z zagłębiem Dąbrowskim (b. dr. żel. Warszawsko-Wiedeńskiej), na wododziale pomiędzy rz. Wartą a Pilicą, w bliskości kopalni węgla. To położenie orograficzne umożliwiło urządzenie stacji rozrządowej dwukierunkowej na spadkach ciągłych. Grupy rozrządowe, po trzy w szeregu, położone są na spadkach z obu stron równi, na której jest umieszczona stacja osobowa. W kierunku parzystym (do Warszawy) rozrządzane są przeważnie wagony ładowne, z węglem, idącym z zagłębia, natomiast w drugim kierunku nieparzystym (do Sosnowca), przeważnie wagony próżne.

Układ rozrządowy kierunku parzystego składa się z 6-ciu torów przyjazdowych, 18 torów kierunkowych i 6-ciu torów odjazdowych. Od części torów kierunkowych oddzielona jest przez ich skrócenie wiązka torów porządkowych. Układ rozrządowy kierunku nieparzystego posiada również po 6 torów w grupach przyjazdowej i odjazdowej, lecz tylko 9 torów w grupie kierunkowej. Natomiast równoległe do tej grupy urządzona jest grupa z 14 torów zapasowych ślepych do postoju próżnych wagonów, oczekujących dyspozycji oraz przeznaczonych do naprawy. Wzdłuż wszystkich grup torów w obu układach przechodzi tor objazdowy (najbliższy tor głównych), po którym parowozy dochodzą do pociągów lub wracają do parowozowni.

Długość użytkowa torów przyjazdowych i odjazdowych obu kierunków wynosi po 640 m, torów zaś kierunkowych: w kierunku parzystym 555 do 305 m i w kierunku nieparzystym 500 do 225 m.



Rys. 552.

Stacja rozrządowa Drezno-Friedrichstadt.

Jak widać z przekroju podłużnego (rys. 551), tory przyjazdowe mają spadek nieznaczny od 2‰ do 4‰ . Tory kierunkowe, porządkowe i odjazdowe kierunku nieparzystego ułożone są ze spadkiem od 12‰ do 8‰ , tory zaś odjazdowe kierunku parzystego ze spadkiem od 10‰ do 5‰ i w końcowej części poziomo. Pomiedzy oddzielnymi grupami torów urządzone są niewielkie grzbiety o wysokości $0,5\text{ m}$ do 1 m . Grupa 14-tu torów zapasowych kierunku nieparzystego ułożona jest w poziomie i połączona z torami przyjazdowymi przed grzbietem.

Urządzenie grzbietów motywuje się tu małym spadkiem torów przyjazdowych, z których są staczone wagony. Podobne grzbiety zastosowano również na niektórych stacjach rozrządowych ze spadkiem ciągłym, jak naprz. w Norymberdze. Nie można jednak nie zauważyć, że zmniejszają one korzyści spadku ciągłego, gdyż wymagają stosowania parowozów do spychania wagonów. Przytem, według doświadczenia st. Łazy, wysokość grzbietów tamże okazuje się zbyt małą.

Porządek czynności na stacji jest następujący. Po przybyciu pociągu odbywa się przyjmowanie wagonów pod względem handlowym i technicznym od drużyn konduktorskich i spisywanie ich z gruntu, poczem osobny znakarz znaczy wagony kredą na bocznej ścianie według kierunków, to jest numerem toru, na który mają być spuszczone; nadto, na tylnej ścianie numerem toru, na który ma być spuszczoney wagon następny, aby zwrotniczy mógł zawczasu nastawić dla niego zwrotnicę.

Do porozumiewania się ze zwrotniczymi przy rozrządzaniu stosowane są prócz tego osobne semafony, umieszczone na grzbietach, oraz trąbki sygnałowe. Wagony staczone są hamowane zapomocą płozów hamujących i hamulców wagonowych.

W celu właściwego rozmieszczenia w pociągach wagonów hamulcowych, zapas tychże utrzymuje się na jednym z torów przyjazdowych, z którego są one spychane we właściwej chwili, z przerwami w rozrządzaniu. Wagony bagażowe odstawia parowóz pociągowy, odchodzący do parowozowni, na tor żeberkowy (7) przy torze parowozowym i zabiera ztamtąd, stając do pociągu. Żeberko (22) w końcu torów odjazdowych przeznaczony jest do postoju zapasowych wagonów bagażowych, które w razie potrzeby są doczepiane od czoła pociągu. W miejscach połączenia torów towarowych z torami głównymi urządzone są żeberka ochronne. Żeberka w końcu torów odjazdowych, o ile długość ich jest wystarczająca, niekiedy zaś tory główne, używane są jako wyciągi przy usuwaniu niedokładności, zauważonych w pociągu, przygotowanym do odejścia, jako to do przestawiania wagonów hamulcowych, odstawiania wagonów uszkodzonych, i in.

Ilość wagonów rozrządzanych na dobę na st. Łazy wynosi średnio 1500 i dochodzi do 1700 w każdym kierunku. Pociągów, przechodzących przez stację bez rozrządzania, niema, z wyjątkiem dwóch pośpieszno-towarowych. Przyjęcie pociągu pod względem technicznym i handlowym po jego przybyciu wymaga średnio w kierunku parzystym 45 minut i w nieparzystym 30 minut czasu, znaczenie zaś wagonów 35 minut, czyli razem 65 do 80 minut. Rozrządzanie jednego pociągu kierunku parzystego trwa średnio 30 minut, nieparzystego zaś 25 minut. Wagony rozrządzone pozostają na torach kierunkowych do czasu skompletowania składu, powtórnego rozrządzenia niektórych grup, stoczonych na tory niewłaściwe, zestawienia pociągu i możliwości stoczenia na tory odjazdowe: z pociągów bezpośrednich od 240 do 360 minut i ze zbiorowych 480 minut, w tem zestawienie pociągu bezpośredniego trwa średnio 45 minut, zbiorowego zaś 80 minut.

Na stacji pracuje 8 parowozów manewrowych, z których jeden przeznaczony jest do prowadzenia wagonu, rozwożącego służbę, oraz na zmianę parowozów, odjeżdżających do parowozowni do oczyszczenia i zaopatrzenia. Ogólna ilość pracowników na st. Łazy wynosi 442, w tem pracowników technicznych 352.

W okresie czasu, w którym była budowana stacja rozrządowa Łazy (r. 1898), warunki ruchu, zarówno co do ogólnej ilości przewozów, jak i co do kierunków rozrządzania, składu pociągów i in., znacznie różniły się od obecnych. Wynikło stąd, że st. Łazy nie odpowiada obecnie wzmożonym potrzebom ruchu i że jest wogóle

przeciążona. Szczególne utrudnienia spowodowała konieczność dzielenia w wielu przypadkach wagonów tegoż przeznaczenia nie tylko na próżne i ładowne, lecz też według systemu hamulców, ręcznych lub zespolonych, które posiadają lub do których są przystosowane, oraz według specjalnych dróg i rozkładów pociągów, wyprawianych z ciężkimi parowozami. Wskutek tych okoliczności na 19-tu torach kierunkowych układu parzystego wagony muszą być rozrządzone na 30 grup, na 9-ciu zaś torach kierunkowych układu nieparzystego na 32 grupy.

Tory grupy kierunkowej parzystej mają następujące przeznaczenie:

- 54 na wagony do Łaz oraz do naprawy;
- 56 " " " Częstochowy, Piotrkowa i Skierniewic, na ham. zesp. (3 grupy);
- 58 " " " Piotrkowa i odcinek do Płyćwi, prócz st. Koluszki, (1 gr.);
- 60 " " " stacyj od Zawiercia do Rozpry i do warsztatów Dyr. Gdańskiej (5 grup);
- 62 " " " do Łodzi Fabr. i Kal. na hamulcach zespolonych (2 grupy);
- 64 " " " stacyj od Kutna do Aleksandrowa, Strzałkowa i Płocka, na hamulcach ręcznych i zespolonych (2 grupy);
- 66 " " " Łodzi Kal. i od tej stacji do Kalisza i Strykowa, na ham. ręcznych (1 grupa);
- 68 " " " Łodzi Fabr., na ham. ręcznych (1 gr.);
- 70 " " " Skierniewic i na dalsze odcinki do Kutna, Główna, Ożarowa i Pruszkowa (1 gr.);
- 72 " " " Dyr. Gdańskiej przez Toruń, na ham. ręcznych (1 grupa);
- 74 " " " Dyr. Poznańskiej Ok. 2 i 6 i st. Zbąszyń, na ham. ręcznych i zesp. (2 grupy);
- 76 " " " Warszawy-Pragi i stacyj prawego brzegu, na ham. ręczn. (1 gr.);
- 78 " " " " " " " " " zesp. (1 gr.);
- 80 " " " Koluszek i stacyj w stronę Łodzi i Skarżyska (1 grupa);
- 82 " " " Częstochowy i stacyj w stronę Kielc i Herbów (1 grupa);
- 84 " " " Dyr. Gdańskiej przez Toruń, na ham. zesp. (1 grupa);
- 86 " " " Warszawy Gł., Gd., Wsch i Wil. na ham. zesp. (1 grupa);
- 88 " " " " " " " " " na ham. ręcz. (1 grupa);
- 90 " " " Dyr. Pozn. Okr. 1, 3, 4 i 5, na ham. ręcz. i zesp. (2 grupy).

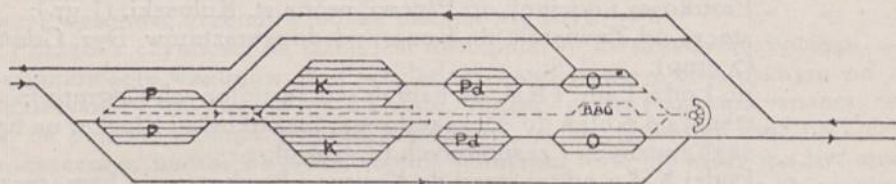
Tory grupy kierunkowej nieparzystej mają następujące przeznaczenie:

- 77 na wagony ładowne do Ząbkowic, Strzemieszyc i Kazimierza (2 grupy);
- 79 " " " do Będzina (4 grupy);
- 81 " " " Zagórza (4 grupy);
- 83 " " " Dąbrowy (4 grupy);
- 85 " " " Dyr. Krakowskiej (3 grupy);
- 87 " " " Dyr. Katowickiej (4 grupy);
- 89 " " " Sosnowca (3 grupy);
- 91 " " " Pogoni (4 grupy);
- 93 " " " Grodzca i Kazimierza, próżne (4 grupy).

Konieczność spychania kilku grup wagonów na jeden tor wywołuje potrzebę wciągania ich następnie z powrotem przez grzbiet na tory przyjazdowe dla ponownego rozrządzenia. Trudności te zwiększa krótkość torów kierunkowych. Temi okolicznościami tłumaczy się znaczna liczba parowozów manewrowych, zajętych na stacji.

Zamierzona przebudowa i rozwinięcie st. Łazy usunie niewątpliwie wymienione braki i pozwoli należycie wyzyskać wyjątkowo korzystne warunki jej położenia.

Zastosowanie układu podwójnego jednokierunkowego może być w pewnych przypadkach odpowiednie również przy rozrządzaniu przez grzbiety, a mianowicie, jeżeli ruch zboczny jest duży. O korzyści zastosowania w tym przypadku układu pojedynczego było już mówione wyżej. Jeżeli w układzie podwójnym tory przyjazdowe połączone będą przed grzbietami w ten sposób, aby umożliwić rozrządzanie z nich na jeden lub drugi kierunek biegu pociągów (rys. 553), to przy przekazywaniu wagonów w ruchu zbocznym da się zupełnie uniknąć ruchów wstecznych, wprawdzie pod warunkiem, że przy tej czynności będzie chwilowo przerwane rozrządzanie z drugiej grupy torów przyjazdowych.



Rys. 553.

Jak widać z powyższego, układ ogólny stacji rozrządowej zależy od rozmiarów ruchu i jego rodzaju, od kierunków biegu wagonów, sposobu rozrządzania i innych warunków ruchu. Z drugiej strony, stacje rozrządowe wymagają dużo miejsca, gdyż zajmują często na długość 4 do 5 km i 50 do 80 ha powierzchni. Uzyskanie pod nie terytorjum określonego kształtu w planie i odpowiedniego w przekroju nie zawsze jest możliwe, często więc wypada dostosowywać się w ogólnym układzie stacji rozrządowej do terytorjum, którem się rozporządza.

5. Urządzenia przeładunkowe. Tory trakcyjne i objazdowe. Wagony i bagażowe. Ilość i długość torów w poszczególnych grupach. Wiązki torów i ruszty.

Wagony z drobnicą, idącą w różnych kierunkach i na różne stacje, są na stacjach rozrządowych (czasem na stacjach ładunkowych, p. str. 517) rozładowywane, z drobnicy zaś po rozsortowaniu dobierane o ile możliwości ładunki wagonowe do tejże stacji przeznaczenia lub do tejże stacji przeładunkowej. O ważnym znaczeniu tych czynności dla wyzyskania taboru zaznaczono już w dziale II (p. str. 148). Wymagają one urządzenia magazynów i ładowni przeładunkowych, połączonych torami z grupą torów kierunkowych. Przy dwóch układach rozrządowych najodpowiedniej będzie pomieścić urządzenia przeładunkowe pomiędzy nimi.

Na stacjach rozrządowych winny znajdować się parowozownie na towarowe parowozy pociągowe i manewrowe, oraz urządzenia do zaopatrywania ich w węgiel i wodę. Przy układzie podwójnym torów rozrządowych położenie parowozowni i innych urządzeń trakcyjnych, najmniej krępujące pod względem ruchu, będzie pomiędzy grupami torów dla obu zasadniczych kierunków rozrządzania, z dobrem dojściem do torów przyjazdowych i odjazdowych.

Dla ułatwienia parowozom dojazdu do poszczególnych grup torów rozrządowych i przetaczania wagonów pożądane jest wogóle przeprowadzenie wzdłuż całej stacji torów objazdowych.

W wagonie bagażowym, umieszczonym za parowozem i tendrem, znajduje się przedział dla starszego konduktora. *Wagony bagażowe* są doczepiane do pociągów przed ich wyprawieniem i dla ułatwienia tego tory do postoju tych wagonów układa się zwykle w bliskości parowozowni tak, aby one mogły być odstawiane i zabierane przez parowozy pociągowe (rys. 547 i 545).

Ilość torów przyjazdowych należy określać według największej ilości pociągów, oczekujących rozrządzenia, która zależna jest od rozkładu przybycia pociągów i szybkości spychania ich na tory kierunkowe (por. str. 541).

Ilość torów kierunkowych zależy od miejscowych potrzeb ruchu i dochodzi na dużych stacjach do 30. Przy większej ilości torów w grupie, długość torów skrajnych otrzymuje się conajmniej dwa razy mniejsza, niż torów pośrednich.

Długość każdego z torów kierunkowych winna być conajmniej dostateczną do przyjęcia całkowitego składu pociągu. Według przykładu stacyj istniejących, urządzonych z grzbietami, na jeden wagon rozrządzany na dobę przypada średnio w tej grupie około 4,5 m długości użytecznej torów.

Długość ogólna torów w grupie porządkowej winna być taka, aby na nich mógł się jednocześnie pomieścić skład jednego pociągu. Ponieważ ilość wagonów, przeznaczonych do jednej i tejże stacji, może się zmieniać w dość znacznych granicach, więc długość tę należy przyjąć z zapasem około 30% do 50%.

Ilość torów porządkowych, układanych w jednej grupie, powinna odpowiadać ilości stacji do następnej stacji rozrządowej.



Rys. 554.

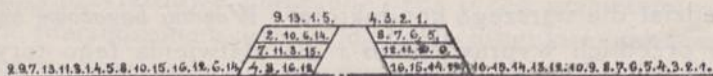
Rys. 555.

Aby uniknąć układania dużej ilości torów porządkowych obok siebie, co wymagałoby dużo miejsca, układa się je czasem w dwie *wiązki* (rys. 554), albo w tak zwane *ruszty* (rys. 555 i 552), idące jeden za drugim.

Przy takim układzie można na dwóch rusztach zgrupować wagony porządkiem stacji, których ilość równa się iloczynowi liczb torów w obu rusztach, przez co oczywiście otrzymuje się znaczna oszczędność na długości torów i ilości zwrotnic.

Na rys. 556 uwidoczniono kolejność grupowania wagonów pociągu, złożonego z 16 wagonów, przeznaczonych do różnych stacji. Korzystanie z dwóch rusztów jest dość trudne, nawet na spadku ciągłym. Z tego względu pożądane jest układanie torów porządkowych w jednej tylko grupie.

Przy budowie stacyj rozrządowych, mających z konieczności kształt rozciągnięty, należy się w ogóle starać o możliwe skrócenie nieużytecznej długości torów. W tym celu i ze względu na nieznaczną szybkość jazdy na takich sta-



Rys. 556.

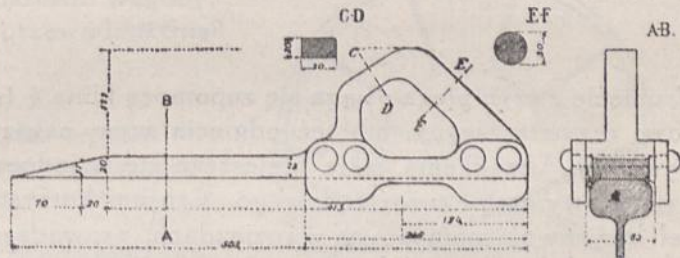
acjach, zaleca się użycie rozjazdów o stosunku skrzyżowania $\frac{1}{8}$ i $\frac{1}{7}$ oraz małych promieni łuków. Układanie rozjazdów może być dopuszczone nawet na stromych pochyleniach, położonych przy grzbiecie, aby tylko poza punktami załamania przekroju.

Według przepisów polskich (P. S. O.), na stacjach, na których odbywa się zestawianie pociągów, należy przewidzieć osobne grupy torów rozrządowych. Zaleca się przytem umieszczać tory towarowe przyjazdowe tak, aby spychanie składów pociągów na tory podziałowe mogło się odbywać z nich bezpośrednio. W każdym przypadku należy wyjaśnić, czy korzystniejszy będzie układ stacji rozrządowej o jednym, czy o dwóch kierunkach rozrządzania. W razie zastosowania grzbietu do staczania wagonów, należy umieścić zwrotnicę torów podziałowych możliwie najbliżej od jego podstawy dla skrócenia przebiegu wagonów. Zaleca się układanie zwrotnic torów podziałowych na łagodnym spadku (do $5^0/00$). W razie potrzeby, pierwsze zwrotnice torów podziałowych mogą być ułożone na spadku samego grzbietu. Spadek do staczania wagonów poprzedza zwykle krótszy spadek odwrotny, ułatwiający rozczepianie wagonów. Wzniesienie grzbietu nad poziomem końców torów podziałowych określa się w zależności od długości przebiegu wagonów, z uwzględnieniem przeważającego kierunku wiatru oraz krzywizny łuków. Spadek grzbietu w stronę torów podziałowych nie powinien przewyższać $35^0/00$, spadek zaś odwrotny $20^0/00$. Załom spadków odwrotnych grzbietu winien być zaokrąglony promieniem conajmniej 1000 m., załomy zaś spadków u podstawy grzbietu promieniem conajmniej 2000 m. Zależnie od warunków miejscowych, mogą być urządzone równolegle dwa grzbiety rozrządowe różnej wysokości, letni i zimowy. Dla wagonów, które ze względu na rodzaj ładunku nie mogą być staczane z grzbietu, zaleca się urządzenie toru objazdowego. Na większych stacjach rozrządowych powinny być urządzone oddzielne wiązki torów do rozdzielania wagonów według kierunków oraz grup i stacyj. Przytem, dla uniknięcia ruchów powrotnych, tory przyjazdowe, (względnie wyciągowe lub do spychania wagonów), tory podziałowe kierunkowe i porządkowe oraz tory odjazdowe winny być umieszczone o ile możliwości w jednym ciągu. Jeżeli brak miejsca lub inne warunki miejscowe nie pozwalają na to, należy tory wyciągowe umieścić w ten sposób, aby zabieranie wagonów z torów rozrządowych odbywało się z przeciwnej strony, niż staczanie wagonów na te tory. Jeżeli z wagonów, zbieranych na torach kierunkowych, mogą być sformowane pociągi bez dalszego rozrządzania, to należy przewidzieć możliwość wyprawiania pociągów bezpośrednio z torów kierunkowych. Na większych stacjach rozrządowych winny być przewidziane osobne tory i ładownie do przeładunku oraz tory do naprawy uszkodzonych wagonów. Rozstęp torów przeładunkowych może być zmniejszony do 3,5 m.

6. Sposoby hamowania wagonów. Płozy hamujące. Hamulce torowe. Sygnalizacja przy rozrządzaniu.

Przy rozrządzaniu z torów pochyłych konieczne jest stosowanie środków do zatrzymywania we właściwych miejscach wagonów, spychanych z toru wyciągowego, dla uniknięcia zderzenia się ich z wagonami, już stojącymi na torach rozrządowych, co mogłoby spowodować uszkodzenie lub nawet wykoślenie wagonów. Na niektórych drogach żelaznych zagranicznych (przeważnie angielskich) wszystkie wagony towarowe zaopatrzone są w hamulce ręczne, wprowadzane w ruch nie śrubami, lecz odciażkami (patrz str. 121), które można przekładać z toru. Na drogach polskich, jak również na większości dróg żelaznych zagranicznych, tylko pewna ilość wagonów towarowych zaopatrzona jest w hamulce, które z tej przyczyny rzadko kiedy mogą być użyte przy rozrządzaniu. Zwykle zaś używane są w tym celu *płozy hamujące*.

Płoz hamujący (rys. 557) ma kształt płaskiego klina, który kładzie się na jednej z szyn i jest zaopatrzony w grubszym końcu w wystającą podpórkę. Koło toczące się wagonu wskakuje na klin i, oparłszy się o wystającą część płoza, ślizga się wraz z nim po szynie, wskutek czego powstaje znaczny opór ruchowi. Płoz ma od dołu obrzeża, które obejmują główkę szyny i utrzymują go na niej. Po zatrzymaniu się wagonu koło samo cofa się momentalnie w tył i schodzi z płoza.



Rys. 557.

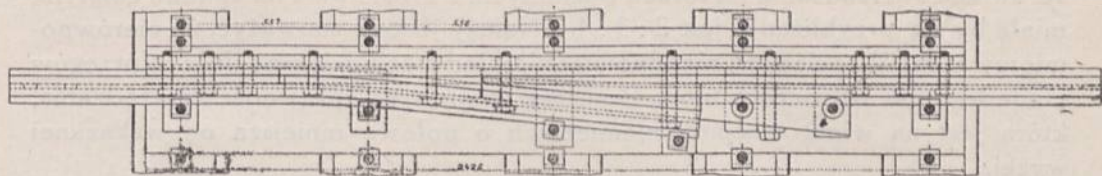
Zwykle dozwala się spuszczać wagony ze spadku grupami (odpręgami), składającymi się nie więcej jak z dwóch lub trzech wagonów. Jeżeli ilość wagonów jednocześnie odpręganych jest większa, to należy je hamować hamulcami zwykłymi.

Robotnicy, którzy podkładają płozy hamujące pod toczące się wagony, są rozstawieni przy torach rozrządowych i kładą płozy na szyny w pewnej odległości przed miejscem, na którym wagony powinny się zatrzymać. Odległość ta zależy od szybkości ruchu wagonu, jego ciężaru, stanu pogody i t. p. i wynosi zwykle 20 do 40 m.

Zatrzymywanie wagonów zapomocą płozów hamujących połączone jest zwykle z wstrząśnieniem mniej lub więcej silnym, wskutek czego nie może być ono stosowane do wagonów, których ładunek łatwo podlega uszkodzeniu. Jednakże wyłączanie takich wagonów z ogólnej ilości rozrządzanych jest nadzwyczaj niedogodne. W celu, ażeby zatrzymywanie wagonów nie następowało zbyt nagle, stosuje się płozy na krążkach (rys. 557).

Skuteczniejszymi w tym przypadku są tak zwane *hamulce torowe*. Urządzenia te mają na celu zwolnienie biegu wagonu o tyle, aby się sam zatrzymał, do-

W porze nocnej lub podczas mgły powyższy sposób nie może być stosowany. Natomiast kierujący rozrządaniem daje umówione sygnały gwizdawką lub trąbką, albo też sygnały świetlne zapomocą latarni o szklach



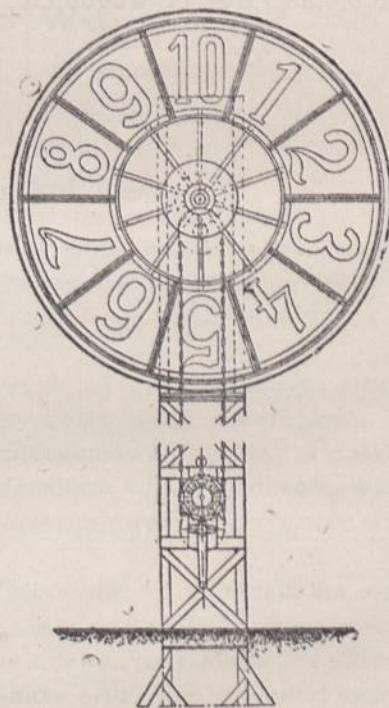
Rys. 560.

różnobarwnych lub z numerami. W tym ostatnim przypadku przezroczyste numery umieszcza się na tarczy, obracanej korbą ręczną, przyczem latarnia oświetla jeden tylko numer górny (rys. 561).

Niekiedy sygnalizuje się numery torów, na które należy wpuszczać wagony, zapomocą przyrządów z przewodem drutowym.

7. Sprawność stacyj rozrządowych. Szybkość rozrządzenia. Ilość wagonów, dających się rozrządzić z jednego wyciągu. Koszta rozrządzenia.

Szybkość rozrządzenia wagonów zapomocą siły ciężkości zależy przeważnie od czasu potrzebnego na przejście wagonu (lub odprzęgu wagonów) od wierzchołka grzbietu do końca zwrotnicy wejściowej na tory kierunkowe i na jej przestawienie dla odprzęgu następnego. Aby czas ten o ile możliwości zmniejszyć, należy przyjąć duży spadek z grzbietu na tory kierunkowe i ułożyć zwrotnice jaknajbliżej grzbietu. Czas potrzebny na przejście torów porządkowych nie ma w tym przypadku decydującego znaczenia, gdyż tylko część wagonów wymaga rozrządzenia porządkiem stacji.



Rys. 561.

Według danych z praktyki stacyj rozrządowych francuskich i niemieckich, rozrządzenie z grzbietu pociągu, złożonego z 50 wagonów, wymaga w dobrych warunkach, przy 20 do 30 odprzęgach, średnio 15 do 20 minut. Jeżeli uwzględnić zwłoki na dojście parowozu, to przyjąć można, że w ciągu 20 godzin roboczych na dobę da się rozrządzić z jednego grzbietu średnio około 2800 wagonów. Największa ilość wagonów rozrządzonych z grzbietu na st. Osterfelde wynosiła 3550 w ciągu doby, na stacji zaś Drezno, urządzonej na spadku ciągłym, mającej

pewne braki w układzie torów, 4300. Natomiast, popychając parowozem na torach poziomych, można rozrządzić na dobę z jednego toru wyciągowego, według danych niemieckich, co najwyżej 2500 wagonów. Według tych danych sprawność rozrządzania na torach poziomych, z grzbietów i na spadku ciągłym, miała by się przybliżyć jak 2 : 3 : 4. Należy jednak zauważyć, że nierównomierny rozkład pociągów, nieodpowiedni układ stacji, większa ilość odpręgów i inne warunki miejscowe mogą znacznie zmniejszyć sprawność rozrządzania, która jest na wielu stacjach niemieckich o połowę mniejsza od wskazanej wyżej.

Czas ogólny przebywania wagonu na stacji rozrządowej, od chwili przybycia do wyjścia w pociągu, wynosi na dobrze urządzonych stacjach przeciętnie nie więcej jak 5 do 10 godzin.

Koszta rozrządzania, nie licząc oprocentowania i umorzenia kapitału budowy i utrzymania urządzeń, wynosiły w r. 1907 na drogach żelaznych niemieckich 0,4 do 1,0 zł. od wagonu.

DZIAŁ VII.

Sygnalizacja i urządzenia bezpieczeństwa.

ROZDZIAŁ I.

Cel i środki sygnalizacji kolejowej.

Sygnaly wzrokowe. Spostrzeżenia braci Chappe. Semafony i tarcze ruchome. Barwa swiateł sygnalowych. Sygnaly sluchowe. Sygnaly na polskich drogach zelaznych. Semafony i tarcze ostrzegawcze. Tarcze przenosne. Tarcze niebieskie i latarnie mleczone. Wskazniki. Petardy. Trąbki, świstawki i dzwony. Sygnaly wedlug miejsca zastosowania.

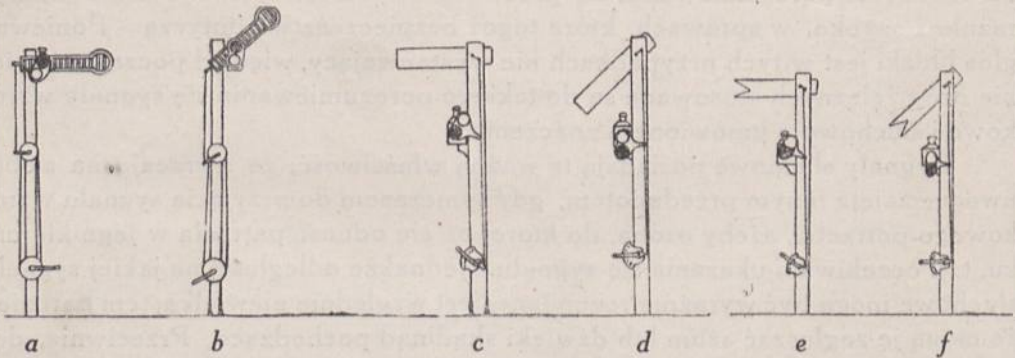
Bezpieczeństwo ruchu na drogach żelaznych zależy w znacznym stopniu od możliwości porozumiewania się pracowników kolejowych z odległości, wyraźnie i szybko, w sprawach, które tegoż bezpieczeństwa dotyczą. Ponieważ głos ludzki jest w tych przypadkach nie wystarczający, więc od początku istnienia dróg żelaznych stosowane są do takiego porozumiewania się sygnaly wzrokowe i sluchowe o umowionem znaczeniu.

Sygnaly sluchowe posiadaja tę ważną wlasciwosc, że zwracaja na siebie uwage, zajeta innym przedmiotem, gdy tymczasem do przyjecia sygnalu wzrokowego potrzeba, azeby osoba, do ktorej on sie odnosi, patrzala w jego kierunku, t. j. oczekiwala ukazania sie sygnalu. Jednakze odleglosc, na jakiej sygnaly sluchowe moga byc wyraźnie rozumiane, jest wzglednie niewielka, tem bardziej, że moga je zagluszac szum lub dzwieki skadinad pochodzace. Przeciwnie, dobrze pomyslane sygnaly wzrokowe moga byc dostrzezone z odleglosci nawet kilku kilometrow.

Jeszcze w koncu XVIII stulecia bracia *Chappe*, wynalazcy telegrafu optycznego ¹⁾, wykonali szereg spostrzezen nad *sygnalami wzrokowymi*, z ktorych wprowadzili nastepujace wnioski:

¹⁾ Pierwsza linja telegrafu optycznego pomiedzy Paryzem a Lille (250 km, 20 stacyj), pomyslu braci *Chappe*, otwarta byla w r. 1793.

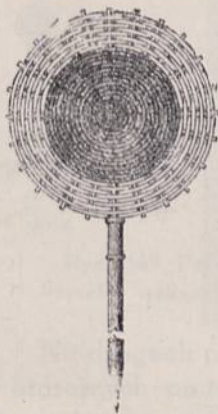
- 1) Widzialność ciała oświetlonego znajduje się w stosunku prostym do pierwiastka kwadratowego z siły oświetlenia i z powierzchni oświetlonej.
- 2) Powierzchnia tej samej wielkości daje się dostrzec na dalszą odległość, gdy jest podługowata, niż gdy jest okrągła lub kwadratowa.
- 3) Barwy ciał oświetlonych nikną w pewnych warunkach oświetlenia, przeto do telegrafowania nadaje się kształt, nie zaś barwa przyrządu sygnałowego.
- 4) Za tło sygnału winno służyć sklepienie niebieskie.
- 5) Występy, nawet nieznacznej wielkości, na wąskich ciałach prostoliniowych dają się dostrzec dopóty, dopóki samo ciało jest widzialne.
- 6) W średnich warunkach atmosfery, gdy niebo jest obłoczyste, ciało o długości $1,92\text{ m}$ i szerokości $0,32\text{ m}$ jest widzialne dla oka nieuzbrojonego na odległość do 10 km .
- 7) Przyjąwszy za jednostkę widzialność ognia białego, otrzymamy, że widzialność ognia czerwonego wynosi $\frac{1}{3}$, zielonego $\frac{1}{5}$, niebieskiego zaś $\frac{1}{7}$.
- 8) Ognie barwy jednakowej zlewają się w jeden obraz, gdy odległość między nimi nie przewyższa $\frac{1}{1000}$ odległości od widza.
- 9) Ognie barw różnych, zwłaszcza gdy barwy te dopełniają się wzajemnie, można rozróżnić, dopóki odległość ich nie przewyższa tej odległości, na której widzialnym jest jeszcze ogień najślabiej świecący.
- 10) Samego tylko ognia białego nie należy używać do sygnalizowania na dalekie odległości, ponieważ w pewnych warunkach atmosferycznych przyjmuje on zabarwienie czerwone, pomarańczowe lub zielone.
- 11) Ruch ognia w nocy nie daje się dostrzec, o ile w bliskości nie ma drugiego ognia nieruchomego.



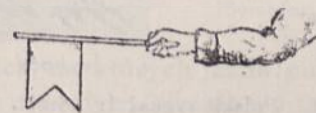
Rys. 562.

Do dawania sygnałów wzrokowych służą na drogach żelaznych tak zwane semaforey (rys. 562), to jest słupy z ramionami ruchomymi podługowego kształtu, rozmaicie zakończone, tarcze obracane (rys. 563) lub nieruchome przenośne (rys. 564) oraz chorągiewki (rys. 565), w porze zaś nocnej i wogóle, gdy jest ciemno, latarnie.

Sygnaly wzrokowe dzienne wyrażają się przeważnie kształtem przyrządu sygnałowego, sygnaly zaś nocne przeważnie barwą światła. Jeżeli nie jest wymagane, aby sygnał był widoczny na dużą odległość, to przyrząd sygnałowy może mieć jednakowy wygląd we dnie i w nocy, naprz. w postaci latarni o szklach mleczno-białych z czarnym napisem lub znakiem.



Rys. 564.
Tarcza przenośna.



Rys. 565.
Chorągiewka.

Najważniejsze pojęcia, które ma wyrażać sygnał, są to: żądanie zatrzymania pociągu: „stój” i zezwolenie na jego przepuszczenie: „wolna droga”. Do tych zasadniczych sygnałów dołącza się niekiedy trzeci: „zwolnić bieg”.

Na semaforze te sygnały mogą być wyrażone różnym położeniem ramienia względem słupa, jako to poziomem, wyrażającym sygnał „stój”, pochylonem pod 45° ku górze (w Niemczech), lub ku dołowi (w Anglii), albo pionowem (w Ameryce), wyrażającym sygnał „wolna droga”, i t. p. Tarcze nie nadają się do wyrażenia tylu sygnałów, gdyż będąc ruchome, są nastawiane do patrzącego

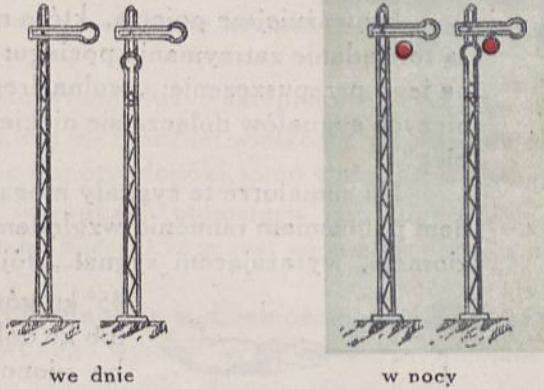
płaszczyzną lub krawędzią, przyczem w tem drugim położeniu są mało widoczne. Z tego powodu w niektórych krajach, jak naprz. w Anglii, tarcze nie są wogóle stosowane, zastępują je zaś semaforami o ramionach inaczej zakończonych (rys. 562 e, f).

Do sygnałów nocnych stosowane są światła barwy czerwonej, zielonej, białej, żółtej i niebieskiej. Światło czerwone stosowane jest wszędzie jako sygnał „stój”. Światło białe bywa stosowane niekiedy jako sygnał „droga wolna”. Jednakże z tego, co powiedziano wyżej, wynika, że w odróżnianiu białego światła sygnałowego od innych światel, służących do oświetlenia, mogą łatwo zajść pomyłki. Niezbędne także staje się zastosowanie w tym przypadku środków, zapobiegających wybiciu szkieł barwnych, gdyż wskutek tego mógłby powstać sygnał fałszywy. Wobec tego jako sygnał „wolna droga” stosuje się najczęściej światło zielone. Jako trzecia barwa światel sygnałowych stosuje się często barwa żółta, od czasu, gdy wyrób szkieł tej barwy ulepszono o tyle, że daje się ona dobrze odróżnić od białej i czerwonej. Światło niebieskie lub fioletowe, jako mało widoczne, nie stosuje się do sygnałów, które mają działać na duże odległości.

Szklą barwne, które zakrywają ogień latarni, przytwierdza się zwykle do ramion semaforów i do tarcz ruchomych i przestawia się wraz z niemi. Tym sposobem barwa światel wskazuje w porze nocnej, w jakim położeniu znajduje się ramię semaforu lub tarcza, które wtedy nie są widoczne.

Sygnaly słuchowe dawane są zapomocą trąbek, świstawek parowych i ręcznych, dzwonów i petard.

Przepisy sygnalizacji polskich dróg żelaznych *) ustalają semafor kształtu, podanego na rys. 566, jako sygnał główny, nakazujący zatrzymanie pociągu lub wskazujący, że droga jest wolna. Ramię semaforu, zwrócone w prawo od słupa, patrząc w kierunku jazdy, i trzymane poziomo, oznacza, że poza miejscem, w którym stoi semafor, droga nie nadaje się do jazdy i wyraża



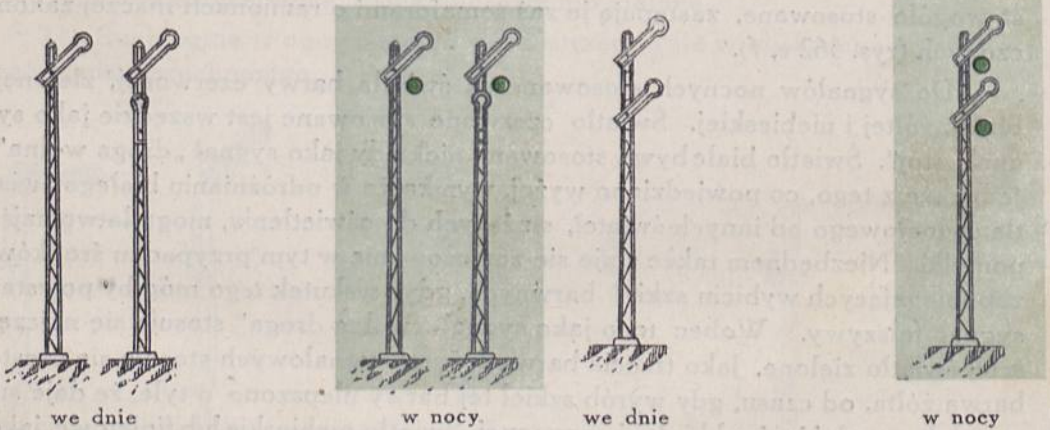
we dnie

w nocy

Rys. 566. Polski sygnał 1: „Stój”.

żądanie zatrzymania pociągu przed semaforem. To samo ramię, trzymane ukośnie pod kątem 45° ku górze (rys. 567), oznacza, że droga jest wolna, i wyraża zezwolenie na dalszy bieg pociągu.

W miejscach, gdzie się tor rozgałęzia, semafony otrzymują dwa ramiona (rys. 568), w dawniejszych zaś urządzeniach nawet trzy ramiona.



we dnie

w nocy

we dnie

w nocy

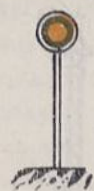
Rys. 567. Polski sygnał 2a: „Wolna droga w kierunku prostym”

Rys. 568 Polski sygnał 2b: „Wolna droga w kierunku bocznym”.

Aby zapobiedz przejechaniu semaforu w razie niepomysłnych warunków atmosfery, ustawia się przed nim tarcza ostrzegawcza w odległości potrzebnej do

*) Zasadnicze sygnały polskich dróg żelaznych podano zgodnie z przepisami, obowiązującymi w nowych urządzeniach. Pewne różnice w urządzeniach istniejących są stopniowo usuwane.

zatrzymania pociągu przed semaforem. Tarcza okrągła, koloru żółtego, z czarnym pierścieniem i białą obwódką, zwrócona do pociągu (rys. 569), oznacza, że semafor, ustawiony za nią, wskazuje sygnał „stój”. Tarcza w położeniu poziomem (lub pionowym) krawędzią do pociągu oznacza, że semafor za nią wskazuje sygnał „wolna droga” (rys. 570).

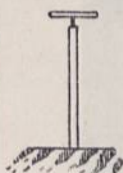


we dnie

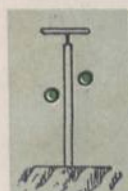
Rys. 569. Polski sygnał 3:
Semafor wskazuje sygnał „stój”.



w nocy



we dnie



w nocy

Rys. 570. Polski sygnał 4:
Semafor wskazuje sygnał „wolna droga”.

Na drogach polskich, na których jazda pociągów odbywa się na liniach dwutorowych po torze prawnym, semafony i tarcze ostrzegawcze ustawia się z prawej strony toru, patrząc w kierunku jazdy, z wyjątkiem tych linii b. dzielnicy austriackiej, na których jazda odbywa się po torze lewym.

Szkła latarni na semaforach są barwy czerwonej i zielonej. Światło czerwone latarni wyraża sygnał „stój”, światło zaś zielone „wolna droga”.

Aby umożliwić, w miarę potrzeby, kontrolę z przeciwległej strony światła kolorowych, czy ogień w latarni się pali i jaki sygnał wskazuje semafor, stosuje się światła białe; mianowicie światłu czerwonemu odpowiada z przeciwległej strony pełne światło matowo-białe, światłu zaś zielonemu małe światełko matowo-białe.

Tarcze ostrzegawcze zaopatrzone są w dwie latarnie, pomieszczone ukośnie względem siebie t. j. prawa wyżej, niż lewa, patrząc w kierunku biegu pociągu. Tarczy, zwróconej do pociągu płaszczyzną, odpowiada światło latarni żółte, tarczy zaś zwróconej do pociągu krawędzią światło latarni zielone. Do kontroli latarni na tarczach z przeciwległej strony stosuje się także światła matowo-białe, jak na semaforach.

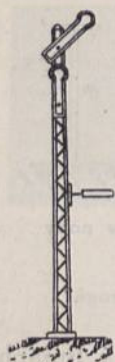
Jeżeli dwa semafony następują po sobie w niewielkiej odległości, to na słupie semaforu umieszcza się często tarcza ostrzegawcza semaforu, który za nim następuje (rys. 571 i 572).

Tarcza przenośna czerwona, kształtu prostokątnego, z latarnią czerwoną, gdy jest ciemno (rys. 573), wyraża sygnał „stój”. Przed tarczą czerwoną ustawia się przenośna tarcza ostrzegawcza w takiej że postaci, jak tarcza ostrzegawcza przed semaforem (rys. 569 i 570), lecz nieco mniejszego rozmiaru.

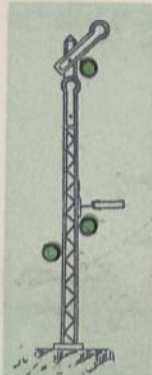
Tarcze przenośne stosuje się też jako sygnał zwolnienia biegu, a wtedy mają one kształt ukośnego ramienia z kręgiem żółto-czarnym pośrodku i zaopatrzone są, gdy ciemno, w dwie latarnie żółte, jedna obok drugiej (rys. 574). Tarcze te ustawia się w odległości niezbędnej do zwolnienia biegu pociągu (400 m do 250 m) przed miejscem, po którym należy jechać ze wskazaną szybkością, mniejszą, niż według rozkładu. Początek i koniec tego miejsca wska-

zują latarnie z literami PiK na szkłe matowem, jednakowo widocznymi we dnie i w nocy.

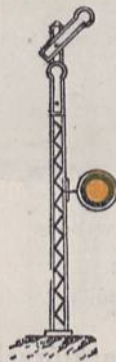
Jako sygnał „stój“, który obowiązuje nie względem pociągów, lecz tylko względem parowozów manewrujących i przetaczających tabor, używana jest *tarcza niebieska* kwadratowa, ustawiona przekątnią pionowo, w nocy zaś latarnia



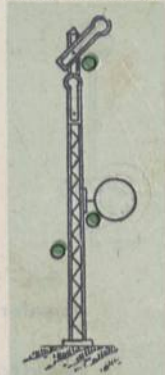
we dnie



w nocy



we dnie



w nocy.

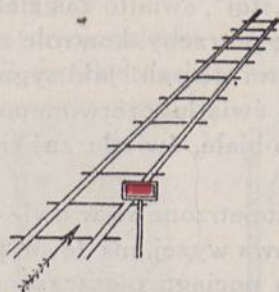
Rys. 571. Polski sygnał 2a + 4:
„Wolna droga“ wprost; semafor następny
wskazuje sygnał „wolna droga“.

Rys. 572. Polski sygnał 2a + 3:
„Wolna droga“ wprost; semafor następny
wskazuje sygnał „stój“.

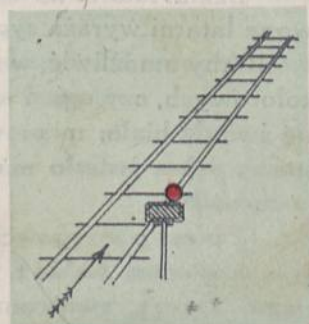
niebieska (rys. 575). Jeżeli droga do manewrów jest wolna, to tarcza przyjmuje położenie poziome, światło zaś latarni zmienia się na matowo-białe.

Tarcze i latarnie przenośne stosuje się również jako sygnały pociągowe na parowozie i na ostatnim wagonie (patrz rozdział II, str. 551 i 552).

Chorągiewka czerwona lub chociażby ręka, poruszana wokoło prostopadle do toru, w nocy zaś ręczna latarka ze światłem czerwonym, lub choćby białem, lecz poruszana wokoło, dają sygnał „stój“ w razach nagłych (rys. 576).

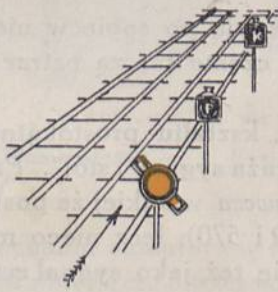


we dnie

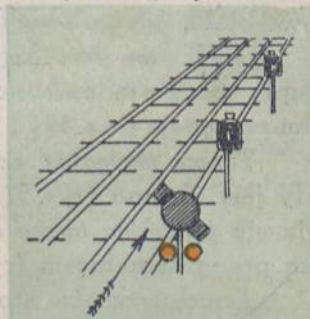


w nocy

Rys. 573. Polski sygnał przenośny 11a: „Stój“.



we dnie



w nocy

Rys. 574. Polski sygnał przenośny 12a: „Zwolnić bieg“.

Chorągiewki i latarki używane są również przez drużynę konduktorską i służbę stacyjną do dawania różnych sygnałów, odnoszących się do wyruszenia

i zatrzymania pociągu oraz ruchów parowozu przy przetaczaniu i innych manewrach.

Przy sygnałach stałych stosowane są różne *wskazniki* w kształcie tablic, słupów, latarni i in., mające na celu zwrócenie uwagi na sygnał właściwy, wskazanie toru, do którego się on odnosi, miejsca, do którego może dochodzić przetaczany tabor i in. Do takich wskazników należą duże tablice białe z czarnym krzyżem ukośnym (rys. 577), stawiane przed tarczami ostrzegawczymi dla zwiększenia ich widzialności, zwłaszcza w położeniu poziomym, latarnie z numerem na szkle mlecznym przy semaforach w miejscu rozgałęzienia torów, i in.

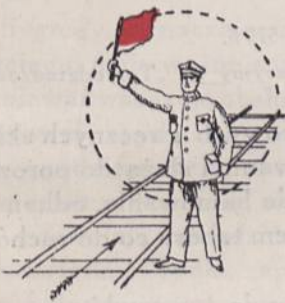


we dnie

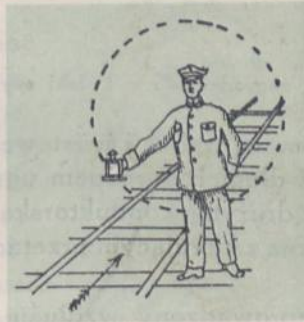


w nocy

Rys. 575. Polski sygnał manewrowy 5: „Przetaczanie wzbronione”



we dnie



w nocy

Rys. 576. Polski sygnał ręczny 11 b: „Stój”



Rys. 577.

Wskaznik przed tarczą ostrzegawczą.

Latarnie ze szkłem mleczno-białym, przeświecającym przez otwory w kształcie prostokątów, kół, trójkątów, strza i t. p. służą za sygnały, wskazu-



7 a. Jazda pod ostrze w kierunku prostym.



7 b. Jazda z ostrza w kierunku prostym.



8 a. Jazda pod ostrze w kierunku z bocznym.



8 b. Jazda z ostrza w kierunku z bocznym.

Rys. 578. Polskie sygnały na zwrotnicach.

jące jednakowo we dnie i w nocy różne położenia zwrotnic (rys. 578) oraz innych urządzeń, mogących stanowić przeszkodę do przejścia pociągów lub tabo-

ru, jako to wywrotek, żórawi wodnych, obrotnic, wag pomostowych i in. (rys. 579).

Sygnaly słuchowe dawane są zapomocą petard, trąbek, świstawek parowych i ręcznych oraz dzwonów.

Petardy są układane na szynach w liczbie 2 do 3 przy tarczach ostrzegawczych lub przed sygnalami „stój“, lub przed przeszkodą, w odległości dostatecznej do zatrzymania przed nimi pociągu (700 do 400 m) i służą jako sygnał „stój“ lub jego wzmocnienie.



Rys. 579 a.



Rys. 579 b.

Polski sygnał stacyjny 9: „Tor zagrodzony“. Polski sygnał stacyjny 10: „Tor odgrodzony“

Sygnaly dawane zapomocą trąbek i świstawek parowych i ręcznych składają się z tonów krótkich i długich w różnym ugrupowaniu i służą do porozumiewania się maszynisty z drużyną konduktorską co do hamowania, odhamowania i ruszania pociągu, oraz z kierującym przetaczaniem taboru co do ruchów parowozu.

Sznur sygnałowy, przeprowadzony wzdłuż pociągu do świstawki parowozowej, ułatwia komunikowanie się drużyny konduktorskiej z maszynistą podczas jazdy.

Sygnaly dzwonowe składają się z różnych grup uderzeń dzwonów elektrycznych i służą do porozumiewania się stacyj ze służbą drogową na linii.

Wymienione środki sygnalizacji kolejowej dadzą się lepiej poznać i ocenić przy szczegółowszem rozpatrzeniu według miejsca ich zastosowania, a mianowicie rozpatrując osobno *sygnalizację pociągową, linjową* na szlaku między stacjami, *i stacyjną*.

ROZDZIAŁ II.

Sygnalizacja pociągowa.

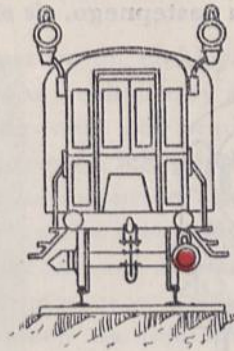
Sygnaly na pociągu. Oznaczenie początku i końca pociągu. Sygnaly na pociągu, idącym po niewłaściwym torze. Sygnalizowanie pociągu, nie przewidzianego w rozkładzie. Sygnaly na parowozie manewrowym.

Cel i rodzaje sygnałów pociągowych słuchowych były już wymienione w krótkości. Z sygnałów pociągowych wzrokowych ważniejsze mają na celu *oznaczenie początku i końca pociągu*.

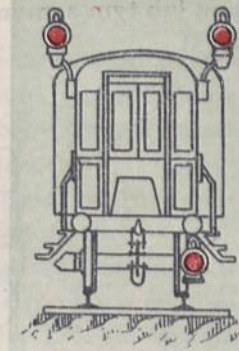
Początek pociągu daje się dobrze rozpoznać w porze dziennej po parowozie, idącym na czele. W porze nocnej nad zderzakami parowozu palą się dwie

latarnie ze światłem białym. Latarnie te nie tylko sygnalizują zbliżający się pociąg, lecz także oświetlają tor maszyniście.

Koniec pociągu sygnalizuje w porze dziennej okrągła tarcza czerwona z białą obwódką na haku pociągowym lub zderzaku ostatniego wagonu i dwie latarnie u góry po bokach, widoczne z przodu i z tyłu pociągu. W nocy świecą w tych miejscach trzy latarnie czerwone, z których dwie górne rzucają naprzód, t. j. w kierunku ku maszyniście, światło białe (rys. 580).



we dnie.

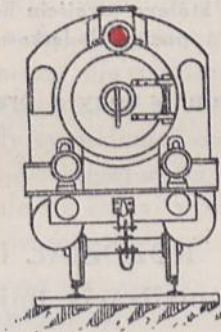


w nocy.

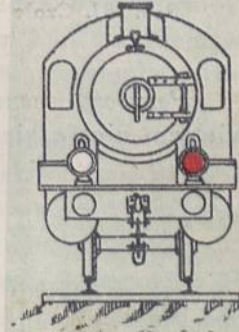
Rys. 580. Koniec pociągu.

Sygnaly, oznaczające koniec pociągu, mają ważne znaczenie, ponieważ wskazują obsłudze pociągowej i straży drogowej, czy pociąg idzie w pełnym składzie, a w razie rozerwania się pociągu pozwalają zarządzić w porę odpowiednie środki, zapobiegające zderzeniu się rozerwanych części.

Jeżeli pociąg idzie po niewłaściwym torze, to u góry na przedzie parowozu umieszczona jest we dnie czerwona tarcza, w nocy zaś prawa latarnia rzuca w kierunku parzącego światło czerwone (rys. 581).

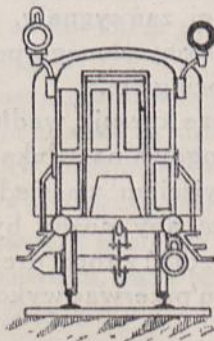


we dnie.

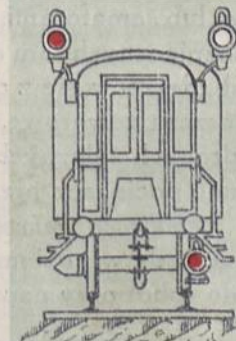


w nocy.

Rys. 581 Czoło pociągu, idącego po torze niewłaściwym.



we dnie.

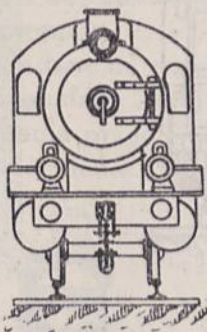


w nocy.

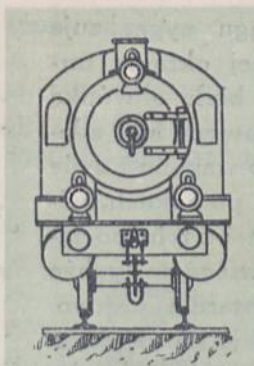
Rys. 582. Koniec pociągu, za którym ma iść pociąg dodatkowy.

Umieszczenie u góry na przedzie parowozu lub tylnim wagonie we dnie

tarczy białej, w nocy zaś białej latarni, zapowiada *przejście w kierunku odwrotnym, lub tym samym, pociągu następnego, nie przewidzianego w rozkładzie* (rys. 582 i 583).



we dnie.



w nocy.

Rys. 583. Czoło pociągu, po którego przejściu będzie iść w przeciwnym kierunku pociąg dodatkowy.

Parowozy manewrowe mają w nocy z przodu i z tyłu po jednej latarni ze światłem niebieskim.

ROZDZIAŁ III.

Sygnalizacja linjowa.

Sygnalizacja linjowa pociągów. Dzwony elektryczne. Zagradzanie sygnałami miejsc niebezpiecznych na torze. Miejsca chwilowo niebezpieczne. Miejsca, wymagające zwolnienia biegu pociągów.

Sygnały linjowe skierowane są do straży drogowej lub do obsługi pociągowej.

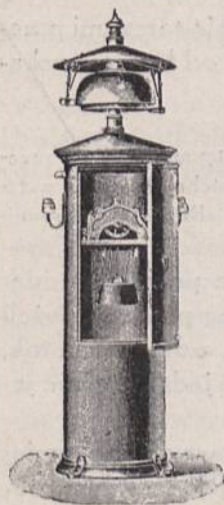
Do pierwszej kategorii sygnałów należą zawiadomienia o mającym nastąpić przejściu pociągu, oraz sygnały z żądaniem pomocy, dawane trąbką, dzwonami elektrycznymi lub semaforami, do drugiej zaś sygnały, służące do zagrozenia miejsc niebezpiecznych toru albo do osłony samego pociągu, w celu zabezpieczenia go od zderzenia się z drugim pociągiem.

Pociągi, zwłaszcza towarowe, nie zawsze kursują według rozkładu. Dlatego też na wielu drogach żelaznych straż drogowa na szlakach między stacjami jest uprzedzana o pociągach przed ich wyjściem z sąsiednich stacji, zapomocą tak zwanej *sygnalizacji linjowej pociągów*, aby można było w porę zamknąć rogatkami przejazdu w poziomie szyn, zdjąć z toru drzyny i wózki, dowożące materiały do robót przy naprawie toru, przerwać wykonywanie tych robót i t. p.

Takie zawiadomienia straży drogowej, szczególnie ważne na drogach żelaznych, mających dużo przejazdów w poziomie szyn, przesyłane były początkowo od jednego dróżnika do drugiego zapomocą semaforów lub innych znaków widzialnych, porozstawianych wzdłuż linii kolejowej. Później zaczęto uży-

wać do tego celu *dzwony elektryczne* (rys. 584), ustawiane przeważnie przy przejazdach.

Dzwony te włączone są do przewodu elektrycznego, idącego od jednej stacji do następnej, i zaopatrzone są w mechanizmy samoczynne, dające pewną ilość uderzeń dzwonu, gdy prąd elektryczny będzie puszczony przez przewód lub gdy będzie przerwany. Do sygnalizacji elektrodzwonowej stosowany bywa, oprócz prądu galwanicznego, również prąd wzbudzony (indukowany). Zmieniając ilość uderzeń dzwonu oraz łącząc uderzenia w grupy, podzielone pauzami, otrzymuje się możliwość sygnalizowania ze stacji na linję kierunku, w którym będzie szedł pociąg, oraz dawania innych zawiadomień, naprz., że zapowiedziany pociąg nie pójdzie, ostrzegania o wypadkach ucieczki wagonów ze stacji i t. p.



Rys. 584.
Dzwon elektryczny.

Sygnalizacja elektrodzwonowa może być również przystosowana do dawania sygnałów z linji na stację z żądaniem pomocy dla rozbitego pociągu, przysłania parowozu pomocniczego i t. p.

Przyrządy sygnalizacji dzwonowej dość łatwo podlegają zepsuciu. Z drugiej strony wynalazek telefonu ułatwił porozumiewanie się stacyj z linją. Z tych względów sygnalizacja elektrodzwonowa wychodzi stopniowo z użycia.

Zbliżanie się pociągu sygnalizuje się na niektórych drogach żelaznych, od jednego drużnika do następnego, *trąbkami*, używanymi również do wzywania pomocy i do innych sygnałów pomiędzy strażą drogową.

Miejsca stale niebezpieczne, jako to: skrzyżowania torów w jednym poziomie, mosty zwodzone i t. p., zagradza się sygnałami stałymi w postaci semaforów i tarcz ostrzegawczych (rys. 566 i 569).

Semafor, jako sygnał, poza który, o ile znajduje się w położeniu „stój”, nie dozwala się w żadnym razie przejechać, ustawia się w niewielkiej odległości (nie mniej jak 100 m przed możliwą przeszkodą. Tarcza ostrzegawcza ustawia się w odległości 700 m do 400 m przed semaforem, w zależności od pochylenia linji i szybkości pociągów.

Ze względów oszczędnościowych, w zależności od miejscowych warunków, *tarcze ostrzegawcze* nie zawsze są stosowane, lecz wówczas, ze względu na większe niebezpieczeństwo przejechania, semafor stawia się w tem miejscu, w którym należałoby postawić tarczę ostrzegawczą.

Tarcza ostrzegawcza nastawia się bądź jednocześnie z semaforem, zapomocą wspólnego przewodu, bądź też zapomocą osobnego przewodu, lecz z takim urządzeniem, przy którym może być postawiona krawędzią do pociągu dopiero po daniu na semaforze sygnału „wolna droga“.

Miejsca chwilowo niebezpieczne, jako to uszkodzenia, zawalenia toru kolejowego, również pociągi, zatrzymane na szlaku, zagradza się i osłania sygnałami przenośnymi: tarczami czerwonymi (rys. 573) i ostrzegawczymi do nich lub ręcznymi, jako to chorągiewkami w porze dziennej i latarniami czerwonymi w porze

nocnej (rys. 576), nadto petardami, zakładanymi na 900 m do 600 m przed przeszkodą.

Petardy winny być stosowane jako wzmocnienie sygnału „stój“ wogóle we wszystkich przypadkach, gdy z powodu mgły, zadymki i t. p. sygnały nie są widoczne na należytej odległości.

Miejsca, wymagające zwolnienia biegu pociągów, zabezpiecza się tarczami przenośnymi (rys. 574), ustawianymi w odległości 400 m do 250 m od latarni, wskazujących początek i koniec takich miejsc.

2. Zabezpieczenie pociągów w czasie jazdy. Oddzielenie pociągów odstępami czasu i przestrzeni. Porozumienie telegraficzne stacyj. Zawiadowcy ruchu (train dispatchers). Ruch z zachowaniem punktów krzyżowania się pociągów i pierwszeństwa kierunku. Ruch z przewodnikiem lub z berłem.

Pociąg w biegu będzie zabezpieczony od spotkania się z pociągiem, idącym w przeciwnym kierunku, lub od najechania przez pociąg pędzący, jeżeli wszystkie pociągi w ogóle będą oddzielone od siebie pewną odległością tak, aby na określonym odstępnie linii kolejowej mógł znajdować się jednocześnie jeden tylko pociąg.

Takie oddzielenie pociągów przestrzenią jest jedynie celowe do zapewnienia bezpieczeństwa ruchu zarówno na liniach jednotorowych, jak i na dwutorowych, na których pociągi przebiegają po każdym z torów w jednym tylko kierunku.

W tym ostatnim przypadku bywa stosowane również *oddzielenie pociągów odstępami czasu*. Jako najmniejszy odstęp czasu pomiędzy dwoma pociągami, dążącymi jeden za drugim, przyjmuje się zwykle 10 do 5 minut i, jeżeli jeden pociąg biegnie za drugim w krótszym odstępnie czasu, to zatrzymuje go się sygnałami ręcznymi. Oczywiście jest jednak, że odstęp czasu jest w tym przypadku tylko równoważnikiem odstepu drogi, przebieganej przez pociąg, i że jedynie tylko odstęp drogi może zabezpieczyć pociąg od najechania drugiego pociągu. Przy dużych różnicach szybkości pociągów oddzielenie odstepem czasu nie można uważać za równoznaczne z oddzieleniem odstepem drogi, zwłaszcza, że przy nieco gęstszym ruchu, ściśle zachowanie odstepu czasu jest bardzo trudne. Z tych względów ruch pociągów z oddzieleniem odstepem czasu, wynoszącym conajmniej 10 minut, dozwolony jest na polskich drogach żelaznych tylko w razach wyjątkowych, z zachowaniem specjalnych przepisów bezpieczeństwa.

Oddzielenie pociągów odstepami drogi, to jest zachowanie warunku, aby na pewnym odstepnie mógł znajdować się jednocześnie nie więcej jak jeden tylko pociąg, osiąga się przez porozumienie się stacyj zapomocą *telegrafu*, albo zapomocą tak zwanej *blokad* *linjowej*. Blokada stosuje się, gdy ze względu na gęstość ruchu odstepy pomiędzy stacjami są zbyt duże do przepuszczenia niezbędnej ilości pociągów i muszą być podzielone na drobniejsze odstepy blokowe. Na linii jednotorowej dla oddzielenia pociągów odstepami drogi stosowane są prócz tego rozmaite sposoby ruchu, przytoczone poniżej.

Porozumienie telegraficzne dwóch sąsiednich stacyj, pomiędzy którymi przebiega pociąg, mające na celu niedopuszczenie, aby na tym samym torze znajdował się drugi pociąg, polega na zawiadomieniu sąsiedniej stacji o wyjściu

każdego pociągu i o jego przybyciu. Nadto, na linjach jednotorowych pociąg może być wyprawiony ze stacji w drogę nie wcześniej, jak po otrzymaniu na to pozwolenia od tej stacji, na którą go się wyprawia.

Wydawanie pozwoleń na wyprawianie pociągów ze stacji może być poruczone specjalnemu *zawiadowcy ruchu* (ang. train dispatcher), z którym porozumiewają się telegraficznie wszyscy zawiadowcy stacyj na pewnym oddziale linii kolejowej. Taki zawiadowca ruchu śledzi ruch wszystkich pociągów na swoim oddziale przy pomocy tablic, na których zaznacza położenie w danej chwili wszystkich pociągów na podstawie doniesień telegraficznych zawiadowców stacyj o przyjeździe i odjeździe pociągów.

Ten sposób ruchu jest bardzo rozpowszechniony w Ameryce. Zastosowanie jego okazuje się szczególnie skuteczne przy usuwaniu zamieszania w ruchu w dużych węzłach kolejowych, podczas ruchu mobilizacyjnego i t. p. Dowiodła tego ostatnia wojna, w czasie której inżynierowie amerykańscy wprowadzili ten sposób ruchu na niektórych drogach żelaznych we Francji.

Na linjach jednotorowych, w razie nagłego zepsucia się telegrafu, stosowane są zazwyczaj sposoby ruchu z zachowaniem punktów krzyżowania się pociągów lub z zachowaniem pierwszeństwa kierunku pociągów.

Ruch z zachowaniem punktów krzyżowania się pociągów odbywa się w ten sposób, że każdy pociąg biegnie bez uprzedniego porozumienia się do tej stacji, na której ma podług rozkładu jazdy wyznaczone mijanie się z pociągiem, dążącym w kierunku przeciwnym. Jeżeli pociąg kierunku przeciwnego nie przybył na stację, a więc pociągi nie skrzyżowały się, to pociąg przybyły na stację oczekuje na niej na pociąg kierunku przeciwnego lub na piśmienne pozwolenie następnej stacji na wyruszenie w dalszą drogę.

Zasada ruchu pociągów z zachowaniem pierwszeństwa kierunku polega na tem, że pociągi mogą być wyprawiane bez pozwolenia tylko w jednym kierunku, zawczasu umówionym. Do wyprawienia zaś pociągu w kierunku odwrotnym niezbędne jest pozwolenie zawiadowcy stacji, na którą pociąg ma być wysłany. Pozwolenie to może być przesłane pociągiem kierunku, mającego pierwszeństwo. Tym sposobem ruch na przebiegu pomiędzy dwiema sąsiednimi stacjami pozostaje w rozporządzeniu zawiadowcy jednej z tych stacyj, a mianowicie tej, która wyprawia pociągi kierunku, mającego pierwszeństwo.

Jeżeli wszystkie pociągi, kursujące na pewnym oddziale drogi żelaznej, obsługuje *jeden parowóz*, jak to niekiedy ma miejsce na odnogach o niewielkim ruchu, to tem samem wszelkie najechanie lub spotkanie się pociągów jest oczywiście wyłączone.

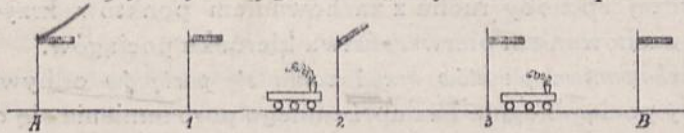
Sposób ruchu z przewodnikiem (pilotem) polega na wyznaczeniu dla każdego szlaku pomiędzy dwiema sąsiednimi stacjami linii jednotorowej osobnego pracownika kolejowego, bez którego żaden pociąg po tym szlaku przebiegać nie może. Jeżeli kilka pociągów należy wyprawić jeden za drugim w tymże kierunku, to przewodnik wydaje na to osobiście polecenie piśmienne maszynistom wszystkich tych pociągów z wyjątkiem ostatniego, który sam odprawia.

Tenże cel da się osiągnąć mniejszym kosztem, jeżeli pociągi będą wypra-

wiane nie z przewodnikiem, lecz z *berłem*, na którym wypisane są stacje końcowe szlaku, do którego berło to się odnosi. W razie konieczności wyprawienia więcej, niż jednego pociągu w tymże kierunku, zawiadowca stacji wydaje maszynistom wszystkich takich pociągów, z wyjątkiem ostatniego, pozwolenia piśmienne na jazdę, okazując przy tem berło, które otrzymuje maszynista ostatniego pociągu tegoż kierunku.

3. Blokada linjowa pociągów bezwzględna i warunkowa. Pierwotne urządzenia blokowe. Przyrządy blokowe Siemens'a i Halske'go o 4-ch okienkach. Ustrój wewnętrzny ogniwa blokowego. Zatrask i zastawki pręta przyciskowego. Posterunki pośrednie i krańcowe. Porządek obsługi przyrządów blokowych. Przyrządy blokowe Siemens'a i Halske'go o dwóch okienkach. Blokada na linjach jednotorowych.

Blokada linjowa polega na podziale szlaków pomiędzy stacjami na odstęp*y* i na ogrodzeniu tych odstępów w obu końcach sygnałami w ten sposób, ażeby sygnał, pozwalający na wejście pociągu na odstęp blokowy, nie mógł być dany dopóty, dopóki pociąg poprzedzający nie przebiegnie całego tego odstepu i nie zostanie osłonięty z tyłu sygnałem „stój”. Tak naprz. według rys. 585



Rys. 585. Odstępy blokowe.

wejście na odstęp blokowy 2—3 może być dozwolone i sygnał 2 dany na jazdę dopiero wtedy, gdy pociąg poprzedzający minie posterunek 3 i gdy sygnał na tym posterunku zostanie nastawiony na „stój”.

Blokada, w której wskazana powyżej zasada jest zachowywana, nazywa się *blokadą bezwzględną*.

W niektórych krajach, zwłaszcza we Francji, dla zmniejszenia straty czasu wskutek zatrzymywania pociągów przed zamkniętym semaforem dopuszcza się *blokadę warunkową*. Zasada blokady warunkowej polega na tem, że dozwala się przejechać semafor, nastawiony na „stój”, po upływie pewnego umówionego czasu od przejścia pociągu poprzedzającego i pod warunkiem, że sygnalista posterunku blokowego wyda maszyniście pociągu pozwolenie piśmienne z ostrzeżeniem o znajdowaniu się drugiego pociągu na odstepie blokowym. W rzeczywistości wydawanie pozwoleń piśmiennych jest w pewnych razach nieuniknione również przy blokadzie bezwzględnej, a mianowicie w razie zepsucia się semaforów lub przyrządów blokowych, albo w razie zatrzymania pociągu w drodze wskutek nieszczęśliwego wypadku i t. p.

Blokada pociągów stosowana jest prawie wyłącznie na linjach dwutorowych i w tym przypadku na szlaku międzystacyjnym może jednocześnie i nieustannie znajdować się w biegu tyle pociągów obu kierunków, ile na tymże szlaku istnieje odstępów blokowych. Na linii jednotorowej blokada zmniejsza odstepy czasu tylko pomiędzy temi pociągami, które biegną jeden za drugim w tymże kierunku, poza tem jednak zabezpiecza od wyprawienia pociągów w kierunkach sobie przeciwnych.

Sygnaly, zagradzajace odstępy blokowe, składają się z dwóch semaforów jednoramiennych, po jednym dla każdego kierunku jazdy, ustawionych na granicy dwóch sąsiednich odstępów. Sygnaly na semaforach daje sygnalista z posterunku blokowego czyli z budki, w której mieszczą się przyrządy blokowe. *Przyrządy blokowe służyły pierwotnie tylko do uproszczenia porozumień telegraficznych* pomiędzy sygnalistami dwóch sąsiednich posterunków. Dwojakiego rodzaju zawiadomienia, a mianowicie „odstęp wolny“, albo „odstęp zajęty“ dawano przy pomocy igiełek $a_1 b_1, a_2 b_2, a_3 b_3 \dots$ (rys. 586), które prąd elektryczny stały nachylał jednocześnie na dwóch sąsiednich posterunkach w lewo (odstęp blokowy wolny) albo w prawo (odstęp blokowy zajęty). W razie uszkodzenia przewodu elektrycznego igielki stawały w położeniu pionowym.



Ryx. 586. Początkowe urządzenia blokowe.

Porządek użycia takich przyrządów blokowych jest następujący: gdy pociąg, wchodzi na odstęp wolny 2—3 i minie posterunek 2 to sygnalista tego posterunku daje sygnał „stój“ na semaforze C_2 i przestawia igielkę b_2 na prawo, zawiadamiając przez to sygnalistę na posterunku 3, że pociąg wszedł na odstęp 2—3, igielkę zaś a_2 na lewo, zawiadamiając przez to sygnalistę na posterunku 1, że odstęp 1—2 jest wolny.

Tak więc w urządzeniu, opisanem powyżej, przyjęto za zasadę, że otwarcie semaforów, ustawionych na granicach odstępów blokowych, zależy od pozwolenia sygnalistów najbliższych posterunków następnych, licząc w kierunku jazdy. Krańcowym semaforem przedstacyjnym C_3 rozporządza zawiadowca stacji B .

Do sygnalizowania pociągów kierunku odwrotnego służy drugi semafor posterunkowy oraz drugie dwie igielki w przyrządzie blokowym.

Opisane urządzenia blokowe były stosowane na drogach żelaznych angielskich od r. 1844 i przetrwały do czasów obecnych, mniej więcej w tej postaci, na niektórych drogach żelaznych zagranicznych. Jednakże obecnie pod przyrządami blokowymi rozumie się zazwyczaj tylko przyrządy udoskonalonego ustroju, zespolone mechanicznie z przyrządami do przestawiania semaforów. Zależność mechaniczna przyrządów do nastawiania semaforów od przyrządów blokowych polega na tem, że semafor może być nastawiony na jazdę dopiero wtedy, gdy posterunek następny zawiadomi, że odstęp blokowy jest wolny, czyli gdy go odblokuje. Jednakże zawiadomienie to może być dane dopiero wówczas, gdy semafor na tym posterunku jest nastawiony na „stój“ i zabezpiecza od najazdu pociąg poprzedzający.

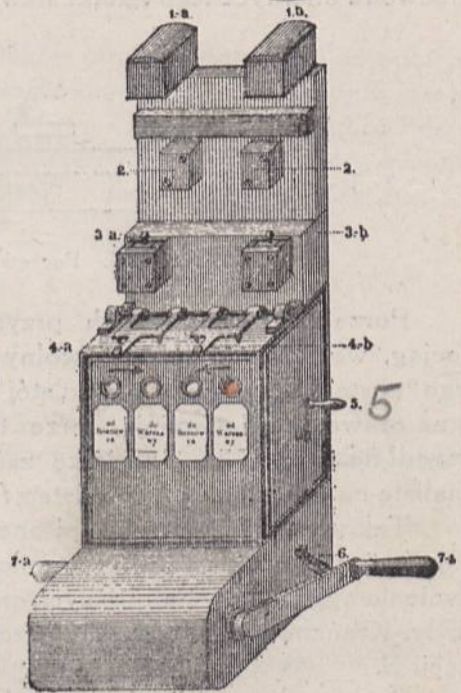
Przyrządy blokowe działają zapomocą prądu galwanicznego lub wzbudzonego (indukowanego). W nowszych przyrządach stosowany jest przeważnie

prąd wzbudzony, który ma tę wyższość, że nie podlega wpływom elektryczności atmosferycznej

Na polskich drogach żelaznych są w użyciu przyrządy blokowe systemu Siemens'a i Halske'go. Rys. 587 przedstawia *przyrząd blokowy Siemens'a i Halske'go o czterech okienkach*, z których dwa przeznaczone są dla pociągów jednego kierunku, drugie zaś dwa dla pociągów kierunku odwrotnego. Poszczególne czynności przy blokowaniu pociągów sygnalizuje w przyrządzie blokowym biała lub czerwona barwa tarczy, ukazującej się w okienku. Zmiana tej barwy otrzymuje się jednocześnie na dwóch sąsiednich posterunkach blokowych pod działaniem induktora, wprawianego w ruch obrotowy zapomocą korbki 5, przy jednoczesnym naciśnięciu jednego z przycisków blokowych 4a lub 4b. Pod skrzynką przyrządu blokowego umieszczone są korby 7a i 7b (lub drągi, por. rys. 591) do dawania sygnałów na semaforach na pociągi obu kierunków. Do dawania umówionych sygnałów słuchowych służą dzwonki elektryczne 1a i 1b (zwane budzikami) i przyciski 3a i 3b do takichże dzwonek na sąsiednich posterunkach blokowych, działające prądem wzbudzonym pod wpływem tegoż induktora. Każde okienko należy do osobnego ogniwa blokowego, krócej blokiem nazywanego. Pewna liczba takich ogniw, zależnie od potrzeby, mieści się w jednej skrzynce przyrządu blokowego.

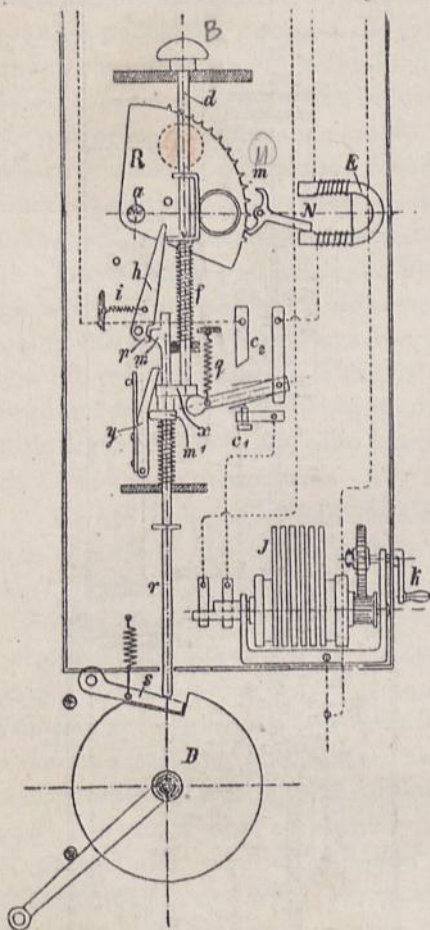
Ustrój wewnętrzny jednego ogniwa przyrządu blokowego podany jest na rys. 588a, b, c. Tarcza R, zasłaniająca okienko przyrządu blokowego, ma kształt wycinka koła, obracającego się około osi a, i jest pomalowana w połowie na czerwono, w połowie zaś na biało. Wycinek ten posiada na obwodzie zęby, za które

zaczepia wychwyty M kotwicy (z namagnesowanego żelaza) elektromagnesu E. Pod wpływem prądu zmiennego induktora I, ramię N kotwicy, obracającej się około osi M, przyciąga to jeden, to znow drugi biegun elektromagnesu E. Gdy przyrząd jest w położeniu odblokowanym (rys. 588 c), to sprężyna f podtrzymuje od dołu wycinek R za pośrednictwem wodzika i ćwieczka na wycinku, o który się wodziki opiera. Gdy zaś po naciśnięciu przycisku blokowego B sprężyna ta opuści się wraz z prętem przyciskowym d (rys. 588 a), to przy wahaniami wychwyty kotwicy N wycinek R, nie podtrzymywany przez wodziki, opadnie na dół pod wpływem własnego ciężaru (rys. 588 b). Natomiast wskutek wahań wychwyty kotwicy N w zablokowanym położeniu przyrządu (rys. 588 b), wycinek R podniesie się do poprzedniego położenia pod działaniem sprężyny f (rys. 588 c).



Rys. 587. Przyrząd blokowy międzystacyjny. Semafor nastawiane korbami.

Przy naciskaniu przycisku *B* pręt przyciskowy *d* pcha ku dołowi pręt zatraskowy *m*, umieszczony niżej, którego przedłużenie *r* (zwykle stanowiące osobny pręt zasuwowy) zamyka korbę semaforową za pomocą zasuwki *S*. Pręt *m* utrzymuje się w położeniu opuszczonym ku dołowi za pomocą języczka *h*, w który



Rys. 58 a. Ogniwo blokowe syst. Siemens'a i Halske'go. Przycisk blokowy naciśnięty przed zablokowaniem.

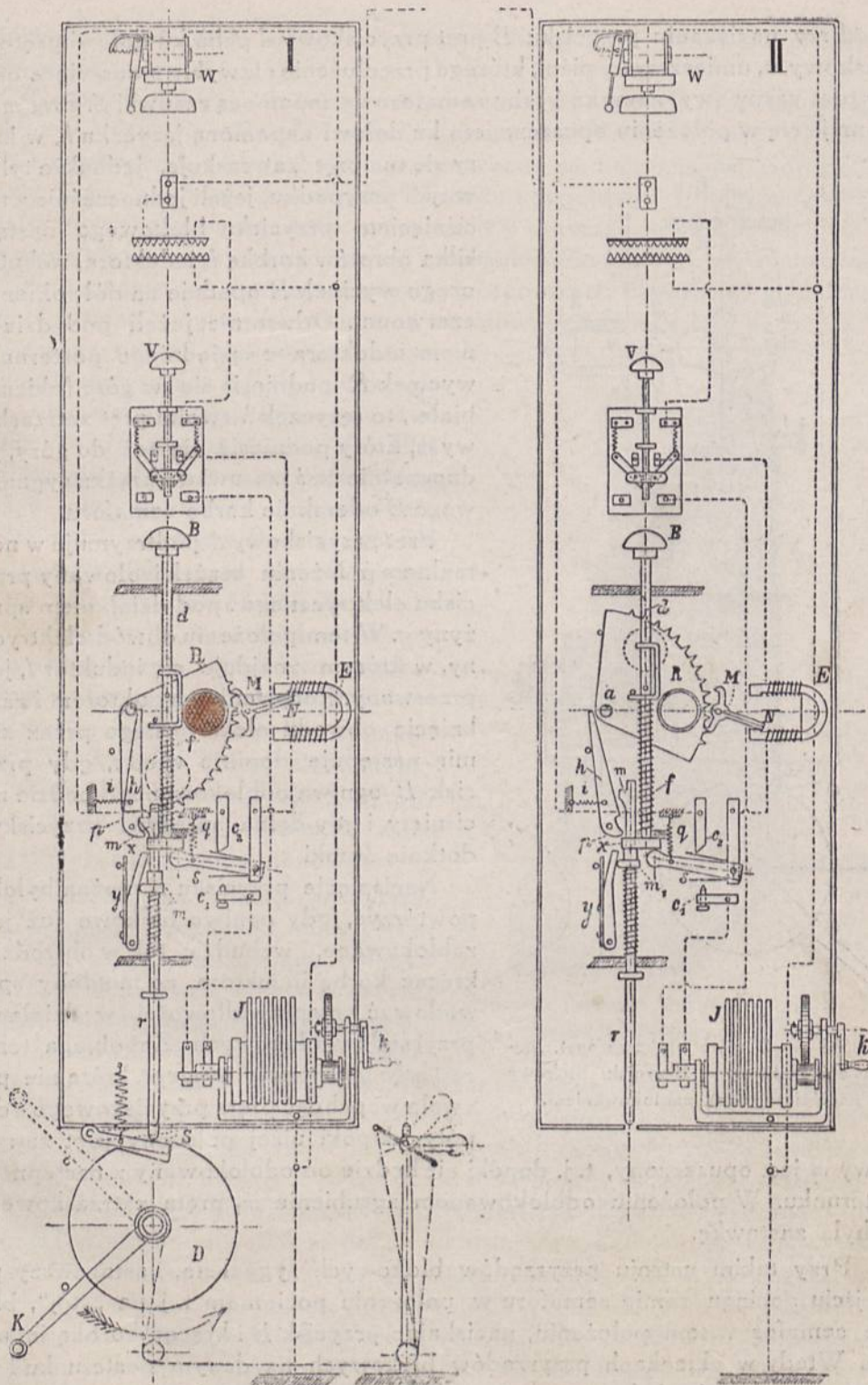
ry się ten pręt zatraskuje, jednakże tylko w tym przypadku, jeżeli jednocześnie z nacisnięciem przycisku blokowego nastąpi kilka obrotów korbką *k* induktora, wskutek czego wycinek *R* opadnie na dół (okienko czerwone). Odwrotnie, jeżeli pod działaniem induktora z sąsiedniego posterunku wycinek *R* podniesie się w górę (okienko białe), to języczek *h* zwolni pręt zatraskowy *m*, który podniesie się też do góry, jednocześnie zaś zasuwka *S* krążka sygnałowego *D* odemknie korbę semaforu.

Pręt przyciskowy *d* podtrzymuje w normalnym położeniu krążek izolowany przycisku elektrycznego *s* pod działaniem sprężyny *q*. W tem położeniu obwód elektryczny, w którym znajduje się induktor *I*, jest przerwany. Połączenie z induktorem i zamknięcie obwodu elektrycznego przez ziemię następuje dopiero wtedy, gdy przycisk *B* ogniwa odblokowanego będzie naciśnięty i gdy dolna sprężyna przycisku *s* dotknie śrubki *c*₁.

Nacisnięcie przycisku *B* można byłoby powtórzyć, gdy ogniwo blokowe już jest zablokowane, i wzbudzić tok w obwodzie, kręcąc korbą induktora, co mogłoby spowodować nieprawidłowości w działaniu przyrządów blokowych. Zapobiega temu zastawka *y* pręta przyciskowego, która nie pozwala wepchnąć pręta przyciskowego *d* do pody, dopóki niżej położony pręt zatraskowy *m* jest opuszczony, t. j. dopóki nie będzie on odblokowany z następnego posterunku.

W położeniu odblokowanym zgrubienie *m*₁ pręta zatraskowego odchyła zastawkę.

Przy takim ustroju przyrządów blokowych sygnalista, nastawiwszy po przejściu pociągu ramię semaforu w położeniu poziomem t. j. na „stój“, blokuje semafor w tem położeniu, naciskając przycisk *B* i kręcąc korbką induktora. Wtedy w okienkach przyrządów blokowych na danym posterunku i na następnym ukazuje się barwa czerwona. Gdy pociąg minie już następny posterunek blokowy, sygnalista tego posterunku wykonywa też same czynności i przez



Rys. 588 b, c. Ognio blokowe syst. Siemens'a i Halske'go
 b. w położeniu zablokanem c. w położeniu odblokanem.

to odblokowuje poprzedzający przyrząd blokowy, a mianowicie zmienia czerwoną barwę okienek na białą i odmyka semafor na poprzedzającym posterunku blokowym.

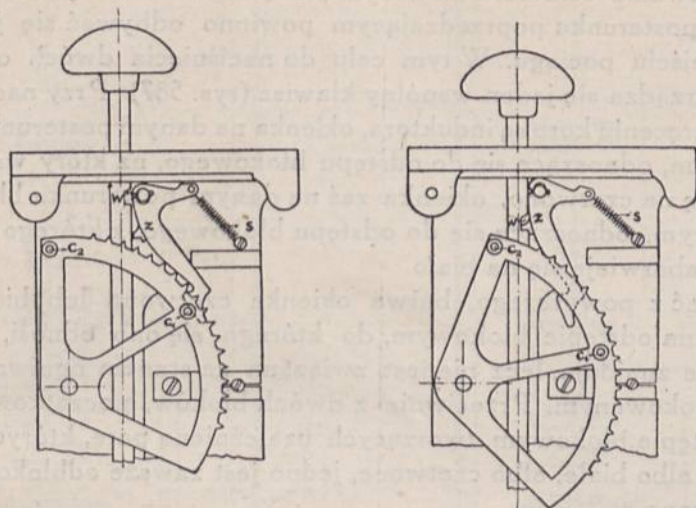
Zablokowanie semaforu na danym posterunku blokowym i odblokowanie semaforu na posterunku poprzedzającym powinno odbywać się jednocześnie, zaraz po przejściu pociągu. W tym celu do naciśnięcia dwóch odpowiednich przycisków urządza się jeden wspólny klawisz (rys. 587). Przy naciśnięciu tego klawisza i zakręceniu korbką induktora, okienka na danym posterunku blokowym i na następnym, odnoszące się do odstępu blokowego, na który wszedł pociąg, zabarwiają się na czerwono, okienka zaś na danym posterunku blokowym i na poprzedzającym, odnoszące się do odstępu blokowego, z którego pociąg tylko co zeszedł, zabarwiają się na biało.

Jak widać z powyższego, barwa okienka czerwona lub biała wskazuje umownie, że na odstępie blokowym, do którego się ono odnosi, znajduje się pociąg lub nie znajduje, lecz nie jest związana ze stanem ogniwa zablokowanym lub odblokowanym. Przeciwnie, z dwóch bloków, początkowego i końcowego na odstępie blokowym, tworzących uzależnioną parę, których okienka są jednocześnie albo białe, albo czerwone, jedno jest zawsze odblokowane, drugie zaś zablokowane.

Co do jednoczesnego działania dwóch ogniw blokowych, stanowiących parę w jednym obwodzie, należy dodać, że w ogniwie czynnym (zablokowanym) języczek h zostaje uwięziony za przepołowioną ośką a już w początku blokowania, gdy wycinek R opadnie zaledwie o 3 ząbki, natomiast w ogniwie biernym (odblokowanym) takiż języczek zwalnia się dopiero w końcowym okresie blokowania, gdy wycinek zębaty wzniesie się o 10 ząbków. Jest to zrobione ze względów bezpieczeństwa, ażeby, nawet przy niezupełnie jednoczesnym działaniu obu ogniw, zablokowanie semaforu na danym posterunku następowało wcześniej, niż odblokowanie semaforu na posterunku poprzedzającym. Wynika stąd, że w razie puszczenia przycisku B zbyt wcześnie, ogniwo na posterunku poprzedzającym nie byłoby odblokowane, co wymagałoby zdjęcia plomb i otwarcia skrzynki przyrządu w celu doprowadzenia go do porządku. Aby tego uniknąć, pręt przyciskowy zaopatruje się w zastawkę pomocniczą (rys. 589), której ząbek z wpada w wycięcie w pręta, puszczonego zbyt wcześnie, pozwalając nacisnąć go powtórnie i dokończyć blokowanie. W położeniach krańcowych wycinka zębatego R stopka zastawki wspiera się na czopkach c_1 i c_2 , umieszczonych we właściwych miejscach wycinka, wskutek czego zastawka nie tamuje ruchu pręta przyciskowego w górę.

Blokada linjowa mogłaby być przeprowadzona nieprzerwalnie na całej długości linii kolejowej, jak to przyjęto między innymi w Anglii. Jednakże na polskich drogach żelaznych, zgodnie z przepisami ruchu, zarządzanie ruchem pociągów w obrębie stacji jest ześrodkowane w rękach jednej osoby, to jest dyżurnego ruchu (zawiadowcy stacji lub jego zastępcy), który dysponuje przyjęciem i wyprawianiem pociągów. Wynika stąd, że w obrębie stacji blokada linjowa musi być przerwana (z wyjątkiem pewnych szczególnych przypadków) i ruch pociągów zabezpieczony w inny sposób. Sygnały zaś krańcowe

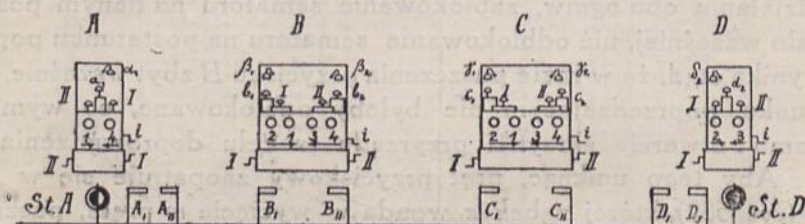
blokadę linjowej szlaków, przyległych do stacji, stają się przy tem sygnałami wjazdu na stację i wyjazdu z niej, zależnemi od dyżurnego ruchu. Przyrządy blokowe posterunków krańcowych blokady linjowej posiadać będą tylko dwa okienka.



Rys. 589. Zastawka pomocnicza.

Porządek obsługi przyrządów blokowych przy ruchu pociągu od stacji *A* do stacji *D* (rys. 590) jest następujący¹⁾

Stacja *A* daje sygnał na jazdę na semaforze wyjazdowym A_1 i wyprowadza pociąg, o czym zawiadamia następny posterunek blokowy *B* za pomocą dzwonka a_1 . Po przejściu pociągu za semafor wyjazdowy A_1 stacja *A* daje na nim sygnał „stój”, doprowadzając korbkę sygnałową do położenia normalnego, po-



Rys. 590. Układ przyrządów blokady linjowej.

czem blokuje ją, naciskając klawisz II i kręcąc korbką induktora *i*. Wtedy okienko I w przyrządzie stacyjnym i 2 na posterunku następnym zmieniają barwę białą na czerwoną. Tym sposobem sygnalizuje się obecność pociągu na odstępie, położonym pomiędzy temi okienkami, i odmyka się semafor B_1 .

Jeżeli odstępek *BC* jest wolny i semafor B_1 jest odblokowany z posterunku *C*,

¹⁾ W opisie tym przyjęto dla uproszczenia, że semafony wjazdowe i wyjazdowe są nastawiane bezpośrednio z biura zawiadowcy stacji. Ze względu na odległość, jest to możliwe tylko na małych stacjach. Zależność tych semaforów od zawiadowcy stacji w innych przypadkach będzie objaśniona w opisie blokady stacyjnej.

na dowód czego okienko l na posterunku B ma barwę białą, to sygnalista tego posterunku otwiera semafor B_1 w oczekiwaniu sygnalizowanego mu pociągu, a po przejściu tego pociągu daje na semaforze B_1 sygnał „stój” i blokuje korbę tegoż semaforu, naciskając klawisz l i kręcąc korbką induktora i . Wtedy okienka B_1 i C_2 zabarwiają się na czerwono, okienka zaś B_2 i A_1 na białą, a więc na semaforach C_1 i A_1 mogą być dane sygnały na jazdę, na pierwszym dla przepuszczenia pociągu nadchodzącego, na drugim zaś dla wyprawienia ze stacji A następnego pociągu. Następnie sygnalista posterunku B sygnalizuje sygnaliście posterunku C zapomocą dzwonka b_1 wyprawienie pociągu w jego kierunku. Czynności posterunku blokowego C są zupełnie takież same, jak i posterunku B .

Gdy na stacji D semafor D_1 będzie już odblokowany, t. j. gdy okienko D_2 zabarwi się na czerwono i dzwonek oznajmi przejście pociągu przez posterunek blokowy C , to stacja D otwiera semafor wjazdowy D_1 , jeżeli jest gotowa do przyjęcia pociągu, po wejściu zaś pociągu na stację daje na tym semaforze sygnał „stój” i blokuje go, przez co odblokowuje semafor C_1 na poprzednim posterunku blokowym dla przepuszczenia pociągu następnego.

Przebieg pociągów w kierunku odwrotnym z D do A tem tylko różni się od przebiegu, opisanego powyżej w kierunku od A do D , że do blokowania semaforów D_{11} , C_{11} , B_{11} i A_{11} służą przyrządy, których okienka są oznaczone numerami 3 i 4.

Posterunki blokowe urządza się zwykle wspólne dla obu kierunków biegu pociągów. Jest to korzystne pod względem kosztu urządzenia i jego obsługi, bynajmniej jednak nie konieczne, gdyż w urządzeniach blokowych dla obu kierunków niema wewnętrznej zależności.

Na niektórych drogach żelaznych stosowane są dawniejszego systemu przyrządy blokowe o dwóch okienkach, po jednym dla każdego kierunku ruchu, zarówno na posterunkach krańcowych, jak i pośrednich. Każdy przyrząd blokowy zależny jest tylko od posterunku następnego, który, blokując siebie (t. j. swój semafor, nastawiony na „stój” po przejściu pociągu) i zmieniając barwę swego okienka na czerwoną, odblokowuje poprzedzający posterunek blokowy i zmienia w nim czerwoną barwę okienka na białą. Z poprzedzającego posterunku blokowego semafor nie jest blokowany i wyjście pociągu z posterunku poprzedzającego nie ujawnia się w przyrządzie blokowym. Ustrój ten nie zapewnia należytego porządku w obsłudze przyrządów blokowych i powoduje opóźnienia, wskutek czego w nowych urządzeniach stosowane są wyłącznie przyrządy blokowe o czterech okienkach.

Blokada linjowa na linjach jednotorowych jest bardziej złożona, niż na linjach dwutorowych, gdyż na posterunkach krańcowych niezbędne są dodatkowe urządzenia blokowe, zabezpieczające od wyprawienia pociągów w przeciwnych kierunkach.

W tym celu dodawane bywa najczęściej jedno ogniwo blokowe na każdym z posterunków krańcowych, tak zwane ogniwo kontrolne, służące do wydawania i otrzymywania pozwoleń na wyprawienie pociągów.

Gdy niema pociągów w biegu, ogniwo kontrolne jest odblokowane, na-

tomiast pozostałe dwa ogniwa, zarówno ogniwo końcowe, jak i początkowe, są zablokowane. Zablokowanie ogniwa kontrolnego na jednym posterunku krańcowym osadza na nim semafor wyjazdowy i odblokowuje ogniwo początkowe na drugim posterunku krańcowym.

Urządzenie posterunków blokowych pośrednich jest na liniach jednotorowych w zasadzie takie samo, jak na liniach dwutorowych.

Jak już wzmiankowano, blokada linjowa stosuje się na liniach jednotorowych znacznie rzadziej, niż na dwutorowych, gdyż przy torze pojedynczym daje ona korzyści pod względem zwiększenia zdolności przepustowej tylko w szczególnych przypadkach.

4. Zawory przy blokach linjowych. Zawora mechaniczna przycisku blokowego z zamknięciem i bez zamknięcia semaforu. Zawora elektryczna przycisku blokowego. Zawora jednokrotna. Sprzęg elektryczny ramienia semaforu. Zastawka pomocnicza bez czopka. Zapadka pręta zasuwowego.

Urządzenia blokowe, opisane powyżej, zapewniają przy prawidłowej obsłudze ruch pociągów w odstępach, chroniących je od zderzenia, nie wyłączają jednak możliwości uchybień, wymagającej dodatkowego zabezpieczenia,

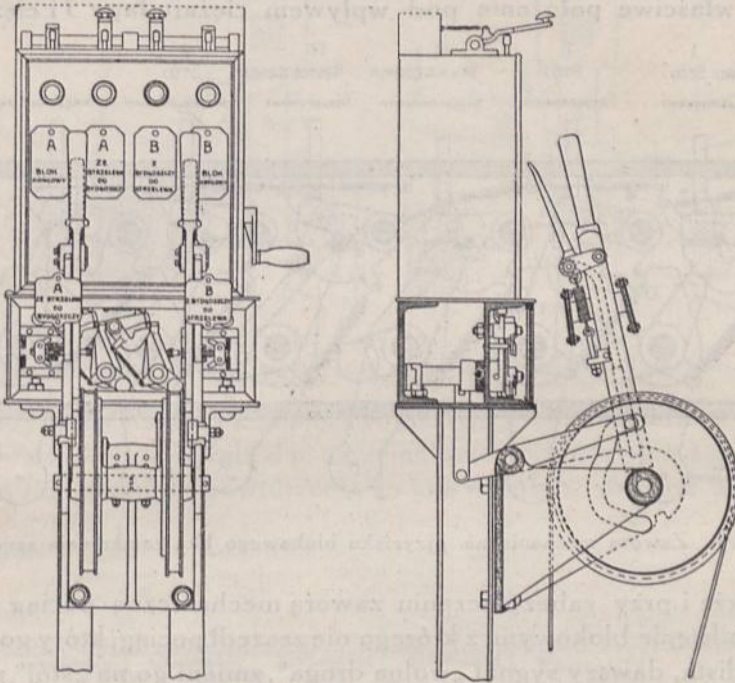
Jeżeli sygnalista, mając semafor odblokowany z poprzedniego posterunku, zapomni, że jeszcze nie przepuścił pociągu, to ma on możliwość zablokowania swego semaforu i odblokowania semaforu na posterunku poprzedzającym, a więc wpuszczenia drugiego pociągu na odstęp blokowy, którego pierwszy pociąg jeszcze nie opuścił. Zapobiega temu zawora mechaniczna przycisku blokowego, urządzona pod blokiem, która nie pozwala zablokować semaforu, zanim nie został on choć raz jeden nastawiony na jazdę i z powrotem na „stój“.

Przykład takiego urządzenia w przyrządzie, w którym nastawianie semaforów odbywa się zapomocą drągów (rys. 591), pokazany jest na rys. 592. Na tym rysunku zawora mechaniczna pokazana jest w pięciu różnych położeniach, w zależności od położenia semaforu i stanu przyrządu blokowego. Na osi *W* nasadzony jest drążek dwuramienny, którego jeden koniec posiada korbę *K*, poruszaną drągiem sygnałowym, drugi zaś, oznaczony *4*, działa jako zabierak na zaworę *1* w postaci drążka jednoramiennego, nasadzonego swobodnie na tejże osi. Drążek zaworowy *1* posiada w końcu występ *a*, którym podiera za pośrednictwem zastawki *5* pręt zasuwowy bloku. Jeżeli semafor będzie nastawiony na jazdę (położenie II), następnie zaś na „stój“ (położenie III), to zawora *1*, będąc uwięziona w łapie *3*, przestanie podierać zastawkę *5* i blok może być zablokowany (położenie IV). Po odblokowaniu bloku, zawora powraca do normalnego położenia I. W razie pęknięcia sprężyny *2* (położenie IV), ciężar *C* nie pozwala zablokować semaforu nawet po przestawieniu go na jazdę („wolna droga“) i na „stój“.

Na posterunkach pośrednich blokady linjowej blokuje semafor ogniwo początkowe. Ogniwo końcowe ma, jak wszystkie, pręt zatraskowy, lecz nie posiada na dolnym jego przedłużeniu pręta zasuwowego. Wprawdzie pręty obu ogniw są naciskane jednocześnie wspólnym klawiszem, jednakże gdyby blok końcowy był użyty do blokowania semaforu, to mogło by to uniemożliwić danie sygnału „wolna droga“ zbliżającemu się pociągowi w przypadku, gdy

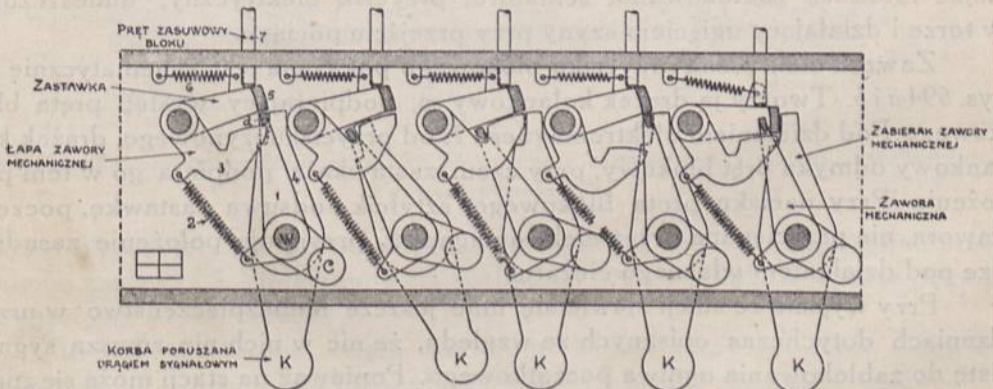
sygnalista posterunku poprzedzającego opóźni się z zablokowaniem swojego semaforu po przejściu pociągu.

Aby w podobnym przypadku umożliwić wpuszczenie pociągu na stację, pod ogniwem końcowym blokady linjowej, o ile znajduje się ono na posterunku



Rys. 591. Przyrząd blokowy międzystacyjny. Semafony nastawiane drogami.

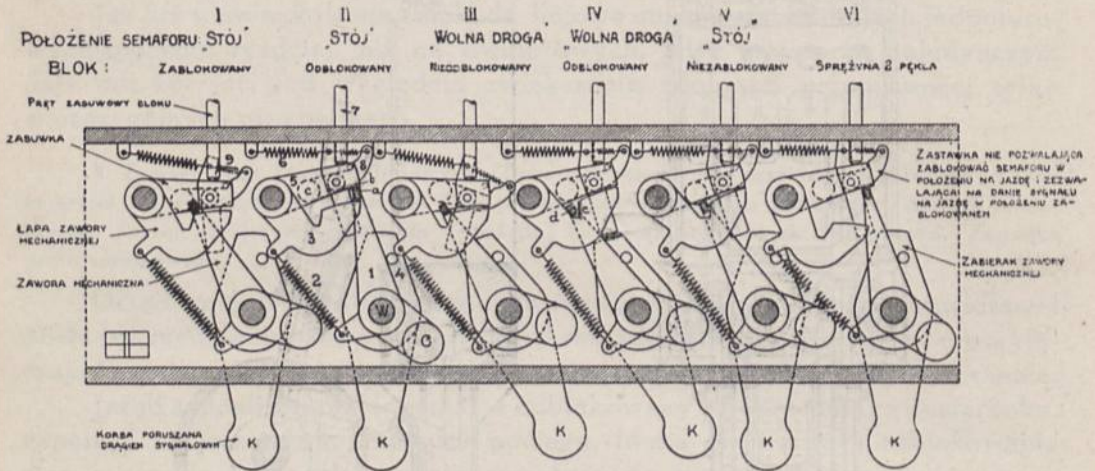
POŁOŻENIE SEMAFORU: I „STÓJ” II „WOLNA DRÓGA” III „STÓJ” IV SPRĘŻYMP PĘKŁA V „STÓJ”
 BLOK: ODBLOKOWANY ODBLOKOWANY NIEZABLOKOWANY NIEZABLOKOWANY ZABLOKOWANY



Rys. 592. Zawora mechaniczna przycisku blokowego z zamknięciem semaforu, systemu fabryki Bydgoskiej (b. Fiebrandt'a).

dysponującym wejściem pociągów, urzadzają się zawora mechaniczna przycisku blokowego bez zamknięcia semaforu. W typie zawory mechanicznej, rozpatrzonym

wyżej (rys. 592), osiąga się to przez skrócenie zabieraka 4, jak pokazano na rys. 593, i dodanie na zasuwie 5 zastawki 8. Jak widać z tego rysunku, w położeniu zablokowanym I semafor może być nastawiony na jazdę, zablokowanie zaś semaforu, nastawionego na jazdę (położenie IV), uniemożliwia zastawka 8. Pęknięcie którejkolwiek sprężyny nie wpływa na bezpieczeństwo, gdyż zawora otrzymuje właściwe położenie pod wpływem ciężaru łapy 3 i ciężarów C i c.



Rys 593. Zawora mechaniczna przycisku blokowego bez zamknięcia semaforu.

Jednakże i przy zabezpieczeniu zaworą mechaniczną pociąg mógłby się znaleźć na odstępie blokowym, z którego nie zeszedł pociąg, który go poprzedza, jeżeli sygnalista, dawszy sygnał „wolna droga“, zmieni go na „stój“ przed przejściem pierwszego pociągu i odblokuje odstęp dla pociągu następnego.

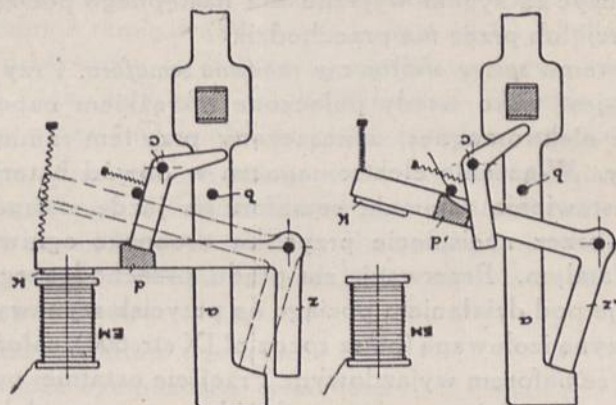
Aby odblokowanie semaforu poprzedzającego posterunku mogło nastąpić nie wcześniej, jak po rzeczywistym przejściu pociągu przez posterunek następny, stosuje się zaworę elektryczną przycisku blokowego. Zaworę tę odmyka, dając możliwość zablokowania semaforu, przycisk elektryczny, umieszczony w torze i działający ugięciem szyny przy przejściu pociągu.

Zawora elektryczna przycisku blokowego pokazana jest schematycznie na rys. 594 a i b. Tworzy ją drążek kolankowy *sp*, podpierający występ pręta blokowego. Pod działaniem elektromagnesu *E* od przyciskuszynowego, drążek kolankowy odmyka pręt blokowy, przy czym zastawka *st* podpira go w tem położeniu. Przy nacisku pręta blokowego, sztyfcik *t* odsuwa zastawkę, poczem zawora, nie przyciągana przez elektromagnes *E*, przyjmuje położenie zasadnicze pod działaniem własnego ciężaru.

Przy wyjściu ze stacji zjawia się inne jeszcze niebezpieczeństwo w urządzeniach dotychczas opisanych ze względu, że nic w nich nie zmusza sygnalistę do zablokowania ogniwa początkowego. Ponieważ na stacji może się znajdować więcej, niż jeden pociąg, oczekujący wyprawienia, więc sygnalista, nie zablokawszy semaforu po wyjściu pociągu, mógłby wyprawić drugi pociąg, zanim pierwszy będzie przepuszczony przez następujący posterunek blokowy.

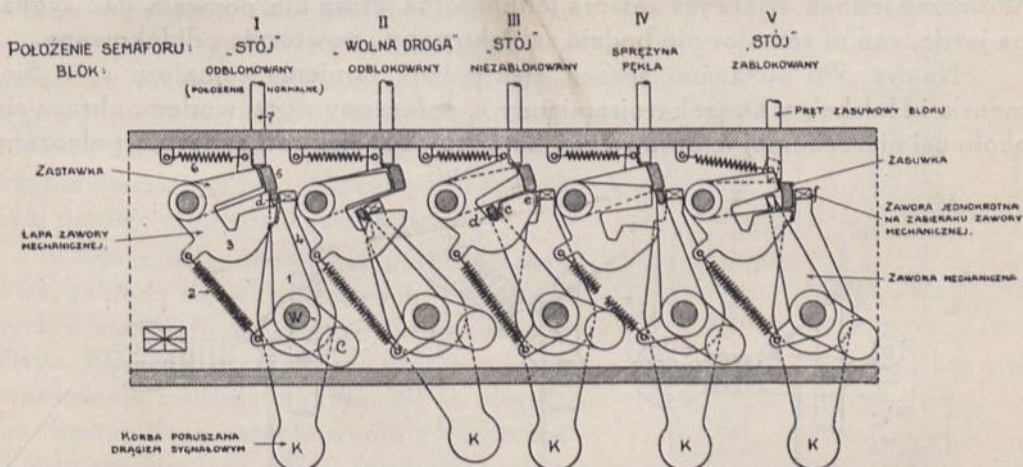
Aby nie dopuścić do tej możliwości, do zawory mechanicznej przycisku

blokowego pod początkowym ogniwem posterunku wyjściowego dodaje się zawór jednokrotny. W typie zawory mechanicznej, rozpatrzonym na rys. 592,



Rys. 594 a i b. Zawora elektryczna przycisku blokowego (schemat).

zaworę jednokrotną stanowi kamień *f* w górnym końcu zabieraka 4 (rys. 595). Ta dodatkowa zawora pozwala dać na semaforze wyjazdowym sygnał „wolna droga” tylko raz jeden, do powtórzenia go zaś wymaga, aby był zablokowany



Rys. 595. Zawora mechaniczna przycisku blokowego z zamknięciem semaforu, w połączeniu z zaworą jednokrotną.

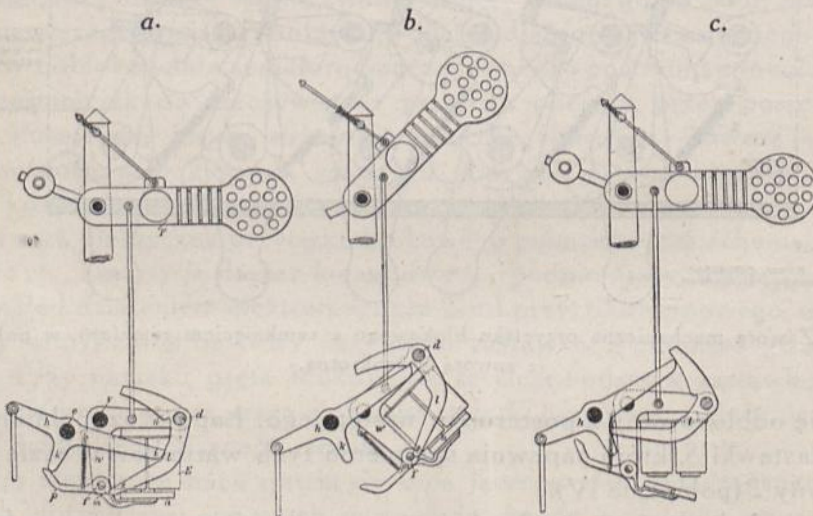
i ponownie odblokowany z posterunku następnego. Łapę 3 uzupełniono przez dodanie zastawki *S*, która zapewnia spełnienie tych warunków w razie pęknięcia sprężyny 2 (położenie IV).

Zawora jednokrotna działa dopiero po całkowitem przełożeniu drąga sygnałowego, przełożenie zaś ramienia semaforu na jazdę, chociażby niezupełne, mogłoby być przyjęte za sygnał „wolna droga” i umożliwić jego powtórzenie. Z tego względu przy drągu sygnałowym, którego blok posiada zaworę jednokrotną, dodaje się urządzenie (tak zw. piesek), nie pozwalające odwrócić drąg, dopóki nie będzie całkowicie przełożony. Opis tego urządzenia jest podany w rozdziale V przy opisie przyrządów nastawczych stacyjnych.

Gdyby jednak po wypuszczeniu pociągu ze stacji semafor wyjściowy nie był nastawiony na „stój“, lecz pozostawiony w położeniu „wolna droga“, to mogłby on posłużyć za sygnał wyjazdu dla następnego pociągu, któryby się znajdował na stacji lub przez nią przechodził.

Zapobiega temu *sprzęg elektryczny ramienia semaforu*. Przy tem urządzeniu ramię semaforu jest tylko wtedy połączone z krążkiem napędym od przewodu, gdy przez elektromagnes, umieszczony przy tem ramieniu, przechodzi prąd elektryczny. Włączenie elektromagnesu w obwód baterji galwanicznej, niezbędne do nastawienia ramienia semaforu na jazdę, osiąga się w przyrządzie blokowym przez naciśnięcie przycisku osobnego ogniwa, tak zwanego bloku o prądzie stałym. Przerwanie zaś prądu, przechodzącego przez elektromagnes, następuje pod działaniem pociągu na przycisk szynowy. Ten przycisk, w połączeniu z szyną izolowaną (patrz rozdział IX str. 608), założony jest w torze bezpośrednio za semaforem wyjazdowym. Przejście ostatniej osi pociągu przez przycisk szynowy wywołuje przerwę prądu, idącego przez elektromagnes przy ramieniu semaforu, i opadnięcie ramienia semaforu na „stój“. Ponowne połączenie przerwanej obwodu elektrycznego, a więc również połączenie ramienia semaforu z przyrządem nastawczym, może nastąpić dopiero po doprowadzeniu drąga (lub korby nastawczej) semaforu do zasadniczego położenia „stój“. Wówczas jednak działa już zawora jednokrotna, która nie pozwala dać sygnał na jazdę, zanim semafor nie będzie zablokowany i powtórnie odblokowany.

Na rys. 596 pokazano sprzęg elektryczny ramienia semaforu syst. Siemens'a i Halske'go. Drażek trójramienny *k*, połączony z przewodem, obraca się około osi nieruchomej *h*, oprawa zaś kolankowa *w* elektromagnesu *E*, połączona



Rys. 596. Sprzęg elektryczny ramienia semaforu.

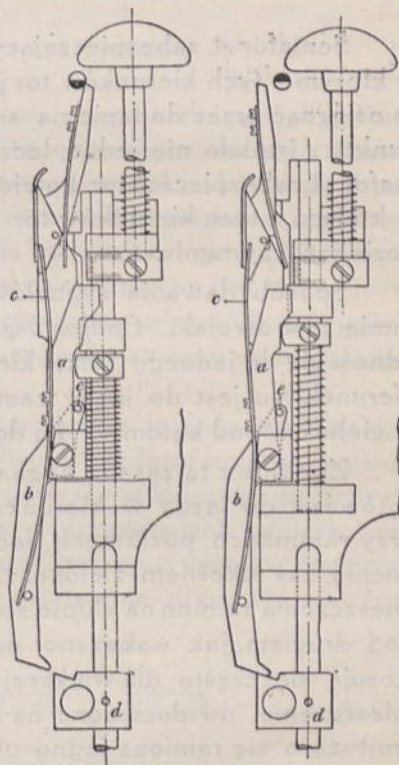
z ramieniem semaforu *F*, około osi nieruchomej *r*. Kotwiczka *a* elektromagnesu obraca się około osi *f*, umieszczonej w jednym końcu jego oprawy, drążek zaś zakrzywiony *l* około osi *d* w drugim końcu tejże oprawy. Oś *f* jest do połowy spiłowana. W położeniu ramienia semaforu na „stój“ ramię środkowe drążka *k*

przyciska kotwiczkę *a* do elektromagnesu. Jeżeli przewód ciągnie ramię drążka *k* ku dołowi, przez zwoje zaś elektromagnesu przechodzi prąd elektryczny, to drugie ramię tegoż drążka wpada w zacięcie drążka krzywego *l* i podnosi ramię semaforu, gdyż dolne ramię drążka *l* opiera się o oś *f*. Jeżeli jednak prąd elektryczny będzie przerwany, to kotwiczka elektromagnesu opadnie, z nią zaś przekręci się oś *f* tak, że ramię *l* drążka krzywego zemknie się z niej, drążek zaś trójramienny przestanie działać na ramię semaforu, które opadnie na „stój“.

Urządzenia, zapewniające samoczynne opadanie ramienia semaforu wyjazdowego na „stój“ pod działaniem pociągu, są oczywiście potrzebne tylko w tych punktach początkowych blokady linjowej, t. j. na tych stacjach, na których zdarza się oczekiwanie na wyjazd lub przepuszczanie bez zatrzymania więcej niż jednego pociągu.

Zablokowanie semaforu i powtórne odblokowanie go może być pozorne tylko, lecz dostateczne do uchylenia zawory jednokrotnej, jeżeli klawisz bloku będzie naciśnięty i następnie puszczone, bez wprowadzenia w ruch korbki induktora. Tej umyślnej nieprawidłowości w obsłudze przyrządu blokowego można zapobiedz, urządzając zastawkę pomocniczą (patrz rys. 589) bez czopka *c*, który w położeniu niezablokowanym wycinka zębatego podpira jej stopkę. Brak tego czopka sprawia bowiem, że zastawka pomocnicza trzyma naciśnięty pręt blokowy dopóty, dopóki ogniwo nie będzie zablokowane.

W tymże celu, dla większego bezpieczeństwa, zakłada się przy ogniwach, zaopatrzonych w zawór jednokrotną, również zapadkę *b* (rys. 597 *a* i *b*), utrzymująca pręt zasuwowy w położeniu naciśniętem (rys. 597 *b*), dopóki nie nastąpi jego zablokowanie elektryczne. Wtedy bowiem (rys. 597 *a*) zastawka *a*, działając na sztyfcik *e* zapadki, odsunie ją, jako już niepotrzebną¹⁾.



Rys. 597 a. Rys. 597 b.
Zapadka przy pręcie zasuwowym.

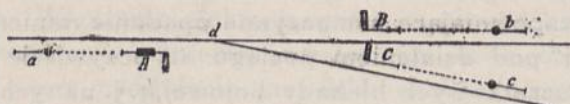
5. Zabezpieczenie odgałęzień na szlaku między stacjami. System sygnalizacji angielski, a system przyjęty na polskich drogach żelaznych. Posterunki blokady linjowej w punktach odgałęzienia.

Odgałęzienia toru na szlaku pomiędzy stacjami mogą być zaliczone do miejsc niebezpiecznych, które zabezpiecza się sygnałami podług sposobów, wskaza-

¹⁾ Na rys. 597 niektóre części ogniwa blokowego Siemens'a i Halske'go mają kształt ostatnio przyjęty przez tę firmę, nieco odmienny, niż na rys. 588, który podano ze względu, że się lepiej nadaje do objaśnienia.

nych już powyżej. Jednakże charakterystyczną właściwością odgałęzień jest, że w tych miejscach może nastąpić zmiana kierunku ruchu pociągu, którą ze względów bezpieczeństwa należy pociągowi sygnalizować.

Jeżeli na linii *ab* (rys. 598) istnieje w punkcie *d* odgałęzienie *dc*, to miejsce takie zabezpiecza się semaforami *A*, *B*, *C* i sygnałami ostrzegawczymi *a*, *b*, *c*, ustawionymi na trzech zbiegających się kierunkach.

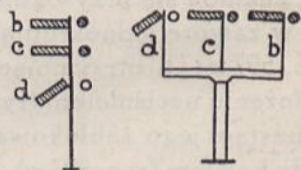


Rys 598.

Semafor *A*, zabezpieczający tor w kierunkach *ab* i *ac*, powinien wskazywać, w którym z tych kierunków tor jest gotowy do przepuszczenia pociągu. Można to osiągnąć przez dodanie na semaforze drugiego ramienia. Gdyby w pobliżu punktu *d* istniało nie jedno, lecz dwa odgałęzienia, i gdyby tym sposobem semafor *A* zabezpieczał tor kolejowy w trzech kierunkach, to do sygnalizowania, w którym z tych kierunków tor jest wolny do jazdy, semafor ten powinienby posiadać trzy ramiona.

Sposób dawania sygnałów na semaforach, mających więcej, niż jedno ramię, jest dwojaki. Podług *angielskiego układu sygnalizacji* każde ramię semaforu odnosi się do jednego tylko kierunku i sygnalizuje w położeniu poziomym, że kierunek ten jest do jazdy zamknięty, w ukośnym zaś (na drogach żelaznych angielskich pod kątem 45° ku dołowi), że jest on do jazdy otwarty.

Zgodnie z tą zasadą sygnał, uwidoczniiony na rys. 599 *a*, oznacza, że tor gotów jest do jazdy w kierunku *d*, w kierunkach zaś *b* i *c* zamknięty. W nocy przy ramionach poziomych semaforu ukazują się latarnie czerwone, przy ramieniu zaś ukośnym zielone. Zamiast rozmieszczenia ramion na słupie semaforu jedno pod drugim, jak wskazano na rys 599 *a*, stosuje się często dla większej jasności rozmieszczenie, uwidoczniione na rys. 599 *b*, t.j. umieszcza się ramiona jedno obok drugiego w takim porządku, w jakim się rozgałęziają tory, do których się te ramiona odnoszą.



Rys. 599 a.

Rys 599 b.

Niemiecki układ sygnalizacji przestrzega zasady, że ramię poziome semaforu lub światło czerwone nakazują bezwzględnie zatrzymanie pociągu, a więc nie mogą być umieszczane na tymże słupie obok sygnałów, oznaczających, że tor jest do jazdy wolny. Z tego powodu sygnał „stój” należy dawać jedynie wtedy, gdy tor jest do jazdy zamknięty we wszystkich kierunkach, i do sygnalizowania tego dostateczne jest jedno tylko ramię semaforu, ustawione poziomo, lub jedno światło czerwone. Jeżeli tor jest wolny do jazdy w pierwszym, drugim lub trzecim kierunku, sygnalizuje się to odpowiednio jednym, dwoma lub trzema ramionami semaforu, ustawionymi ukośnie pod kątem 45° ku górze, albo tyłomaż światłami zielonemi.

Jeżeli tor jest zamknięty we wszystkich rozgałęziających się kierunkach, to na słupie semaforu niemieckiego ukazuje się jedno ramię poziome lub jedno światło czerwone. Pozostałe ramiona opuszczone są pionowo, w nocy zaś światła ich zasłonięte (rys. 600 b).

Wynika stąd, że sygnałom angielskim, uwidocznionym na rys. 599 a i 599 b, odpowiada sygnał polski, uwidoczniony na rys. 600 a.



Rys. 600 a.

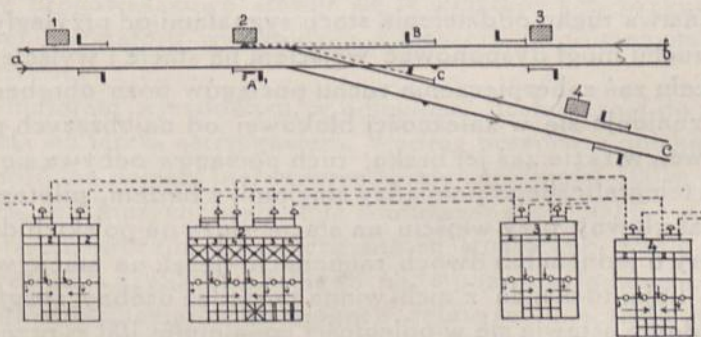


Rys. 600 b.

Sygnały ostrzegawcze na drogach żelaznych angielskich są, jak to już wspomniano, podobne do sygnałów głównych, z tą jednakże różnicą, że ramiona semaforów ostrzegawczych są wycięte w postaci ogona jaskółczego (rys. 562 e, f). W nocy latarnie semaforów ostrzegawczych świecą tak samo, jak latarnie semaforów głównych, co może być przyczyną nieporozumienia.

Na drogach żelaznych niemieckich sygnał ostrzegawczy jest jednakowy bez względu na to, ile ramion ma semafor, do którego się odnosi. Jest to uproszczenie, które jednak nie pozwala sądzić, jaki sygnał jest dany na semaforze głównym.

Sygnalizacja polska w punktach odgałęzienia podobna jest do niemieckiej z ograniczeniem ilości ramion na semaforze do dwóch. Jedno ramię podniesione sygnalizuje wolną drogę w kierunku prostym, dwa zaś w kierunku zbocznym (rys. 568). Semafony trójramienne, napotymane w urządzeniach istniejących, nie są dozwolone w nowych urządzeniach. Sygnalizowanie więc każdego następnego odgałęzienia linii wymaga w zasadzie ustawienia przed nim nowego semaforu (por. rys. 602 a).



Rys. 601. Blokada linjowa w punkcie odgałęzienia linii dwutorowej.

Jeżeli linja zasadnicza oraz jej odgałęzienie są dwutorowe i posiadają blokadę linjową, to urządzenie posterunku blokowego w punkcie odgałęzienia (rys. 601) winno być uzupełnione przez dodanie dwóch ogniw blokowych dla kierunku c.

jednego początkowego i jednego końcowego. Ogniwo końcowe od strony *a* nie posiada własnego przycisku i jest blokowane przyciskiem ogniwa początkowego kierunku na *b* lub na *c*. Tak samo ogniwo początkowe w stronę *a* blokuje się przyciskiem ogniwa końcowego kierunku od *b* lub od *c*. W tym celu przyciski ogniw kierunków *b* i *c* zaopatrzone są w ramię boczne, zachwytyjące pręt przyciskowy kierunku *a*.

W kierunku od *a* każde z ogniw początkowych na *b* i na *c* zaopatruje się w zaworę mechaniczną i elektryczną przycisku blokowego. W kierunku odwrotnym, aby uniknąć przepuszczenia w stronę *a* pociągów z dwóch kierunków t. j. od *b* i od *c*, zanim jeden z nich nie minie posterunku następnego, ogniwo początkowe w kierunku *a* otrzymuje, prócz zawory elektrycznej z zapadką oraz zawory mechanicznej z zamknięciem semaforu, nadto zaworę jednokrotną. Ogniwa końcowe obu kierunków od *b* i od *c* zaopatruje się w zawory mechaniczne przycisku blokowego bez zamknięcia semaforu i zawory elektryczne z zastawką pomocniczą.

ROZDZIAŁ IV.

Sygnalizacja stacyjna. Cel i środki urządzeń bezpieczeństwa w obrębie stacji.

1. Wyodrębnienie stacji od szlaku. Semaforów wjazdowych i drogowo-szkazowych. Ograniczenie ilości semaforów i ich ramion. Tarcze ostrzegawcze. Semaforów wyjazdowych. Miejsca ustawienia semaforów i tarcz ostrzegawczych. Sygnały manewrowe.

Bezpieczeństwo ruchu na stacjach można byłoby oprzeć na podobnych zasadach, co na szlaku, dzieląc je na odstępy, zabezpieczone z obu stron sygnałami, i przedłużając blokadę linjową w obrębie stacji. Ten system stosuje się na drogach żelaznych w Anglii i w Stanach Zjednoczonych A. P.

Jednakże według przepisów ruchu dróg żelaznych polskich stacja stanowi jeden okrąg, w którym dysponowanie ruchem jest ześrodkowane w ręku dyżurnego ruchu (zawiodowcy stacji lub jego zastępcy). Wynika stąd konieczność dla bezpieczeństwa ruchu oddzielenia stacji sygnałami od przyległych szlaków, aby dyżurny ruchu mógł dysponować wejściem na stację i wyjściem z niej pociągów. W celu zaś zabezpieczenia ruchu pociągów poza obrębem stacji, dyżurny ruchu znajduje się w zależności blokowej od najbliższych posterunków blokady linjowej, w razie zaś jej braku, ruch pociągów odbywa się na zasadzie porozumienia telegraficznego pomiędzy stacjami, z berłem, pilotem i t. p.

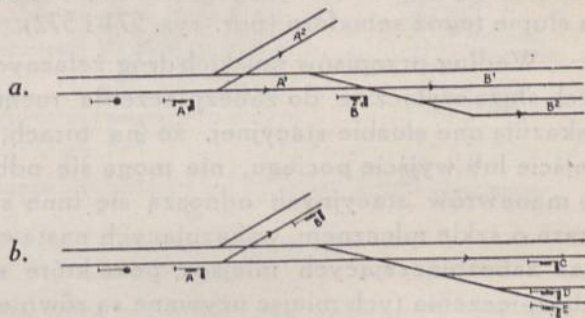
Za sygnał główny przy wejściu na stację służą na polskich drogach żelaznych semaforów o jednym lub dwóch ramionach. Jeżeli na stację wchodzi więcej, niż jedna linja, to każda z nich winna posiadać osobny *semafor wjazdowy*. Semafor wjazdowy ustawia się w odległości conajmniej 100 m przed zwrotnicą najdalej wysuniętą, lub miejscem, do którego dochodzą manewry po torze głównym, po prawej stronie *) toru, patrząc w kierunku jazdy, lub nad torem, do

*) Na linjach, na których normalny bieg pociągów odbywa się po lewym torze głównym, stawia się semaforów po lewej stronie tego toru.

którego się odnoszą. Semaforы wjazdowe dwu lub więcej linii ustawia się o ile możliwości przy sobie w jednym szeregu, aby obraz sygnałów był jaknajjaśniejszy.

Wejście pociągów na stację rozgałęzia się często z toru głównego w dwu lub nawet kilku kierunkach. Jeżeli zachodzi potrzeba sygnalizowania rozgałęzień na drodze pociągu za zwrotnicą wjazdową, lub wprost wskazania toru, na który pociąg będzie przyjęty, to dopuszcza się na polskich drogach żelaznych ustawianie w obrębie stacji tak zwanych *semaforów drogowskazowych* przed rozgałęzieniami, których nie wskazuje semafor wjazdowy (rys. 602 a), lub przy torach wjazdowych (rys. 602 b). Stosowane są też wskaźniki na semaforze wjazdowym, lub przy nim, w postaci latarni ze szkłem mlecznym, na którym występuje numer toru przyjazdowego.

Jednakże w większości przypadków wskazywanie maszyniście pociągu toru, na który pociąg będzie przyjęty, nie jest niezbędne do zapewnienia bezpieczeństwa jazdy. Kierunek wjazdu obchodzi maszynistę o tyle tylko, o ile wpływać może na szybkość jazdy, którą on winien jest zastosować. Szybkość ta winna być zmniejszoną przy jeździe w kierunku bocznym, po łukach zwrotnicowych odga-



Rys. 602 a i b.
Semaforы drogowskazowe.

łęzenia, i tę wskazówkę daje maszyniście drugie ramię semaforu. Sygnalizowanie wszystkich rozgałęzień nie jest również potrzebne do zabezpieczenia położenia zwrotnic, jak to miało miejsce w dawniejszych przyrządach nastawczych, gdyż to zabezpieczenie osiąga się obecnie zapomocą innych urządzeń, opisanych niżej (patrz str. 577 i 581). Ograniczenie więc ilości ramion semaforów na polskich drogach żelaznych jest w zupełności uzasadnione.

Semaforы drogowskazowe stosuje się w wyjątkowych przypadkach, gdy takie uzupełnienie semaforu wjazdowego, zwłaszcza na długich stacjach, może się okazać potrzebne.

Przed semaforem wjazdowym, w odległości dostatecznej do zatrzymania pociągu, ustawia się tarcza ostrzegawcza. Według przepisów polskich odległość ta winna wynosić na liniach pierwszorzędnych conajmniej 700 m z wyjątkiem wzniesień $> 5\%$, na których może być zmniejszona do 500 m. Ze względów oszczędnościowych, tarcze ostrzegawcze nie są stosowane dotąd na wielu liniach, na których mała szybkość pociągów na to pozwala. Jednakże w tym przypadku sygnał główny (semafor, na drogach żelaznych znaczenia miejscowego czasem jeszcze dawna tarcza czerwona) winien być ustawiony w miejscu, wyznaczonym według przepisów dla tarczy ostrzegawczej.

Do sygnalizowania wyjścia pociągów służą *semaforы wyjazdowe*. Semafor wyjazdowy ustawia się z prawej strony*) toru odjazdowego przed miejscem,

*) Por uwagę w końcu str. 572.

w którym parowóz staje na czele odjeżdżającego pociągu. Jeżeli torów odjazdowych jest więcej, to pożądane jest dla uniknięcia pomyłek, ażeby przy każdym z nich był ustawiony osobny semafor. Jeżeli zaś do sygnalizowania wyjazdu z grupy torów odjazdowych urządzony jest jeden wspólny semafor, to bywa on często zaopatrzony we wskaźnik w postaci latarni o szkle białem, na którym wskazuje się numer toru, do którego sygnał wyjazdu się odnosi. Podobnego też rodzaju wskaźniki lub dodatkowe ramię na semaforze stosuje się, jeżeli z jednego toru wyprawiane są pociągi w różnych kierunkach.

Jeżeli niektóre pociągi przechodzą przez stację bez zatrzymania, to może zająć potrzeba ustawienia przed semaforem wyjazdowym tarczy ostrzegawczej. Tarcza ta ustawia się w tym przypadku przy semaforze wjazdowym lub urządza na słupie tegoż semaforu (por. rys. 571 i 572).

Według przepisów polskich dróg żelaznych, sygnały na semaforach stacyjnych służą wyłącznie do zabezpieczenia ruchu pociągów. Pośrednio tylko wskazują one służbie stacyjnej, że na torach, po których sygnalizowane jest wejście lub wyjście pociągu, nie mogą się odbywać manewry. W ogóle zaś do manewrów stacyjnych odnoszą się inne sygnały, przeważnie w kształcie latarni o szkle mlecznym, wskazujących nastawienie zwrotnic i innych urządzeń oraz zabezpieczających miejsca, poza które manewry nie są dozwolone. Do zabezpieczenia tych miejsc używane są również tarcze niebieskie.

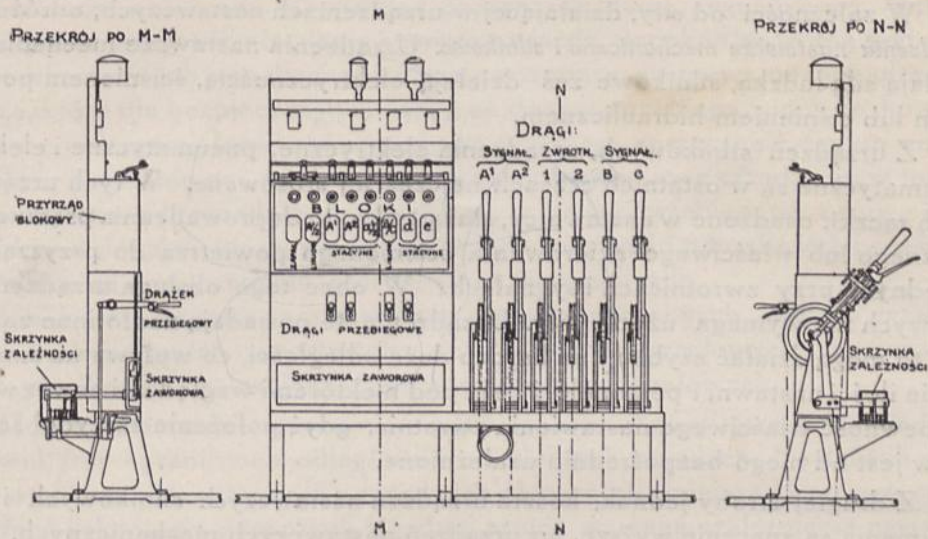
2. Cel urządzeń nastawczych; ich rodzaje i zasadnicze części. Okręgi nastawcze i blokada stacyjna. Tablice zależności. Sprzeczność przebiegów.

Sygnał „wolna droga“, który otwiera wejście na pewien odstęp, powinien świadczyć nie tylko o tem, że na tym odstępie nie znajduje się drugi pociąg, biegnący po tej samej drodze, w tym samym, co i on, lub wprost przeciwnym kierunku, lecz również o tem, że droga ta pod względem stanu toru i braku jakichkolwiek przeszkód jest gotowa do przejścia pociągu. O gotowości odstępu pod tym względem na szlaku, nie mającym odgałęzień, sygnaliści posterunków blokowych mogą się po części osobiście przeświadczyć na długości szlaku, która jest dla nich widzialna. O tem, że linja jest w porządku, świadczy również brak przeciwnych zawiadomień lub sygnałów od dróźników obchodowych, którzy sprawdzają stan toru, oraz od dróźników przejazdowych, którzy doglądają, aby rogatki na przejazdach były na czas zamknięte.

W obrębie stacji lub pewnej części tejże, do gotowości drogi, po której ma przebiegać pociąg, oprócz warunków, wymienionych wyżej dla szlaku, niezbędnym jest nadto, ażeby zwrotnice i inne urządzenia ruchome w torze, jako to zapory, wykołajnice i t.p., które się na tej drodze znajdują, były odpowiednio nastawione i położenie ich na czas jazdy odpowiednio zabezpieczone. Zapewnienie spełnienia tych warunków, zanim dany będzie sygnał na jazdę, mają na celu *urządzenia nastawcze*.

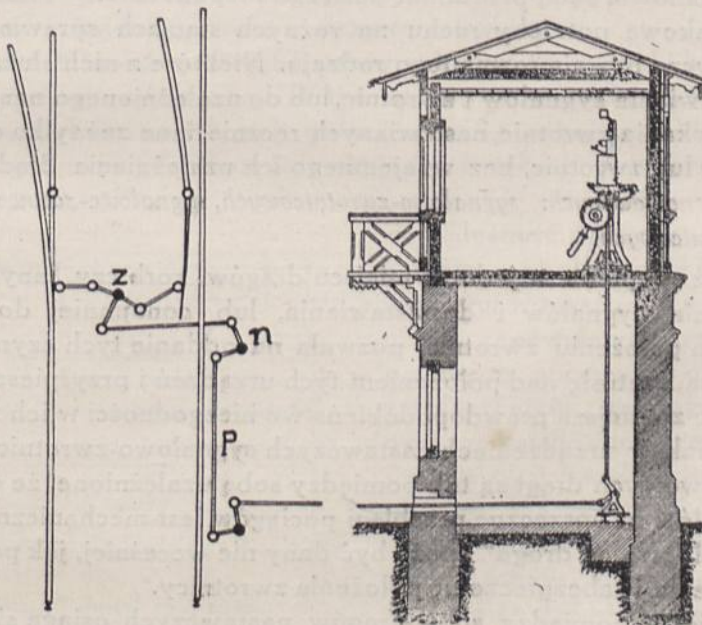
Urządzenia te składają się z przyrządów, których część znajduje się przy sygnałach, zwrotnicach i innych urządzeniach w torze i bezpośrednio je przedstawia, część zaś ześrodkowana jest na posterunkach i, będąc osadzona we wspólnej podstawie, tworzy całość, która nazywa się *nastawnicą*. (rys. 603). Na-

stawnica mieści się zwykle w krytym pomieszczeniu, najczęściej w osobnym budynku, zwanym *nastawnią* (rys. 604). Jest ona zaopatrzona w drągi, korby



Rys. 603 Nastawnia z przyrządem blokowym

lub rączki, wzajemnie uzależnione, które są połączone zapomocą przewodów *p* z przyrządami napędzonymi *n* przy zwrotnicach, sygnałach i in. i służą do ich przestawiania.



Rys. 604. Nastawnia z przewodem sztywnym do zwrotnicy.

Na liniach drugorzędnych, przy niewielkim ruchu, może się niekiedy okazać dostatecznym uzależnienie zwrotnic i sygnałów bez przyrządów nastaw-

czych i przewodów, zapomocą *przrzędów kluczowych*, dających możność uzależnionego zamykania na miejscu zwrotnic i sygnałów, nastawianych ręcznie.

W zależności od siły, działającej w urządzeniach nastawczych, odróżniają *urządzenia nastawcze mechaniczne i silnikowe*. Urządzenia nastawcze mechaniczne działają siłą ludzką, silnikowe zaś działają elektrycznością, ściśnionem powietrzem lub ciśnieniem hydraulicznem.

Z urządzeń silnikowych, urządzenia elektryczne, pneumatyczne i elektro-pneumatyczne są w ostatnich czasach najczęściej stosowane. W tych urządzeniach ręczki, osadzone w nastawnicy, służą tylko do doprowadzania prądu elektrycznego lub właściwego skierowania ściśnionego powietrza do przrzędów napędnych przy zwrotnicach i sygnałach. W obec tego obsługa urządzeń silnikowych nie wymaga użycia siły. Urządzenia te posiadają nadto inne zalety, jako to mogą działać szybko i na bardzo duże odległości, co wpływa na zmniejszenie ilości nastawni i personelu, i dają pod niektórymi względami nawet większą pewność właściwego nastawienia zwrotnic, gdyż położenie skrzydeł semaforów jest od niego bezpośrednio uzależnione.

Z drugiej strony jednak, koszt urządzeń nastawczych silnikowych i ich utrzymania są znacznie wyższe, niż urządzeń nastawczych mechanicznych. Dlatego też znajdują one zastosowanie tylko w pewnych przypadkach, przeważnie przy bardzo dużym ruchu. Wogóle zaś stosowane są u nas prawie wyłącznie i najczęściej zagranicą urządzenia nastawcze mechaniczne, działające przy pomocy przewodów sztywnych, z prętów rurowych, lub przewodów giętkich drutowych, i te stanowić będą przedmiot dalszego rozpatrzenia.

Niejednakowe potrzeby ruchu na różnych stacjach sprawiają, że urządzenia nastawcze bywają rozmaitego rodzaju. Niektóre z nich służą do uzależnionego nastawiania sygnałów i zwrotnic, lub do uzależnionego nastawiania sygnałów i zamykania zwrotnic, nastawianych ręcznie, inne zaś tylko do nastawiania sygnałów, lub zwrotnic, bez wzajemnego ich uzależnienia. Stąd zasadnicze *typy urządzeń nastawczych: sygnałowo-zwrotnicowych, sygnałowo-zasurowych, sygnałowych i zwrotnicowych*.

Samo już skupienie w jednym miejscu drągów, korb czy innych urządzeń do nastawiania sygnałów i do nastawiania, lub conajmniej do zasuwania w określonym położeniu zwrotnic, pozwala na oddanie tych czynności jednej osobie, ułatwia kontrolę nad położeniem tych urządzeń i przyspiesza ich nastawianie, a więc zmniejsza prawdopodobieństwo niezgodności w ich nastawieniu. Ponadto jednak w urządzeniach nastawczych sygnałowo-zwrotnicowych i sygnałowo-zasurowych drągi są tak pomiędzy sobą uzależnione, że danie jednocześnie sygnałów na sprzeczne przebiegi pociągów jest mechanicznie niemożliwe i że sygnał „wolna droga“ może być dany nie wcześniej, jak po odpowiednim nastawieniu i zabezpieczeniu położenia zwrotnicy.

Uzależnienie pomiędzy sobą drągów nastawczych osiąga się zapomocą *linijek przebiegowych*, przesuwanych wzdłuż nastawnicy i mieszczących się w jej tylnej części, w *skrzynce zależności* (patrz rys. 603). Mianowicie do tejże skrzynki przeprowadzone są od drągów nastawczych, w kierunku prostopadłym do nastawnicy, poprzeczki w postaci linijek lub wałów, które muszą wykonać pewien

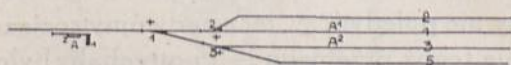
ruch, aby drąg mógł być przestawiony. Linijki przebiegowe zaopatrzone są w występy różnego kształtu i za ich pomocą mogą zasuwac poprzeczki w określonym położeniu. Zasuważąc poprzeczkę drąga sygnałowego, linijka przebiegowa uniemożliwia danie sygnału na jazdę, dopokąd są wolne sygnały z nim sprzeczne, lub dopokąd są wolne te zwrotnice, zasuwki i inne urządzenia w torze, które dla bezpieczeństwa jazdy na danym przebiegu winny zachować określone położenie. Jeżeli zaś sygnały na przebiegi sprzeczne z danym znajdują się w położeniu na „stój”, zwrotnice zaś, zasuwki i inne urządzenia w torze są nastawione odpowiednio do przebiegu, to linijka przebiegowa zasuwka poprzeczki od drągów, które winny być unieruchomione, i odmyka jednocześnie poprzeczkę od drąga sygnału, który ma być dany na jazdę.

Linijki przebiegowe są przesuwane zapomocą osobnych *drażków przebiegowych*, umieszczonych w nastawnicy obok drągów sygnałowych, w pewnych zaś przypadkach niektóre linijki zapomocą drągów sygnałowych.

Możliwość nastawiania zwrotnic i sygnałów z jednego miejsca, czyli z jednej nastawni, jest ograniczona odległością od niej tych urządzeń. Na dużych stacjach wynika stąd konieczność podziału ich obszaru na mniejsze okręgi nastawcze. Zasada zaś skupienia dyspozycji w jednej osobie wymaga uzależnienia nastawni od biura dyżurnego ruchu. To uzależnienie osiąga się zapomocą urządzeń elektrycznych tak zwanej blokad stacyjnej.

Zasadniczą część tych urządzeń stanowią bloki, nie różniące się od stosowanych w blokadzie linjowej. W nastawnicach bloki bywają umieszczone zwykle nad drażkami przebiegowymi i blokują te drażki, lub linijki przebiegowe, zapomocą *zawór*, znajdujących się w *skrzynce zaworowej*.

Przy blokach blokad stacyjnej ustawiane są również bloki blokady linjowej, od których są uzależnione. W ten sposób urządzenia, zabezpieczające bieg pociągów na linii i na stacjach, połączone są ze sobą w ogólnym układzie, w którym dysponowanie ruchem jest skupione w rękach dyżurnych ruchu na stacjach.



SYGNAŁ	PRZEBIEG	DRAGI PRZEBIEG		DRAGI SYGNAŁ.		DRAGI ZWROTNICOWE		
		a ¹	a ²	A ¹	A ²	1	2	3
A ¹	NA TOR 1	-	+	┌ ₃	┐	+	+	
A ²	NA TOR 3	+	-	┐	┌ ₃	-		-

Rys. 605. Tablica zależności.

Zależność pomiędzy blokami, sygnałami, zwrotnicami i innymi urządzeniami w torach, jaka jest niezbędna do zapewnienia bezpieczeństwa przebiegu pociągu w obrębie stacji, z wyłączeniem przebiegów sprzecznych, wskazuje się w *tablicy zależności* (rys. 605). Każda droga przebiegu pociągu, którą krótko przebiegiem nazywać będziemy, posiada w tej tablicy osobny wiersz poziomy. Poszczególne zaś bloki, sygnały, zwrotnice i inne urządzenia, zabezpieczające

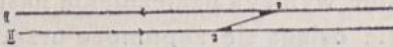
bieg pociągów, posiadają w tablicy rubryki pionowe, w których zaznacza się w odpowiednich wierszach stan bloków i położenie innych urządzeń, o ile jest ono niezbędne do zapewnienia bezpieczeństwa danego przebiegu.

Dwa zaś przebiegi są ze sobą sprzeczne w przypadkach:

- jeżeli się krzyżują;
- jeżeli się na pewnej długości zbiegają;
- w ogóle, jeżeli każdy z nich wymaga innego położenia zwrotnic.

Dwa pierwsze warunki sprzeczności przebiegów są same przez się zrozumiałe. Dla lepszego zrozumienia warunku ostatniego należy zaznaczyć, że dla bezpieczeństwa ruchu niezbędne jest, aby było zabezpieczone położenie nie tylko tych zwrotnic, po których ma przebiec pociąg, t. j. zwrotnic, położonych na danym przebiegu, lecz również i innych, w ten sposób, ażeby przebieg pociągu był możliwie oddzielony i zabezpieczony od przedostania się nań taboru z torów sąsiednich.

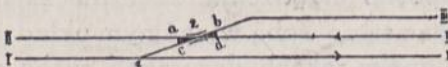
Jeżeli dwa tory sąsiednie są połączone przejściem 1—2 (rys. 606), to dla zabezpieczenia przebiegu po torze I potrzeba nastawić w kierunku toru prostego nie tylko zwrotnicę 1, lecz również zwrotnicę 2. Gdyby zwrotnica 2 była nastawiona na tor zwrotny, to chociażby po torze II nie oczekiwano przejścia pociągów, jednakże przy manewrach na torze 2—II nie byłoby wyłączone, że tabor



Rys. 606.



Rys. 607.



Rys. 608.

przedostanie się przypadkowo na tor I, rozpruwszy zwrotnicę 1. Dlatego też przy nastawianiu ześrodkowanym takie zwrotnice sprzęga się ze sobą i przestawia jednocześnie za pomocą jednego wspólnego przewodu.

Podobnie przy nastawianiu zwrotnicy 1 (rys. 607) na tor prosty, zwrotnica 2b pojedynczego rozjazdu angielskiego, ułożonego w sąsiednim torze II, powinna być nastawiona na łuk dla zabezpieczenia przebiegu I—I, a mianowicie dla zapobieżenia przedostaniu się taboru na ten przebieg z toru

III. Gdyby na skrzyżowaniu 2 był ułożony nie pojedynczy, lecz podwójny rozjazd angielski (rys. 608), to dla zabezpieczenia tegoż przebiegu I—I potrzebaby było, oprócz nastawienia zwrotnicy 2b na łuk, również nastawienia zwrotnicy 2d na prostą. Położenie zwrotnic a i c nie wpływa na zabezpieczenie przebiegu I—I, gdyż przy właściwym nastawieniu zwrotnic b i d tabor w każdym razie skieruje się ku zwrotnicy a, prując ją, o ile zajdzie tego potrzeba. Z powyższych względów przy nastawianiu ześrodkowanym sprzęga się zwrotnice sąsiednie a i c oraz b i d rozjazdu angielskiego w ten sposób, że gdy jedna z nich nastawiona jest w kierunku toru prostego, to druga prowadzi na łuk, t. j. rozjazd przygotowany jest do jazdy w jednym tylko z kierunków prostych lub w jednym z kierunków po łuku. Zwrotnice 1 i 2b, jako też 1, 2b i 2d mogą być sprzęgnięte razem, jeżeli przestawianie ich za pomocą jednego wspólnego przewodu nie będzie wymagało zbyt wielkiej siły.

Aby lepiej zrozumieć zasady ogólne zabezpieczenia biegu pociągów w obrębie stacji, przytoczone powyżej, należy zaznajomić się uprzednio z ustrojem przyrządów, które służą do tego celu.

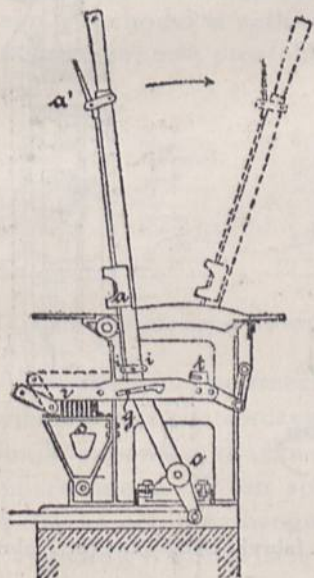
ROZDZIAŁ V.

Przyrządy nastawcze na posterunkach.

Ustrój drąga zwrotnicowego do przewodów drutowych. Urządzenia, umożliwiające przecie zwrotnicy. Przyrządy zależności. Drąg do przewodów sztywnych. Ustrój drąga sygnałowego. Drągi sygnałowe parzyste. Piesek drąga sygnałowego. Drągi zasuwowe pojedyncze i parzyste.

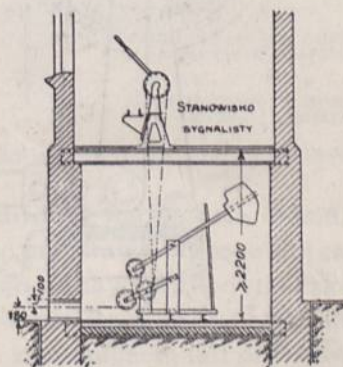
Nastawnia, w której się mieszczą przyrządy do nastawiania lub zasuwania zwrotnic oraz do nastawiania sygnałów i innych urządzeń w torze, zabezpieczających przejście pociągów, stanowi zwykle, jak już zaznaczono, osobny budynek. Podłoga pomieszczenia, gdzie ustawiona jest nastawnica, wznosi się najczęściej nad poziomem szyn o 4 do 6 m w celu, aby sygnalista mógł dobrze widzieć w swoim okręgu przechodzące pociągi i wszystkie urządzenia, które ma nastawiać.

Drągi nastawcze bywają długie, o osi obrotu, umieszczonej niżej podłogi (rys 609), lub krótkie, mające oś obrotu o tyle wyżej nad podłogą (rys. 604 i 610) że mogą być obracane o 180° , przez co zmniejsza się siła, potrzebna do ich przestawiania. Takie drągi krótkie stosowane są u nas.



Rys 609.

Drąg nastawczy o małym kącie obrotu.



Rys. 610.

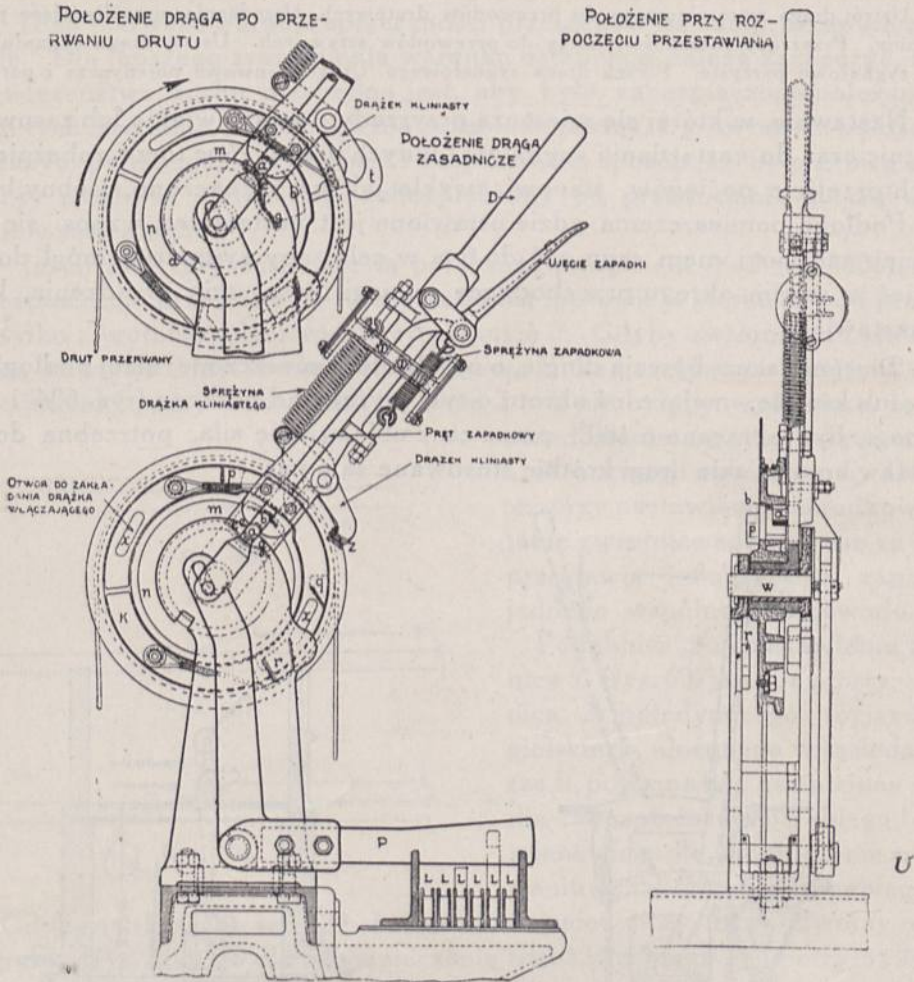
Umieszczenie nastawnicy i przyrządu wyrównawczego do przewodów drutowego w nastawni.

Ustrój drągów nastawczych sygnałowych, a zwrotnicowych i zasuwowych, nie jest jednakowy; nadto drągi zwrotnicowe różnią się w zależności od tego, czy zwrotnice są nastawiane zapomocą przewodów sztywnych, czy też giętkich, z drutu.

Rys. 611 przedstawia szczegóły urządzenia drąga nastawczego zwrotnicowego do przewodów drutowych.

Drąg nastawczy *D* jest połączony z kręgiem *K* i obraca się wraz z nim około osi *W*, osadzonej w koźle. Na krąg są nawinięte i końcami do niego przy-

mocowane linki druciane przewodu. Położenie drąga zasadnicze, pod 45° ku górze, pokazane na rysunku, i położenie przestawione o 180° ustala się zapadką *a*, która w każdym z tych krańcowych położen wpada w wycięcia *a*



Rys. 611.

Drąg zwrotnicowy do przewodów drutowych syst. fabryki Bydgoskiej (b. Fiebrandt'a).

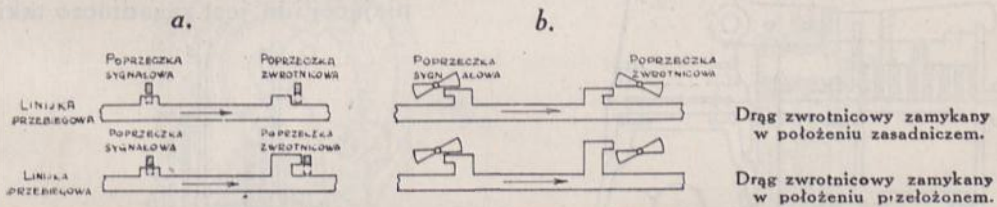
i *d* w koźle. W ten sposób druty przewodu przesuwają się pod działaniem drąga na określoną długość, wynoszącą zwykle co najmniej 500 mm. Zapadka *a* umieszczona jest w końcu pręta zapadkowego, który unosi zapadkę pod naciskiem *ujęcia* w kształcie drążka kolankowego przy rękojeści drąga nastawczego. Podczas przekładania drąga, zapadka ślizga się po górnym zaokrągleniu koźła.

W obu położeniach krańcowych połączenie drąga nastawczego z kręgiem od przewodu nie jest stałe, lecz sprężyste, zapomocą sprężyny i drążka kliniastego. Jeżeli jeden z drutów przewodu będzie znacznie silniej naciągnięty, niż drugi, jak to ma miejsce przy rozpruciu zwrotnicy lub pęknięciu jednego drutu, to drążek kliniasty naciąga sprężynę i wyskakuje z zacięcia z na krąż-

ku, w które wpada jego kliniaste zakończenie. Sygnalizuje to tarczka czerwona t , która przy obrocie kręgu nastawczego wyskakuje ku przodowi.

Sygnalista ma możliwość przekręcić odłączony krąg nastawczy i połączyć go na nowo z drążkiem nastawczym, działając drążkiem włączającym, który zakłada w jeden z otworów $x x$. Jednakże dla zachowania dowodu, że nastąpiło rozprucie zwrotnicy lub pęknięcie drutu w przewodzie, drąg nastawczy łączy się z kręgiem nastawczym zaplombowanym drutem, którego przerwanie o tem świadczy.

Aby drąg nastawczy nie mógł wyskoczyć z kręgu nastawczego podczas przekładania drąga, kiedy drut ciągniony jest znacznie silniej naprężony, niż drut zwalniany, zapadka a , wychodząc z wycięcia w koźle pod naciskiem ujęcia przy rękojeści drąga, wpada górną częścią w wycięcie w obrzeżu kręgu nastawczego i łączy niezmiennie ten krąg z drążkiem nastawczym w ciągu całego okresu przekładania drąga. Pręt zapadkowy wystaje poza oś obrotu drąga nastawczego i posiada w końcu czop, którego oś przy naciśnięciu ujęcia przy rękojeści drąga staje na osi kręgu nastawczego, po przełożeniu zaś drąga przesuwa się wraz z zapadką ku górze. Przy tym ruchu czopa poprzeczka P drąga łamanego, mającego oś obrotu U , obniża się dwukrotnie, przed i po przełożeniu drąga nastawczego, i wchodzi w zetknięcie z linijkami przebiegowymi L, L . Na tych linijkach umieszczone są prostokątne lub hakowate *kłódki* (rys. 612), które, bądź



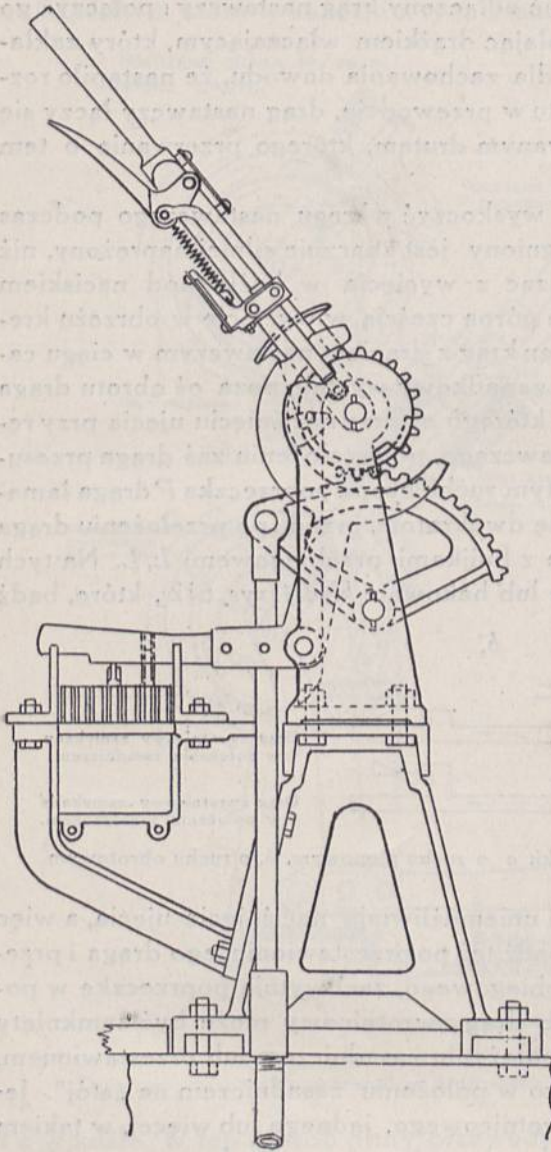
Rys. 612. Linijki przebiegowe i poprzeczki: a o ruchu pionowym, b. o ruchu obrotowym.

opierają się opuszczeniu poprzeczki i uniemożliwiają naciśnięcie ujęcia, a więc i przestawienie drąga nastawczego, bądź też po przestawieniu tego drąga i przesunięciu linijki zapomocą drążka przebiegowego, zachwytyją poprzeczkę w położeniu opuszczonej. W ten sposób drąg zwrotnicowy może być zamknięty zapomocą drążka przebiegowego w położeniu zasadniczym lub przestawionem, drąg zaś sygnałowy oczywiście tylko w położeniu zasadniczym na „stój”. Jednocześnie z zamknięciem drąga zwrotnicowego, jednego lub więcej, w takim położeniu zwrotnic, jakie jest niezbędne do zabezpieczenia danego przebiegu, przesuwa się wraz z linijką przebiegową kłódka, która podpierała poprzeczkę drąga sygnałowego, i umożliwia przestawienie tego drąga, to jest danie sygnału na jazdę

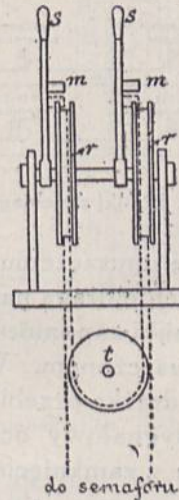
Zależność pomiędzy linijkami przebiegowymi a poprzeczkami objawia się już przy nacisku ujęcia zapadki, a więc zanim jeszcze drąg zwrotnicowy lub sygnałowy będzie poruszony. Zwiększa to znakomicie czułość mechanizmu nastawczego i pewność zabezpieczenia, z drugiej zaś strony chroni mechanizm uzależniający od uszkodzenia pod działaniem wielkich nacisków, jakie sam drąg wywierać może.

Zapadka *a* opiera się tylnim występem na obrzeżu *f* kręgu nastawczego. W razie rozprucia zwrotnicy lub pęknięcia drutu, zapadka *a*, wskutek krzywizny *e fg* tego obrzeża, unosi się nieco, lecz nie może być całkowicie wysunięta z wycięcia w koźle, gdyż kieruje nią wyłobienie *m n o* kręgu. Częściowe zaś podniesienie zapadki *a* sprawia, że poprzeczka *P* zamyka kłódki linijek przebiegowych i drągi sygnałowe, uniemożliwiając danie sygnału na jazdę dla wszystkich tych przebiegów, dla których położenie zwrotnicy rozprutej posiada znaczenie.

Krótkie drągi nastawcze do przewodów sztywnych działają na nie zwykle za pomocą kół zębatach (rys. 613). Ustrój drąga, zapadki przy nim, poprzeczki uzależniającej i in. jest zasadniczo taki



rys. 613. Drąg zwrotnicowy do przewodów sztywnych.

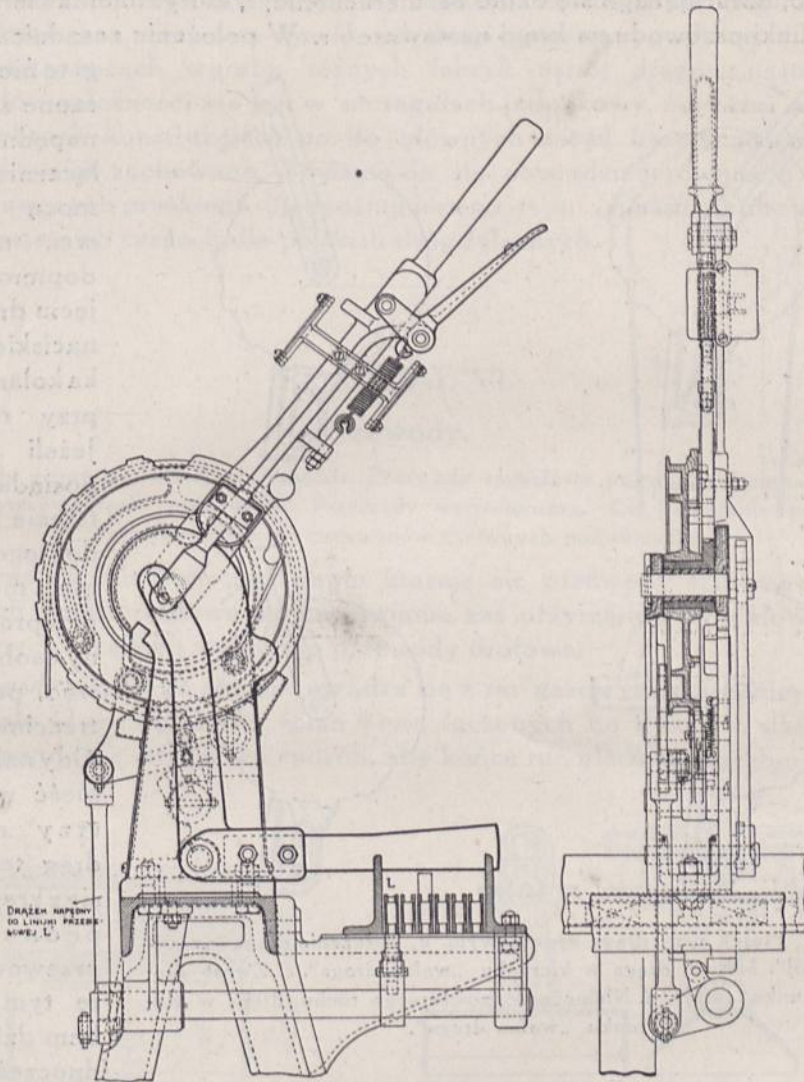


Rys. 614. Schemat działania drągów sygnałowych parzystych.

sam, jak przy przewodach drutowych; również prucie zwrotnicy jest w ten sam sposób umożliwione. Natomiast przerwanie przewodu nie powoduje żadnych oznak w przyrządach nastawczych i przeciw jego skutkom niema w samym drągu zabezpieczenia. Przesuw przewodu sztywnego wynosi zwykle tylko 240 mm, lub nie wiele co więcej, gdyż nie potrzeba się liczyć z ruchem traconym, jaki ma miejsce przy naciąganiu przewodu drutowego.

Drągi sygnałowe (rys. 615) służą do nastawiania ramion semaforów i tarcz ostrzegawczych oraz zasuw, włączonych do przewodów sygnałowych. Drągi te

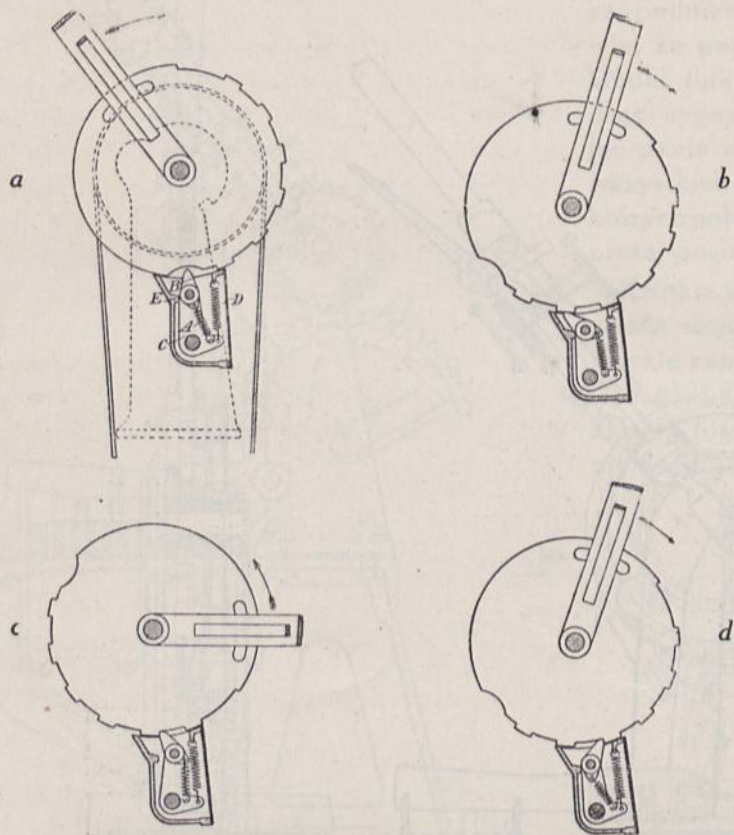
różnią się od drągów zwrotnicowych do przewodów drutowych głównie tem, że są połączone nieruchomo z kręgami nastawczymi, gdyż nie zachodzi tu potrzeba zabezpieczenia przeciw pruciu. Co się zaś tyczy zabezpieczenia przeciw przerwaniu drutu, to, jak zobaczymy, może być ono osiągnięte w przyrządzie napędym przy semaforze (patrz rozdział VIII str. 604).



Rys. 615. Dąg sygnałowy syst. fabryki Bydgoskiej (b. Fiebrandt'a).

Ramiona semaforu dwuramiennego można nastawiać zapomocą jednego i tego samego przewodu i jednego drąga, który w tym przypadku winien przyjmować trzy położenia, naprz. pionowe oraz ukośne naprzód i w tył. Średniemu położeniu drąga odpowiadać będzie sygnał „stój”. Przy przekładaniu drąga w jedną stronę podnosić się będzie jedno tylko ramie górne, przy przekładaniu zaś drąga w drugą stronę podnosić się będą oba ramiona na jazdę.

Aby uniknąć drągów o różnym pochyleniu, niedogodnych we wspólnej nastawnicy z innymi, stosuje się zwykle w tym przypadku *drągi sygnałowe parzyste*, w postaci dwóch drągów zwyczajnych, działających na jeden wspólny przewód (rys. 614), przyczem jeden z drągów pary przesuwą przewód w jednym kierunku, drugi zaś w kierunku odwrotnym. Osiąga się to zapomocą krążka zwrotnego, obracającego się około osi nieruchomej t , który zmienia kierunek nawinięcia linki przewodu na kręgi nastawcze $r r$. W położeniu zasadniczym, drągi



Rys. 616. Piasek przy drągu sygnałowym. a. Położenie drąga zasadnicze: „stój”. b. Ruch drąga w kierunku „wolna droga”. c. Zwrot drąga w kierunku „stój”. d. Niemożność powtórnego ruchu drąga w kierunku „wolna droga”.

te nie są połączone z kręgami napędzonymi. Połączenie to, zapomocą zapadek $m m$, następuje dopiero przy ujęciu drąga, pod naciskiem drążka kolankowego przy rękojeści. Jeżeli semafor posiada jeszcze trzecie ramie, to do tego ramienia musi być przeprowadzony osobny przewód, poruszany trzecim drągiem. Gdy należy podnieść wszystkie trzy ramiona, drąg ten łączy się z kręgami napędzonymi obu przewodów, które tym sposobem działają jednocześnie.

Drągi semaforów, które są połączone z zaworą jednokrotną (patrz str. 567), o trzymują na obwodzie kręgu nastawczego prostokątne zazębienie (por. rys. 615 i 616), po którym przy przestawianiu drąga ślizga się sprężysty *piesek drąga sygnałowego*. Piesek ten składa się z dwóch drążków, połączonych ze sobą przegubem i sprężyną. Prócz tego druga sprężyna działa na drążek dolny pieska, obracający się na osi nieruchomej. Rysunek, przedstawiający różne położenia pieska przy ruchach drąga, dostatecznie objaśnia, w jaki sposób piesek, opierając się przegubem o występ skrzynki, w której się mieści, nie pozwala na po-

wtórny ruch drąga w kierunku „wolna droga“, chociażby pierwszy ruch drąga w tym kierunku był tylko częściowo wykonany.

Jako drągi zasuwowe do zasuwania zwrotnic i nastawiania zapór w torze stosowane są drągi zwrotnicowe. Jeżeli ten sam przewód ma być użyty do zasuwania zwrotnicy raz w jednym, raz w drugim położeniu, t. j. w kierunku prostym i zwrotnym (co nie zawsze jest wymagane), to stosuje się drągi zasuwowe parzyste, działające w ten sam sposób, jak drągi parzyste sygnałowe.

W nastawnicach wyrobu różnych fabryk urządzeń drągów nastawczych i przyrządów zależności nie jest w szczegółach jednakowy, nie różni się on jednak w dobrych konstrukcjach co do głównych zasad bezpieczeństwa, jakie winny być w nich zachowane. To samo da się powiedzieć również o przyrządach nastawczych pruskiego ujednostajnionego typu „*Einheit*“, które są zamawiane w ostatnich czasach dla polskich dróg żelaznych.

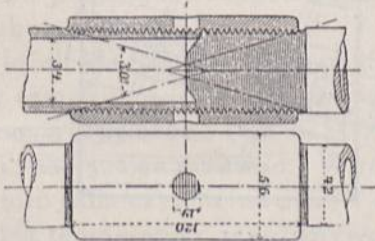
ROZDZIAŁ VI.

Przewody.

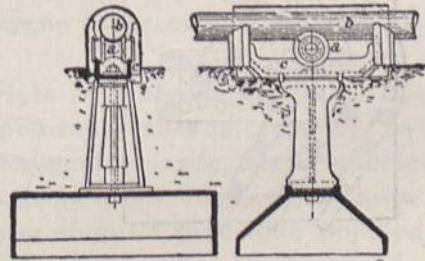
2. Przewody zwrotnicowe sztywne i giętkie. Przewody sygnałowe pojedyncze i podwójne. Podparcie, zwroty i pokrycie przewodów. Przyrządy wyrównawcze. Cel i działanie przyrządów wyrównawczych do przewodów drutowych podwójnych.

Do nastawiania zwrotnic i zapór stosuje się przewody sztywne z rur żelaznych lub giętkie drutowe, do nastawiania zaś przyrządów sygnałowych, zasuw¹⁾ i innych urządzeń wyłącznie przewody drutowe.

Przewody sztywne do zwrotnic urządza się z rur gazowych o średnicy zewnętrznej około 42 mm i grubości ścian 4 mm, łączonych co 5 do 6 m nasuwkami gwintowanymi (rys. 617) w ten sposób, aby końce rur, gładko obtoczone, szczel-



Rys. 617.



Rys. 618.

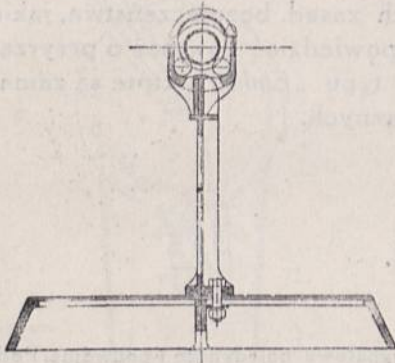
nie się ze sobą stykały. Na dokładność połączenia rur należy zwracać szczególną uwagę, jako na najsłabsze miejsca przewodu.

Rury spoczywają na podporach, rozstawionych w odległości 3,2 m do 3,5 m.

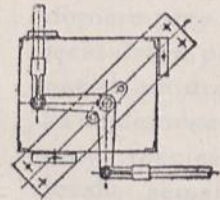
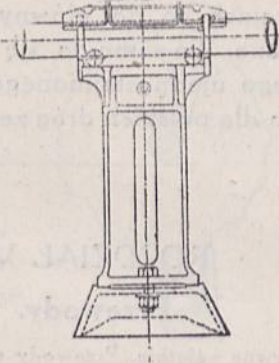
¹⁾ Do przestawiania zasuw o ruchu prostoliniowym stosowane są również przewody sztywne (por. rys. 630).

Do podtrzymania i prowadzenia rur na podporach służą wałki lub kulki (rys. 618 i 619) w celu zmniejszenia tarcia. Przy takim ustroju, opór tarcia przewodu na podporach jest tak nieznaczny, że do przesunięcia 300 m przewodu, ważącego 1100 kg, wystarcza siła 15 kg.

Na zakrętkach łączy się przewody sztywne zapomocą kolanek (rys. 620 a, b). Zmiany w długości przewodów pod wpływem temperatury wyrównywa się co 120 m do 150 m zapomocą przyrządów w postaci drążków dwuramiennych (rys. 621). Kolanka i przyrządy wyrównawcze umocowuje się na trwałych pod-

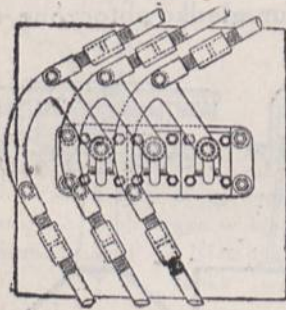


Rys. 619.

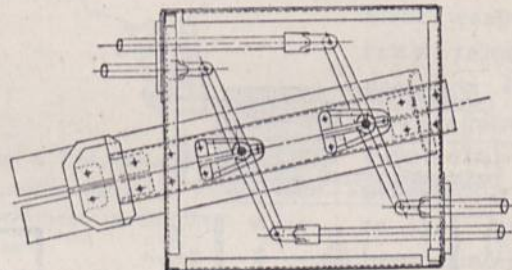


Rys. 620 a.

stawach, przeważnie żelaznych (por. rys. 618 i 619), zamurowanych w fundament z cegły lub betonu. Przy przegubach kolanek i drążków wyrównawczych, również jak przy drągach nastawczych i zwrotnicach, stosuje się pręty pełnego przekroju o takim samym gwincie jak rury. Wszelkich wygięć przewodu, powodujących ruchy tracone, należy o ile możliwości unikać.



Rys. 620 b.



Rys. 621.

W miejscach, w których przewody krzyżują się z torami, lub gdzie umieszczenie ich nad ziemią mogłoby przeszkadzać przechodzeniu po stacji, przeprowadza się je w zakrytych kanałach z drzewa, żelaza lub cegły, urządzonych pod ziemią lub równo z jej poziomem. Jednak kanały te winny być dobrze odwodnione, aby się w nich nie zatrzymywała woda, która niszczy przewody, a w czasie mrozu uniemożliwia ich działanie. Pomimo dogodności, jakie może przedstawiać w pewnych przypadkach przeprowadzenie przewodów

w zakrytych kanałach, należy zauważyć, że powoduje ono znaczne zwiększenie kosztów i utrudnia dozór nad stanem, w jakim się one znajdują.

Przewody giętkie zwrotnicowe i zasurowe wyrabia się z drutu stalowego ocynkowanego o współczynniku wytrzymałości 100 do 125 kg/mm^2 i o grubości 5 mm. Na zakrętach, oraz w końcach, gdzie drut jest nawinięty na krążki, wstawia się węń łańcuchy albo giętkie liny druciane.

Druty przewodów łączy się w ten sposób, aby jeden koniec drutu zachodził na drugi na długość około 100 mm, poczem okręca się je cienkim drutem i zalutowuje. Takie złącza posiadają wytrzymałość nie mniejszą, niż wytrzymałość drutu nie łączonego.

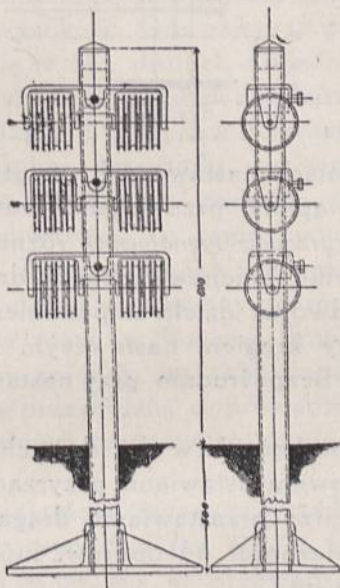
W odległości co 10 m do 15 m przewody drutowe opierają się na krążkach (rys. 622), umocowanych przeważnie nad ziemią na słupkach drewnianych lub żelaznych (rys. 623).

Przeprowadzenie przewodów drutowych w kanałach (rys. 624) stosuje się w przypadkach, podobnych do tych, które wymieniono przy przewodach sztywnych.

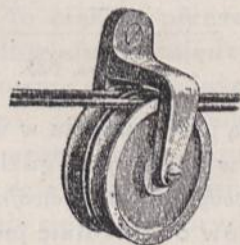
Do przyrządów sygnałowych stosowane są przewody drutowe pojedyncze lub podwójne.

Jeżeli do nastawiania semaforów użyte są przewody drutowe pojedyncze, to ramię semaforu jest podtrzymywane w położeniu zasadniczym t. j. na „stój“ zapomocą odciążka *b* (rys. 625). Aby dać sygnał na jazdę, trzeba podnieść odciążek, naciągając przewód. W razie pęknięcia drutu, odciążek nastawia ramię semaforu samoczynnie na „stój“. Zmiany w długości przewodu pojedynczego wskutek temperatury wyrównywa się zwykle zapomocą gwintowanych nasuwek. Jeżeli przewód jest bardzo długi, to stosuje się przyrządy wyrównawcze, z których jeden, w postaci drążka nierównoramiennego z odciążkiem, uwidoczniło na rys. 626. Długości ramion tego drążka winny pozostawać w stosunku prostym do długości przewodu, licząc w obie strony od przyrządu wyrównawczego.

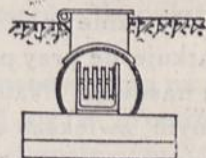
Opisane urządzenia posiadają jednakże tę wadę, że ktokolwiek z przechodzących może nastawić semafor na jazdę w zamiarze występny, naciągając drut lub podnosząc odciążek. Również, jeżeli opór ramienia semaforu przypadkowo się zwiększy (naprz. jeżeli ono obmarznie lodem), to odciążek może



Rys. 623.

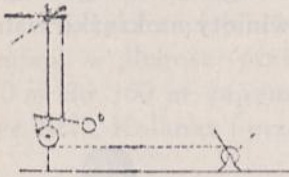


Rys. 622

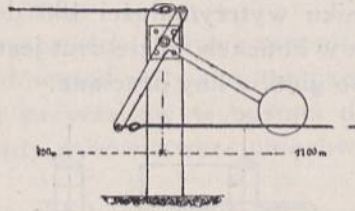


Rys. 624.

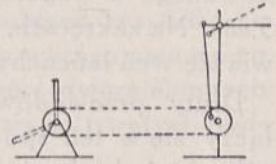
nie doprowadzić ramienia do położenia na „stój”, gdy drut będzie zwolniony. Z tych powodów przewody dwutorowe pojedyncze, stosowane dotychczas do nastawiania sygnałów na drogach żelaznych angielskich i francuskich, nie



Rys. 625.



Rys. 626.



Rys. 627.

są już w użyciu w urządzeniach nastawczych na drogach żelaznych polskich i wielu innych, gdzie je zastąpiono przewodami drutowymi podwójnymi. Przewody drutowe podwójne do przyrządów sygnałowych różnią się od takichże przewodów do zwrotnic jedynie tylko mniejszą grubością drutu, która wynosi 4 mm.

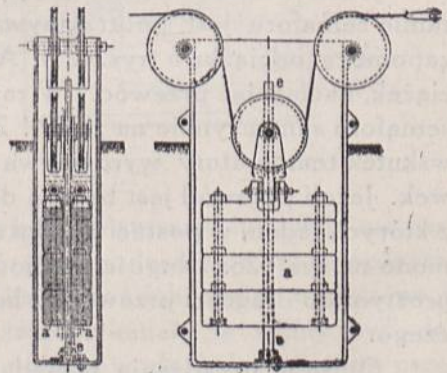
Przewód drutowy podwójny działa na podobieństwo liny bez końca (rys. 627), naciągniętej pomiędzy kręgiem nastawczym w nastawnicy, a kręgiem napędnym, umieszczonym bezpośrednio przy nastawianej zwrotnicy, semaforze lub innym przyrządzie.

W stanie spoczynku naprężenie w obu drutach przewodu jest jednakowe i miarkuje się przy początkowym ustawianiu przyrządów zapomocą gwintowanych nasuwek. Natomiast przy przestawianiu drąga naprężenie w drucie ciągnionym zwiększa się w zależności od oporów, które winien przewyciężyć, drut zaś zwalniany odpręża się.

Jeżeli długość przewodu jest niewielka (200 do 400 m), to wahania w naprężeniu obu drutów wskutek zmian temperatury oraz różnice w ich napięciu pod działaniem drąga nie wywołują różnic w wielkości przesuwu drutu i nastawianego przyrządu, które mogłyby się okazać szkodliwymi. Z tego względu na niektórych drogach żelaznych bądź niestosują wogóle żadnych przyrządów w celu samoczynnego wyrównania różnic w naprężeniu drutów wskutek wahań temperatury, dając im duże naprężenie początkowe, bądź stosują te przyrządy tylko w przewodach znaczniejszej długości.

Jednakże w długich przewodach przy podniesieniu temperatury drut zwisa znacznie, wskutek czego część ruchu drąga nastawczego traci się na naciągnięcie drutu. Wyrównywanie zaś różnic w długości i napięciu drutów zapomocą gwintowanych nasuwek jest uciążliwe i niepewne. Aby zapobiedz tym niedogodnościom i dać drutom stałe naprężenie, stosuje się przyrządy wyrównawcze.

Przyrządy te składają się z ciężarów swobodnie wiszących (rys. 628), lub



Rys. 628. Przyrząd wyrównawczy do przewodu drutowego podwójnego.

umieszczonych na drągach (rys. 610), które naciągają druty, przerzucone przez krążki. Aby ciężary zmieniały położenie tylko pod działaniem temperatury, nie zaś przy przekładaniu drąga nastawczego, stosują się zaciski, działające przy przekładaniu tego drąga pod wpływem różnicy naprężenia w obu drutach przewodu. Dwa ciężary, zawieszono po jednym na każdym drucie, obejmują pręt zazębiony i są połączone ze sobą przegubem. Przy zmianie długości drutu wskutek zmiany temperatury oba ciężary podnoszą się lub opuszczają jednocześnie na tę samą wysokość. Gdy zaś przy przekładaniu drąga nastawczego naprężenie stanie się w obu drutach niejednakowe, to ciężary przesuwają się nieco względem siebie i, wskutek zmniejszenia odległości pomiędzy niemi, zaciskają pręt zazębiony. Od tej chwili ciężary zachowują stałe położenie i przewód pracuje, jak bez przyrządu wyrównawczego, dopóty, dopóki drąg nastawczy nie będzie przełożony i zarazem dopóki naprężenie obu drutów nie stanie się znów jednakowe. To samo zjawisko będzie miało miejsce przy rozpruciu zwrotnicy. Zamiast dwóch ciężarów stosuje się w niektórych typach przyrządów jeden ciężar, zawieszony pośrodku przegubu zaciskowego.

Prócz wyrównywania różnic w długości drutu wskutek zmian temperatury, przyrządy wyrównawcze mają na celu zapobieganie niebezpiecznym skutkom pęknięcia drutu w przewodzie, doprowadzając w tym wypadku iglice zwrotnicy do jednego z położen krańcowych, ramię zaś semaforu do położenia „stój“.

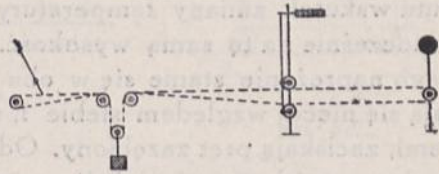
Osiąga się to pod działaniem ciężaru przyrządu wyrównawczego na drut, który pozostał całym, przyczem drut ten winien odwinąć się w przewodzie zwrotnicowym conajmniej na 600 mm, w przewodzie zaś sygnałowym conajmniej na 1600 mm. Różnica w długości drutu wskutek wahań temperatury, które w naszym klimacie można przyjąć na 60°, wyniesie około 600 mm. Te warunki określają wysokość spadu, jaki winny posiadać ciężary przyrządów wyrównawczych.

Jednakże w przewodzie zwrotnicowym działanie przyrządu wyrównawczego przy pęknięciu drutu mogłoby, przeciwnie, stać się przyczyną częściowego przestawienia zwrotnicy. Aby tego uniknąć, stosowane są przy końcowym kręgu napędnym, umieszczonym przy zwrotnicy, osobne zastawki. Te zastawki (patrz niżej str. 599) urządzone są w ten sposób, że, w razie pęknięcia drutu w jednym z położen krańcowych zwrotnicy, nie pozwalają na jej przestawienie, w razie zaś pęknięcia drutu przy przestawianiu zwrotnicy nie przeszkadzają doprowadzeniu jej do jednego z położen krańcowych.

Przyrządy wyrównawcze są umieszczane bądź w samej nastawni, w dolnem piętze pod nastawnicą (rys. 610), bądź nazewnątrz. Przyrządy wyrównawcze w nastawni, systemu dźwigniowego, stosowane są zwykle obowiązkowo we wszystkich przewodach. Takie umieszczenie przyrządu zapewnia najlepsze działanie przyrządów przy drągach nastawczych w razie pęknięcia drutu. Przyrządy zewnętrzne jednego z opisanych typów stosowane są w nastawniach, urządzonych w poziomie, lub dodatkowo, przy większej długości przewodów, której różnic nie mogą wyrównać przyrządy w nastawniach.

Jeden podwójny przewód drutowy może służyć do nastawiania więcej, niż

jednego przyrządu. W przewód do tarczy ostrzegawczej włącza się zwykle jej semafor, jeżeli nastawianie go zapomocą osobnego drąga nie będzie w poszczególnych przypadkach uznane za odpowiedniejsze. W przewody do przyrządów sygnałowych, z zastosowaniem drutu grubości 5 mm, wstawiane są często również zasuwy do zwrotnic. W tych przypadkach przewód, poruszany jednym drągiem, tworzy zwykle jeden obwód zamknięty, aby naprężenie drutów w spoczynku było jednakowe. Dla zapewnienia zaś należytego działania w nastawnicy przyrządów na wypadek pęknięcia drutu, przyrząd wyrównawczy umieszcza się pomiędzy nastawnią, a najbliższym przyrządem nastawianym (rys. 629).



Rys. 529

ROZDZIAŁ VII

Zasuwy, zamki i przyrządy napędne przy zwrotnicach.

1. Zabezpieczenie położenia zwrotnic. Zasuwy pojedyncze proste i krążkowe Zasuwy podwójne. Zasuwy krążkowe krańcowe i pośrednie.

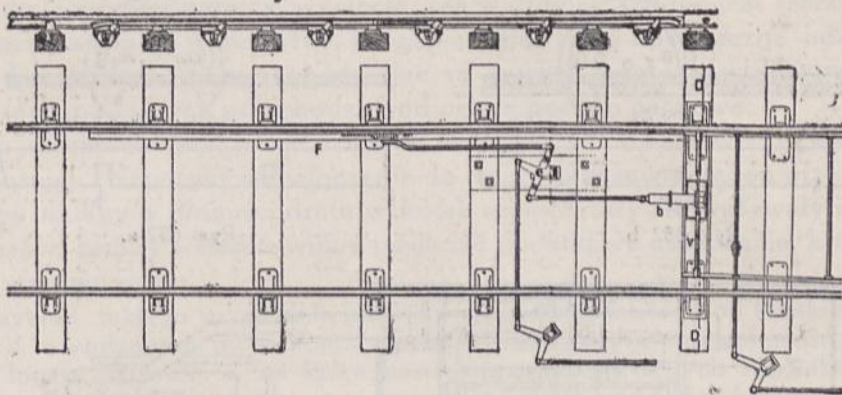
Pewność, że zwrotnica jest dobrze nastawiona, to jest, że w niej jedna z iglic szczerze przylega do opornicy, osiąga się w przyrządach nastawczych przy pomocy zasuwy, poruszanej niezależnie od nastawiania zwrotnicy, lub przy pomocy zamka, działającego jednocześnie z nastawianiem zwrotnicy, z zastosowaniem do obu czynności, t. j. nastawiania i zamykania, tegoż przewodu.

Po tem określeniu oczywiście jest, że zamek może dać tę pewność tylko pod tym warunkiem, że jego przewód nie ulegnie przerwaniu, a przynajmniej, że przerwanie przewodu stanie się natychmiast widoczne i da możliwość niezwłocznego zapobieżenia niebezpieczeństwu, jakie mogłoby stąd wyniknąć.

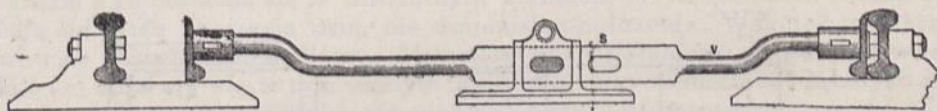
Jednakże, jak już zaznaczono, wypadki przerwania przewodu zdarzają się nie tylko przy przewodach drutowych, lecz i rurowych. Przyrządy, sygnalizujące przerwanie przewodu drutowego, nie działają niezawodnie, przerwanie zaś przewodu rurowego nie zawsze daje się zauważyć. Z tych względów na pierwszorzędnym drogach żelaznych przy zwrotnicach, których dobre nastawienie jest szczególnie ważne dla bezpieczeństwa ruchu, a mianowicie przy zwrotnicach, po których pociągi przebiegają pod ostrze, prócz zamków, stosowane są jednocześnie *zasuwy*. Przy niewielkim ruchu, w urządzeniach prostszych, zasuwy są stosowane do zwrotnic, nastawianych ręcznie, i dają możliwość uzależnić tańszym kosztem nastawianie z nastawni sygnałów od właściwego położenia zwrotnic.

Prócz w zwrotnicach, zasuwy są stosowane również do zabezpieczenia właściwego położenia zapór torowych, obrotnic, przesuwnic, mostów zwodzonych i t. p.

Rys. 630 *a* i *b* wyobraża zasuwę zwrotnicową prostą typu, stosowanego na drogach żelaznych angielskich przy przewodach sztywnych.

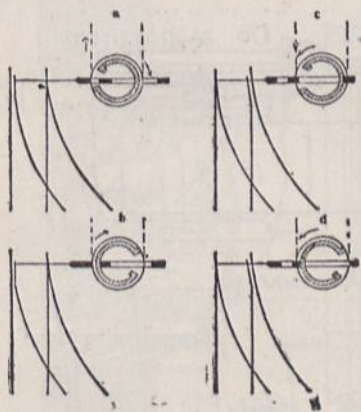


Rys. 630 a. Zasuwa zwrotnicowa typu angielskiego w połączeniu z pedałem szynowym.



Rys. 630 b. Przekrój DD.

Przy przewodach drutowych stosuje się zasuwy krążkowe (rys. 631). Krążek takiej zasuwy posiada wyskok kolisty, który może wchodzić w wycięcia w sztabie, połączonej z iglicami. W położeniu zasuwy, pokazanem na rys. 631

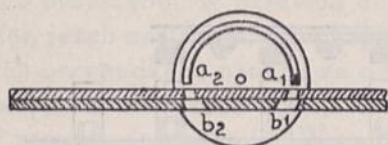


Rys. 631. Zasuwa krążkowa pojedyncza.

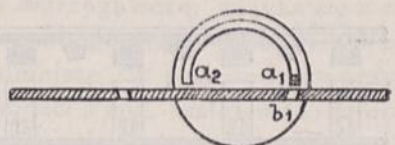
a i c, nie przeszkadza ona przestawieniu zwrotnicy, natomiast po obroceniu według rys. 631 b zamyka ona zwrotnicę, nastawioną na prostą, po obroceniu zaś w odwrotnym kierunku według rys. 631 a zamyka zwrotnicę, nastawioną na odgałęzienie. Aby mieć pewność, że zwrotnica nie będzie zamknięta w niewłaściwym położeniu, po obu końcach wyskoku zasuwy winny być urządzone występy boczne, ku zewnątrz i ku wewnątrz, takiej wielkości, któraby dawała tę pewność nawet przy pewnej niedokładności uregulowania sztaby.

W zasuwach o wyskoku półkolistym, położonym, gdy zwrotnica jest zamknięta, z jednej strony sztaby zasurowej (rys. 632 a), wyskok ten może być gładki i z tego względu zasuwy te, jako bezpieczniejsze, są przeważnie stosowane obecnie, chociaż dla osiągnięcia odpowiedniego przesuwu przewodu (około 500 m) muszą one mieć większą średnicę.

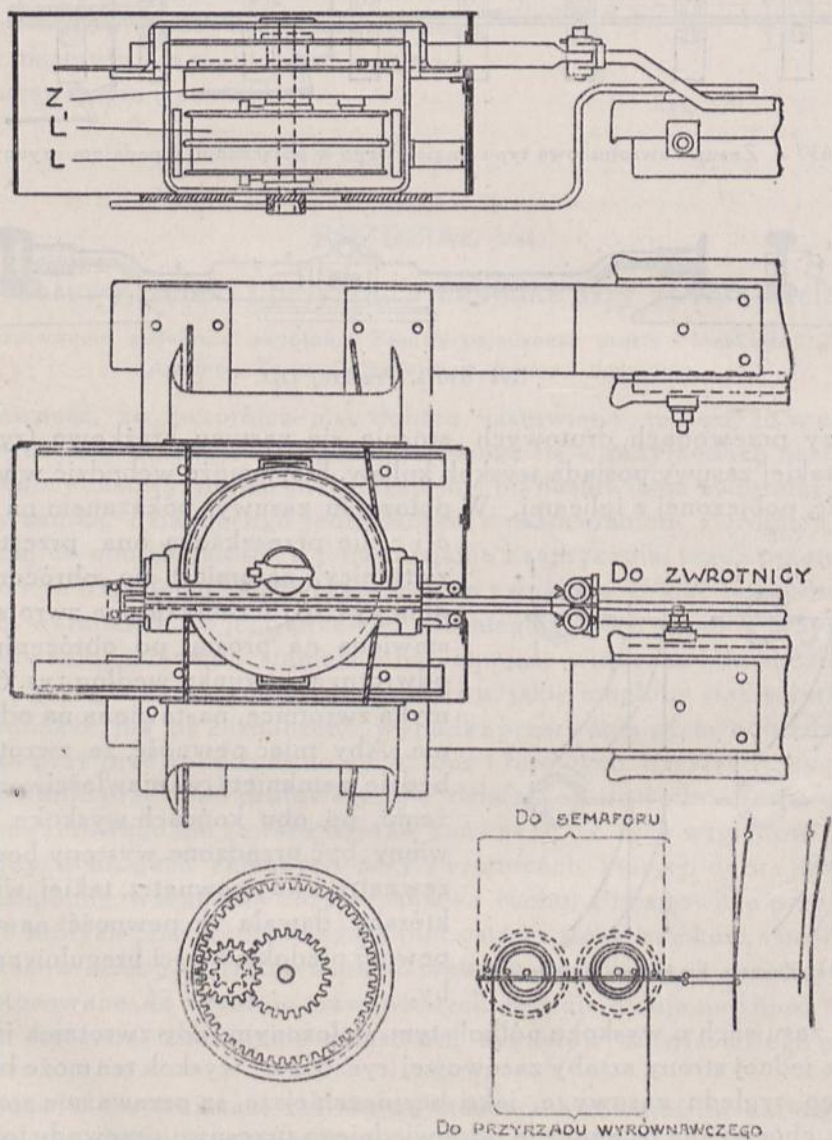
Jeżeli zwrotnica jest nastawiana nie ręcznie, lecz z nastawni za pomocą zamka, to, jak zobaczymy niżej, iglice zwykle nie są połączone sztywno ze so-



Rys. 632 b.



Rys. 632 a.



Rys. 633. Podwójna zasawa zwrotnicowa pośrednia.

bą. W tym przypadku przeprowadza się do zasawy dwie sztaby, po jednej od każdej iglicy zosobna (rys. 632 b). Te, tak zwane zasawy podwójne są tak urzą-

dzzone, że wyskok krążka wchodzi szczelnie w wycięcie sztaby od tej iglicy, która ma przylegać do opornicy, wycięcie zaś w drugiej sztabie jest szersze i wyskok krążka wchodzi w nie luźno, zabezpieczając tylko dostateczne odsunięcie iglicy od opornicy. Zasuwy podwójne są zwykle wymagane tylko przy tych zwrotnicach, po których przechodzą pod ostrze pociągi osobowe.

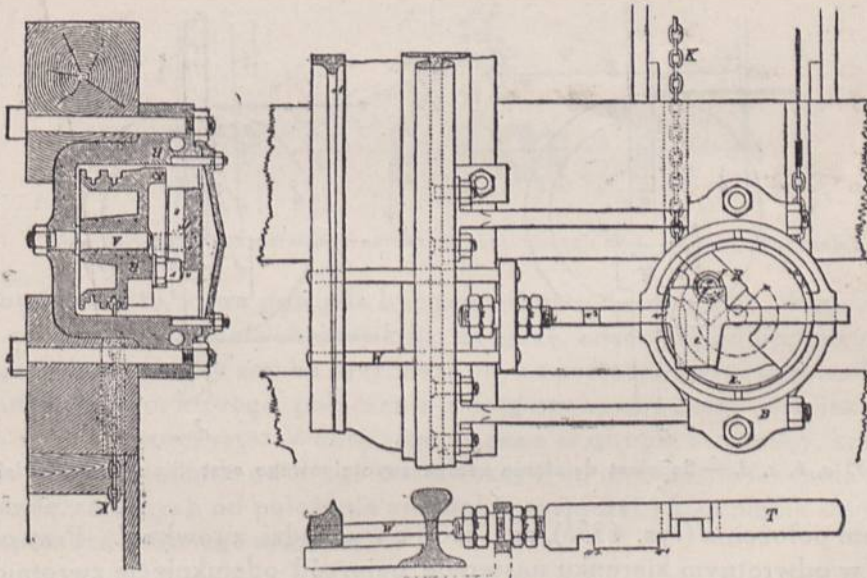
Jak już zaznaczono, jeden przewód może służyć do nastawiania więcej, niż jednej zasuw. Napotyka się włączenie do czterech zasuw w jeden przewód.

Aby zmiany w długości drutu wskutek temperatury nie wpływały na położenie zasów, *zasuwy pośrednie* winny posiadać dodatkowe urządzenie, któreby te zmiany wyrównywało.

Przykład takiego urządzenia pokazany jest na rys. 633. Pod krążkiem zasuwowym d , nasadzonym nieruchomo na osi r , pomieszczone są swobodnie na tejże osi dwa krążki linowe b , c , na które nawinięte są w odwrotnych kierunkach linki przewodu. Krążki b i c zaopatrzone są w wieńce zębate, pomiędzy którymi ustawione są zębate kółka d_1 , d_2 . Te kółka obracają się na osi, która stanowi czop korby, nasadzonej nieruchomo na osi r . Przy zmianie długości drutów wskutek temperatury, krążki b i c obracają się w odwrotnym kierunku, przyczem kółka zębate d_1 , d_2 obracają się wraz ze swoją osią, nie zmieniając położenia. Wskutek tego krążek zasuwowy a pozostaje nieruchomy. Natomiast pod działaniem drąga nastawczego krążki b i c obracają się w tym samym kierunku, przyczem oś kół zębatach d_1 , d_2 obraca się około osi r , powodując również obrót kręgu zasuwowego.

2. Zamki zwrotnicowe. Zamek syst. Siemens'a i Halske'go. Zamki rozpruwalne. Zamek systemu fabryki Bruchsalskiej. Zamek hakowaty. Przesuw cięgła i iglicy. Zdolność wyrównawcza i czułość zamków rozpruwalnych. Przyrządy napędne. Zastawki na wypadek pęknięcia przewodu drutowego do zwrotnic. Latarnie.

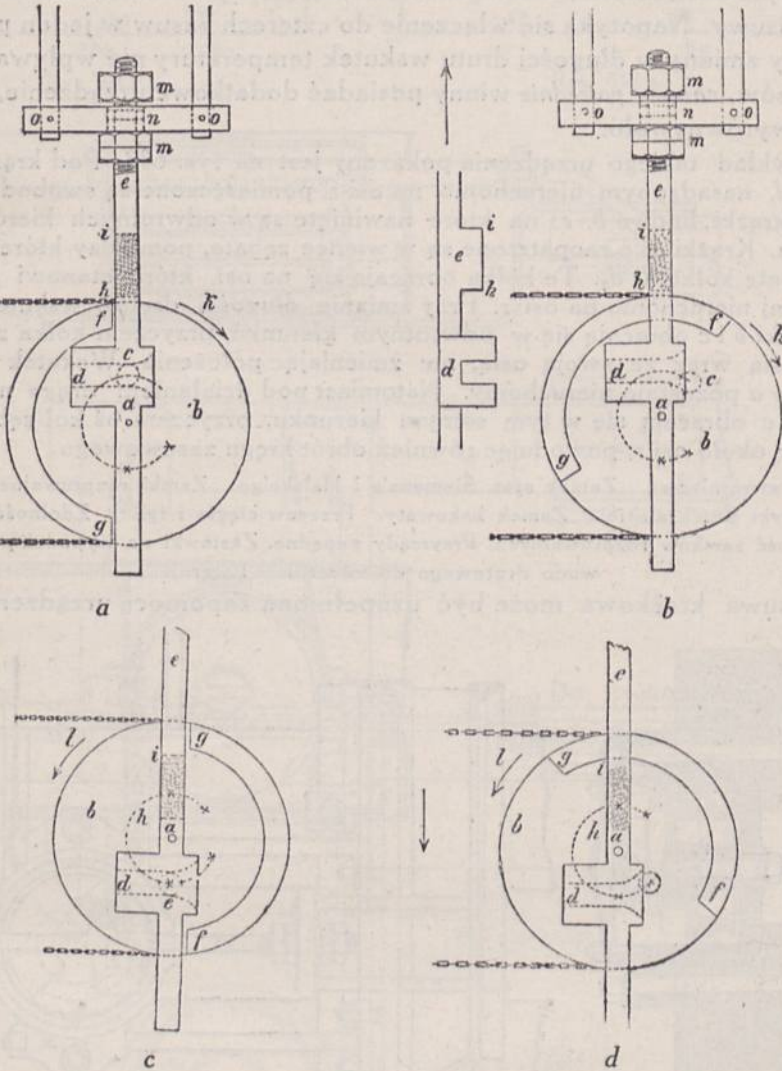
Zasuwa krążkowa może być uzupełniona zapomocą urządzenia, któreby



Rys. 634. Zamek zwrotnicowy syst. Siemens'a i Halske'go.

służyło również do przestawiania zwrotnicy, czyniąc z zasuw *zamek zwrotnicowy*. Tego rodzaju zamek systemu Siemens'a i Halske'go uwidoczony jest na rys. 634 i 635 *a*, *b*, *c*, *d*.

Na górnej powierzchni krążka *b* (rys. 635) znajduje się wyskok kolisty *f g* oraz czop *c*. Przy obrocie krążka o 180° czop *c* wchodzi w rowek *d*, wyrobiony w zgrubieniu cięgła *e*, połączonego z iglicami zwrotnicy. W ten sposób cięgła *e* przesuwa iglice o średnicę koła, które zatacza czop *c*. Po przestawieniu zwrotnicy (rys. 635 *a*), wyskok *f g* staje przed występnym *i h* cięgła *e* i zamyka zwrotnicę.



Rys. 635 *a, b, c, d*. — Schemat działania zamka zwrotnicowego syst. Siemens'a i Halske'go.

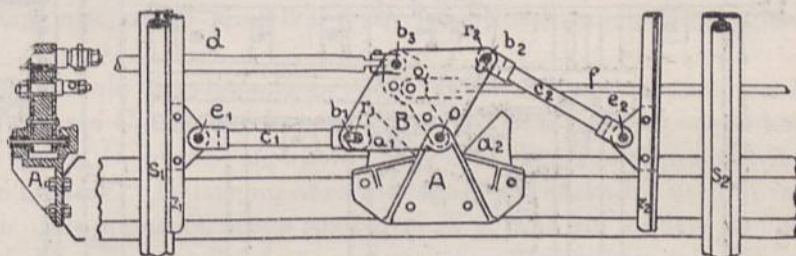
cę w tem położeniu (rys. 635 *b*), zaś czop *c* wychodzi z rowka *d*. Przy obrocie krążka w odwrotnym kierunku następuje najprzód odemknięcie zwrotnicy, następnie zaś przedstawienie jej do położenia, uwidocznionego na rys. 636 *c*, w którym zwrotnica zostaje zamknięta (rys. 635 *d*).

Zamykanie (również jak odmykanie) pochłania $\frac{1}{5}$ część obrotu krążka, a więc i drąga nastawczego. Wynika ztąd, że zamek jest bardzo czuły i przy

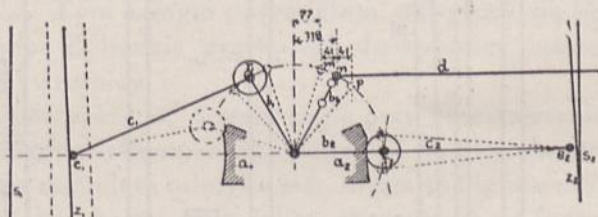
najmniejszej nie szczelności przylegania iglicy do opornicy drąg nie daje się przełożyć, gdyż nie dochodzi na $\frac{1}{5}$ część obrotu.

Zamek mieści się w pudle zamkniętym z żelaza lanego i przytwierdzony jest do podrozdziadnic z zewnętrznej strony zwrotnicy, jak to pokazano na rys. 634. Aby zamek nie połamał się w razie rozprucia zwrotnicy, cięgłiel e jest połączony ze strzemieniem W , które łapie iglicę zapomocą śrub $o o$, które się wtedy ścinają.

Ażeby rozprucie zwrotnicy nie mogło pozostać niezauważone na posterunku nastawczym i ażeby można było z tegoż posterunku przywrócić niezwłocznie prawidłowe połączenie drąga ze zwrotnicą, stosowane są zamki najrozmaitszego ustroju, przy których przesuwanie obu iglic zwrotnicowych odbywa się niejednocześnie. Tego rodzaju zamki *rozpruwalne* zamykają tylko jedną iglicę



Rys. 636. Zamek zwrotnicowy syst. fabryki Bruchsalskiej.



Rys. 637. Schemat działania zamka zwrotnicowego syst. fabryki Bruchsalskiej.

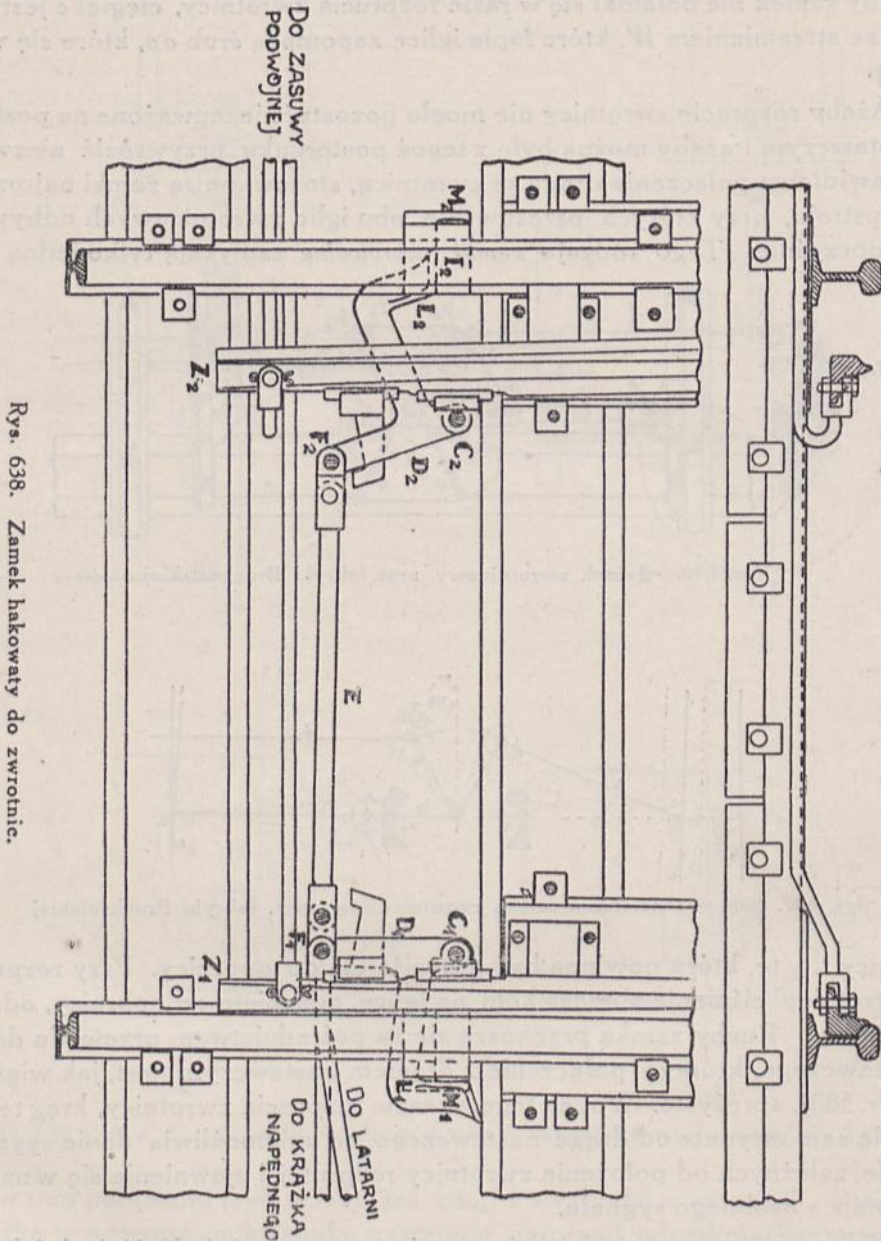
zwrotnicy t. j. tę, która powinna być przyciśnięta do opornicy. Przy rozpruwaniu zwrotnicy ciśnienie obrzeża koła na iglicę, odsuniętą od opornicy, odmyka drugą iglicę. Ruchy zamka przenoszą się za pośrednictwem przewodu do kręgu nastawczego, którego połączenie z drągiem nastawczym jest, jak wiadomo (por. str. 580), sprężyste. Wobec tego, w razie rozprucia zwrotnicy, krąg ten odłącza się samoczynnie od drąga nastawczego, co uniemożliwia danie sygnałów na jazdę, zależnych od położenia zwrotnicy rozprutej, i ujawnienia się w nastawni zapomocą osobnego sygnału.

W zamku Siemens'a i Halske'go, opisanym powyżej, dociśnięcie iglicy do opornicy osiąga się przez przyciągnięcie iglicy do zamka, umieszczonego z zewnątrz toru. Przy tej konstrukcji ścisłe przyleganie iglicy do opornicy zależy więc od trwałego zachowania należytej odległości zamka od opornicy.

Zamki rozpruwalne umieszczane są przeważnie wewnątrz toru i zabezpieczone

czają przyleganie iglicy do opornicy bądź dociskając iglicę do opornicy zapomocą rozpórki, bądź ściągając iglicę z opornicą zapomocą spony.

Do pierwszego z tych rodzajów zamków należy *zamek syst. fabryki Bruchsal-skiej*, pokazany na rys. 636 i 637, który jest w użyciu na wielu drogach żelaznych



Rys. 638. Zamek hakowaty do zwrotnic.

w Niemczech. Zamek ten jest umieszczony pomiędzy iglicami na podstawie A przymocowanej do poprzecznicy. Około osi o , osadzonej w podstawie A , obraca się drążek trójramienny B kształtu romboidalnego. W końcach dwóch ramion b_1 i b_2 tego drążka przyczepione są przygubowo rozpórki c_1 i c_2 , połączone

z iglicami, w końcu zaś b_3 trzeciego ramienia ciężiel d od przewodu. W przegubach b_1 i b_2 rozpórek c_1 i c_2 nasadzone są krążki r_1 i r_2 , któremi te rozpórki opierają się o wklęsłe powierzchnie występów a_1 i a_2 podstawy A . Zasunięcie jednej z rozpórek za występ podstawy zamyka i glicę, na którą działa rozpórka.

Dla zapewnienia należytego działania tego zamka niezbędne jest, aby jednakowa szerokość toru była stale utrzymywana i nie ulegała zmianie.

Rys. 638 przedstawia *zamek hakowaty*, w którym przy zamknięciu zwrotnicy osiąga się bezpośrednie połączenie iglicy z opornicą zapomocą spony. Jest to jeden z najlepszych zamków tego rodzaju, który stosuje się na polskich drogach żelaznych w nowych urządzeniach nastawczych. Do łapek, chwytających stopy iglic zwrotnicowych, przymocowane są przegubowo zapomocą sworzni C_1 i C_2 hakowate spony D_1 i D_2 . Spony te dociskają naprzemian jedną lub drugą iglicę do opornicy, obejmując siodełka $J_1 M_1$ lub $J_2 M_2$, mocno przytwierdzone do opornicy.

Powierzchnia przylegania L_1 spony do siodełka zatoczona jest kolisto ze środka sworzni C_1 . Wskutek tego, gdy ciężiel G poruszy się w kierunku na prawo, to spona D_1 obróci się około śruby C_1 i, ślizgając się po powierzchni L_1 , odemknie iglicę Z_1 . Dalszemu obrotowi spony przeszkadza ustrój przegubu C_1 . Przez ten czas spona D_2 iglicy rozwartej Z_2 ślizgać się będzie po powierzchni siodełka $J_2 M_2$, prostopadłej do opornicy, a po odemknięciu iglicy Z_1 obie iglice przesuwać się będą jednocześnie w kierunku ruchu ciężła. Kiedy iglica Z_2 dojdzie już do opornicy, to łapa L_2 spony D_2 dojdzie również do końca siodełka $J_2 M_2$ i przy dalszym ruchu ciężła zacznie obejmować to siodełko, obracając się około sworzni C_2 . Tym samym porządkiem odbywać się będzie odmykanie iglicy Z_1 , jeżeli iglicę Z_2 będzie przysuwać do opornicy ciśnienie obrzeża koła przy rozpruwaniu zwrotnicy.

Jak widać z powyższego, *przesuw ciężła* przy przestawianiu zwrotnicy, opatrzonej zamkiem rozpruwalnym, można podzielić na trzy okresy. W ciągu pierwszego okresu iglica zasunięta odmyka się, druga zaś iglica zbliża się do opornicy. W ciągu drugiego okresu obie iglice przesuują się jednocześnie. Wreszcie w ciągu ostatniego okresu jedna iglica odsuwa się ostatecznie od opornicy, druga zaś zamyka się w położeniu dosuniętem do opornicy.

Stopniowe przesuwanie iglic, po części każdej z osobna, sprawia, że przestawianie zwrotnic rozpruwalnych wymaga mniejszego i bardziej równomiernego wysiłku, niż innych zwrotnic.

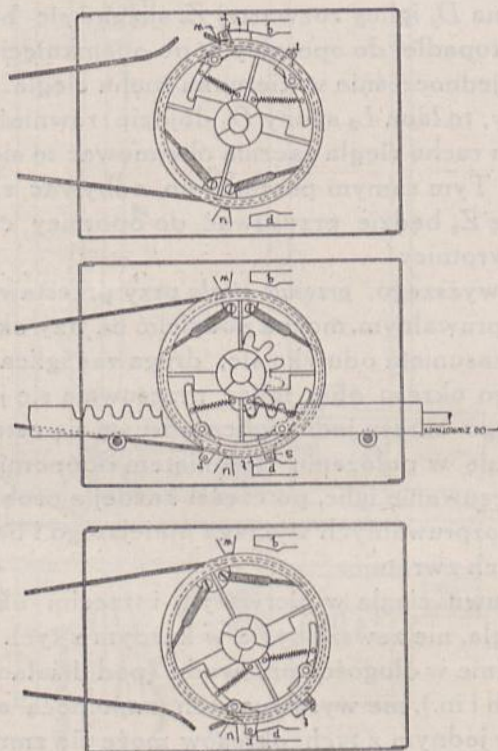
Długość przesuwu ciężła w pierwszym i trzecim okresie, nazywana ruchem traconym ciężła, nie zawsze bywa w każdym z tych okresów jednakowa. W zależności od różnic w długości przewodu (pod działaniem temperatury, luzów konstrukcyjnych i in.), nie wyrównanych zapomocą specjalnych urządzeń, długość przesuwu w jednym z tych okresów może się zmniejszać do zera, podczas, gdy w drugim będzie się ona zwiększać do całkowitej długości ruchu traconego. Średnia zaś długość przesuwu ciężła w każdym z tych okresów stanowi o *zdolności wyrównawczej zamka*, która jest niezbędna do zapewnienia dobrego zamknięcia iglicy.

Długość przesuwu w drugim okresie jego ruchu jest stała i określa naj-

mniejszy przesuw ostrza iglicy, którego wielkość przyjmuje się zwykle na 150 do 140 mm. Zdolność zaś wyrównawcza zamka przyjmuje się na 80 do 70 mm. Wynika stąd, że przesuw cięgła zwrotnicy wynosi conajmniej $140 + 70 = 210$ mm.

Na schemacie zamka fabryki Bruchsalskiej (rys. 637) linią pełną pokazany jest krążek rozpórki r_2 w położeniu pośrednim, liniami zaś kreskowanymi odchylenia od tego położenia w granicach dobrego zamknięcia iglicy. Jak widać ze schematu, przesuw cięgła tego zamka wynosi $118 \times 2 = 236$ mm, przesuw iglicy waha się w granicach od $(118 - 41) 2 = 154$ mm do $118 \times 2 = 236$ mm, zdolność zaś wyrównawcza zamka wynosi $41 \times 2 = 82$ mm.

Największa różnica w długości przewodu pod wpływem temperatury może osiągnąć w naszym klimacie około $0,000118 \times 70^{\circ} = 0,0008$ t. j. 0,8 mm na metr bieżący. Jeżeli więc zdolność wyrównawcza zamka wynosi 82 mm i zamek będzie ustawiony tak, że przy średniej temperaturze będzie się znajdował w średnim położeniu, to przy temperaturze najwyższej lub najniższej nie będzie on wcale zamykać, jeżeli długość przewodu sztywnego będzie większa niż $\frac{82}{0,8} = 102,5$ m.



Rys. 639. Krążek napędny do zwrotnicy z zastawką na wypadek pęknięcia drutu.

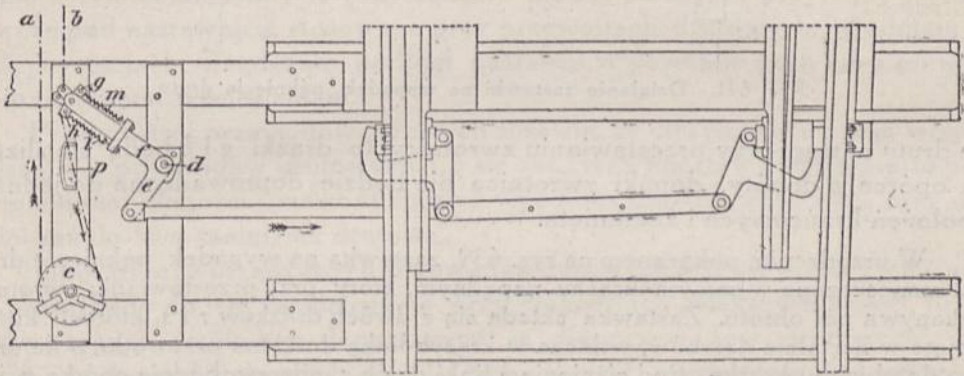
Z tego obliczenia wypada, że przy przewodach sztywnych zamki mogą służyć jako przyrządy wyrównawcze, lecz tylko w tym przypadku, jeżeli długość przewodu jest niewielka, lub jeżeli są one tylko uzupełnieniem innych przyrządów wyrównawczych.

Przy sprawdzaniu działania przyrządów nastawczych wymagana jest zwykle taka czułość zamka, aby wstawienie pomiędzy iglicę a opornicę blaszki grubości 4 mm czyniło niemożliwym całkowite przełożenie drąga nastawczego.

Jeżeli przewód sztywny jest doprowadzony do zwrotnicy w kierunku prostopadłym do osi toru zasadniczego, to przewód ten może być bezpośrednio połączony z ciągiem, stanowiąc jego przedłużenie. W innych przypadkach przewód działa na ciągł zapomocą osobnego przyrządu napędnego, którego położenie względem zwrotnicy winno być niezmiennie.

Przy przewodzie sztywnym, doprowadzonym do zwrotnicy równoległe do toru zasadniczego, przyrząd napędny składa się z drążka kolankowego, osadzonego poziomo w podstawie, przytwierdzonej do podrozdzińnic.

Przy przewodach drutowych ciągł otrzymuje ruch bądź od końcowego krążka przewodu zapomocą korby lub zębicy (rys. 639), bądź też bezpośrednio od przewodu zapomocą drążka kolankowego (rys. 640).



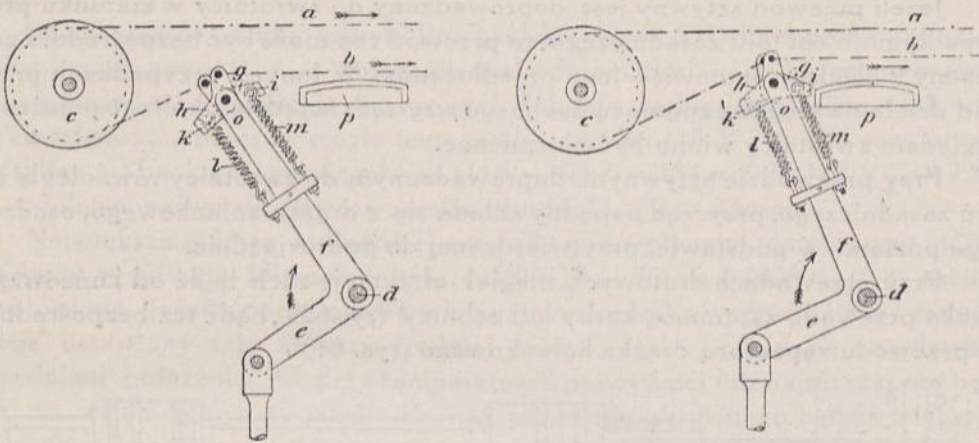
Rys. 640. Napęd do zwrotnicy od przewodu drutowego z zastawką na wypadek pęknięcia drutu.

Pęknięcie przewodu drutowego może się okazać niebezpiecznym nawet w razie, gdyby ono nastąpiło przed odemknięciem zwrotnicy, która ma być przestawiona, lub nawet, gdy zwrotnica znajduje się w stanie spoczynku, gdyż drut, który pozostał całym, może wprawić w ruch zamek pod działaniem ciężarów przyrządu wyrównawczego i wskutek odprężenia się.

Zastawki na wypadek pęknięcia przewodu drutowego do zwrotnic, o których już niejednokrotnie wspomiano, winny być tak urządzone, aby w razie pęknięcia drutu w spoczynku lub przed rozpoczęciem przestawiania zwrotnicy, nie mogła ona być przestawiona lub nawet odemknięta. W razie zaś, gdyby pęknięcie drutu nastąpiło w czasie przestawiania zwrotnicy, winna ona być doprowadzona do jednego z położenia krańcowych, t j. do gotowości do jazdy w kierunku prostym lub zbocznym.

Jeden z takich przyrządów przedstawia rys. 640 i 641 a, b. Końce drutów a i b przytwierdzone są do drążka łamanego f, który działa na ciągł zwrotnicy za pośrednictwem małych drążków łamanych g i h, obracających się około wspólnej osi o. Jeżeli naprężenie drutu z obu stron drążka f jest jednakowe, to przy przestawianiu zwrotnicy drążki g i h mijają swobodnie opórkę p. Gdy nastąpi pęknięcie drutu a lub b w spoczynku lub przed rozpoczęciem przestawiania

nia zwrotnicy, to jeden z drążków g albo h , do którego drut ten jest przytwierdzony, przyjmuje pod działaniem sprężyny położenie, pokazane na rys. 641 b i, zaczepiając o opórkę p , nie pozwala przestawić zwrotnicy. Jeżeli zaś pęknię-



Rys 641. Działanie zastawki na wypadek pęknięcia drutu.

cie drutu nastąpi przy przestawianiu zwrotnicy, to drążki g i h będą się ślizgać po opórce p dopóty, dopóki zwrotnica nie będzie doprowadzona do jednego z położenia krańcowych i zamknięta.

W urządzeniu, pokazanem na rys. 639, zastawka na wypadek pęknięcia drutu jest umieszczona w samym krążku napędnym, który przy przestawianiu zwrotnicy wykonywa pół obrotu. Zastawka składa się z dwóch drążków r i s , których końce, zagięte w kształcie dziobów, wślacza w krążek linka druciana przewodu, o ile przylega do obwodu krążka. Pod ciśnieniem linki dziób r mija swobodnie opórkę p , jednakże po jej przejściu, wskutek odstawania linki, wysuwa się z krążka i, w razie pęknięcia drutu, uderza o opórkę p . Dalszy obrót krążka w tym samym kierunku, w razie pęknięcia drugiego drutu, ogranicza występ t krążka i opórka u . Położenie przedstawionej zwrotnicy zabezpiecza w razie pęknięcia drutu dziób s drugiego drążka i opórka q . To urządzenie ma tę zaletę, że sprężyny drążków r i s są w ciągłym działaniu, dają więc większą pewność, niż te, które działają tylko w razie pęknięcia drutu.

Latarnie przy zwrotnicach poruszane są osobnym ciągiem, połączonym z ciągiem przyrządu napędnego lub z zamkiem zwrotnicowym. W przyrządach ulepszonych obrót latarni rozpoczyna się przed odemknięciem zamka zwrotnicowego, kończy się zaś dopiero po zamknięciu zwrotnicy w położeniu przełożonym (por. str. 429).

3. Porównanie przewodów zwrotnicowych sztywnych z podwójnymi drutowymi.

Od czasu wynalazku inż. *Saxby*, który w r. 1856 zbudował w Anglii pierwsze przyrządy do uzależnionego nastawiania z odległości zwrotnic i sygnałów, stosowano do nastawiania zwrotnic, w ciągu blisko lat 30, wyłącznie przewody rurowe. Lecz i w późniejszym czasie, gdy zaczęto stosować do tego celu w Niemczech przewody drutowe podwójne, długo jeszcze na wielu drogach żelaznych uważano, wzorując się na przykładzie Anglii, że do nastawiania zwrotnic przewody sztywne są jedynie pewne pod względem bezpieczeństwa.

Stopniowe ulepszenia w ustroju przyrządów nastawczych sprawiły, że obecnie oba rodzaje przewodów mogą być uważane za jednakowo bezpieczne w zastosowaniu do zwrotnic. Jednakże, jak widzieliśmy, każdy z tych rodzajów przewodów ma swoje właściwości, które sprawiają, że zależnie od okoliczności miejscowych jednemu z nich oddawane jest pierwszeństwo, lub nawet oba rodzaje stosowane są jednocześnie ze sobą.

Przewody rurowe mają tę zaletę w porównaniu z podwójnymi drutowemi, że ustrój ich jest prostszy; nie wymagają one bowiem innych przyrządów wyrównawczych, prócz drążków prostych lub łamanych na zwrotach, ani też urządzeń zabezpieczających na wypadek pęknięcia drutu, które nie zawsze pewnie działają. Jeżeli długość przewodów do zwrotnic nie przewyższa 180 m do 100 m, jak to przyjęto w Anglii, to opór zwrotnicy przy jej przestawianiu stanowi tak znaczną część ogólnego oporu na drągu nastawczym, że przerwanie przewodu rurowego daje się natychmiast zauważyć, że więc niema potrzeby stosowania w tym celu osobnych przyrządów. Dodać należy, że przyrządy wyrównawcze pod nastawnicą, stosowane przy przewodach drutowych, utrudniają na małych stacjach urządzenie podłogi nastawni w poziomie szyn lub z niewielkim nad nimi wzniesieniem.

Prosty ustrój przewodów rurowych sprawia, że utrzymanie ich jest wogóle tańsze, niż przewodów drutowych. Co się zaś tyczy kosztów urządzenia, to przy wymienionej długości przewody rurowe wypadają niewiele co drożej, przy długości zaś do 50 m taniej, niż drutowe.

Opór dobrze urządzonych przewodów rurowych jest niewielki i nie stanowi przeszkody do ich zastosowania przy długościach większych nawet, niż te, które z innych względów dopuszczane są dla przewodów drutowych. Tak naprz. na drogach żelaznych niemieckich długość przewodów drutowych do zwrotnic dochodzi w istniejących urządzeniach do 500 m, rurowych zaś do 600 m.

Na większy koszt urządzenia przewodów rurowych, niż drutowych, wpływa nie tylko większa wartość materiałów, lecz i robocizny. Przewody rurowe wymagają starannego wyregulowania na zwrotach i na podporach, które są gęściej rozstawione, niż w przewodach drutowych, i nie dadzą się przeprowadzić w łuku bez zwrotów, tak jak one. Wynika stąd, że przełożenie przewodów rurowych wymaga dłuższego czasu i jest kosztowniejsze, niż przełożenie przewodów drutowych. Daje się to odczuwać zwłaszcza na tych stacjach, na których ruch szybko wzrasta i często wymaga zwiększenia ilości torów i zwrotnic oraz zmian w ich układzie. Drogi żelazne dawno istniejące, na których ruch się ustalił, są pod tym względem w innych warunkach, niż pobudowane niedawno i znajdujące się w okresie szybkiego rozwoju.

Te okoliczności i rozwój urządzeń nastawczych w różnych krajach, oparty na odmiennych wzorach, sprawiły, że na drogach żelaznych angielskich, francuskich, szwajcarskich, włoskich i in. znalazły zastosowanie do zwrotnic przewody sztywne, na drogach zaś niemieckich (z wyjątkiem badeńskich i niektórych sąsiednich), oraz na austriackich, prawie wyłącznie drutowe. Na drogach żelaznych rosyjskich stosowane były oba rodzaje przewodów, jednakże urzą-

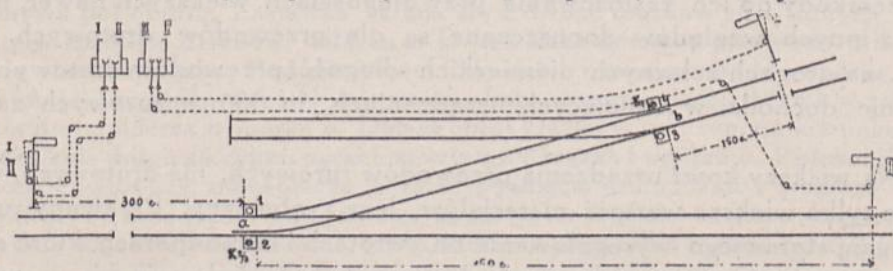
dzenia nastawcze zaprowadzono na niewielu stosunkowo stacjach. Wynikło stąd, że na polskich drogach żelaznych stosowane są przy nowych zamówieniach przewody do zwrotnic drutowe, jako tańsze i znajdujące się prawie we wszystkich istniejących urządzeniach, przewody zaś sztywne rzadko się tylko napotykają.

4. Uzależnione zasuw ręczne.

Jak już wspomniano, uzależnienie zwrotnic i sygnałów może być osiągnięte w najprostszych urządzeniach bez zastosowania przewodów do ich nastawiania, zapomocą kłódek lub zasuw, zamykanych na klucze ręczne.

Takie zasuw, z których każda ma swój klucz osobny, są urządzone w ten sposób, że klucz może być wyjęty z zamka tylko wtedy, gdy zwrotnica jest zamknięta. Klucz wyjęty z zamka, albo drugi klucz stale z nim związany, służy do otwarcia drugiej zwrotnicy lub semaforu. Jeżeli ma się kilka zwrotnic i sygnałów, zamykanych na takie zasuw, to zależność pomiędzy kluczami od tych zasuw może być osiągnięta w podobny sposób, jak pomiędzy drągami nastawczymi, zapomocą skrzynki zależności z otworami, w które wstawia się jedne klucze i uwalnia inne. Oczywiście, że przenoszenie kluczy przez zwrotniczych od zwrotnic do skrzynki i od skrzynki do sygnałów, zastępujące w tym przypadku przewody mechaniczne, wymaga dość znacznego czasu. Dlatego też urządzenia takie można stosować tylko wtedy, gdy wymienione czynności powtarzają się w dość długich odstępach czasu.

Na rys. 642 pokazano zabezpieczenie miejsca, w którym bocznicą odgałęzia się od linii głównej, zapomocą zasuw „Simplex“, stosowanych na drodze



Rys. 642. Uzależnienie zwrotnic i semaforów zapomocą zamków ręcznych.

żelaznej Warszawsko-Wiedeńskiej. Odgałęzienie jest zabezpieczone trzema semaforami (z których jeden dwuramienny), nastawianymi ze wspólnego posturunku zapomocą czterech drągów I, II, III i IV. Dawanie na tych semaforach sygnałów na jazdę uzależniono od położenia zwrotnic *a* i *b*, zamykanych w każdym z dwóch położeni na zasuw „Simplex“ 1, 2, 3 i 4. Klucze od zamków przy drągach sygnałowych i od zasuw przy iglicach zwrotnic są stale ze sobą połączone: klucz I/III z kluczem 1 i klucz II/IV z kluczem 4. Do zasuw 2 i 3 służy klucz wspólny 2/3. Do dania sygnału „wolna droga“ w kierunku linji głównej potrzeba:

1. zamknąć drągi sygnałowe II i IV i otworzyć iglicę 4 kluczem II/IV + 4;
2. zamknąć iglicę 3, prowadzącą na żeberko ochronne, i otworzyć iglicę 2 kluczem 2/3;

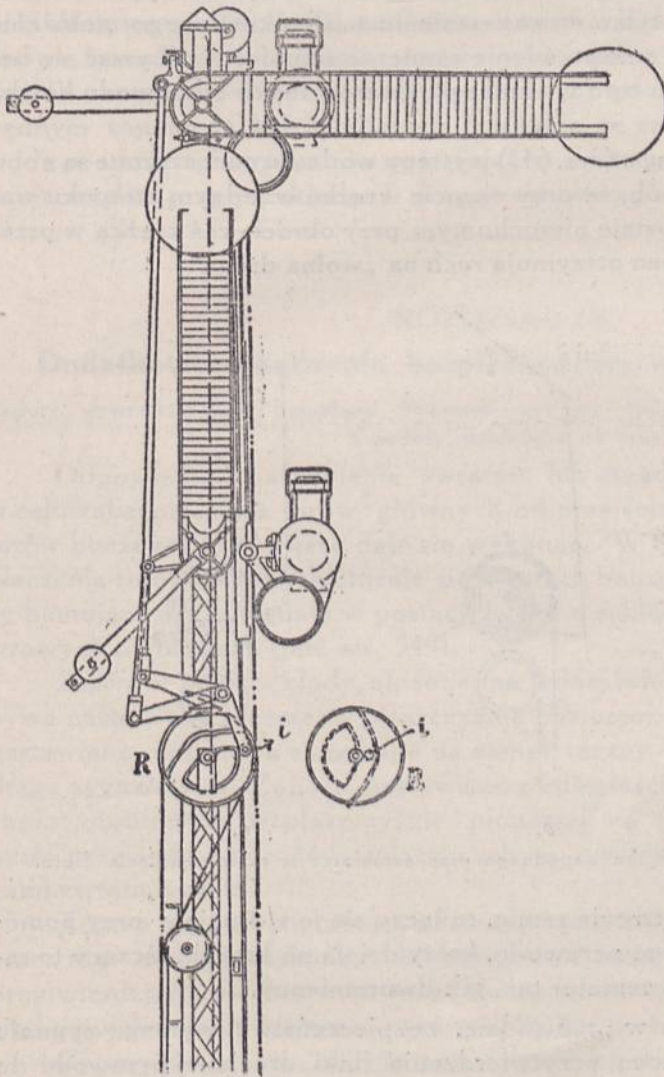
3. zamknąć iglicę / i otworzyć drąg sygnałowy I lub III kluczem I/III + /.

Do otwarczenia semaforu na bocznice, lub z niej na linię główną, należy wykonać te czynności w odwrotnym porządku.

ROZDZIAŁ VIII.

Przyrządy sygnałowe.

Materiał i wymiary semaforów i tarcz ostrzegawczych. Latarnie. Przyrządy napędne końcowe na semaforach i tarczach ostrzegawczych. Napęd semaforów o dwu i trzech ramionach. Zabezpieczenie na wypadek pęknięcia drutu. Urządzenia wyrównawcze w krążkach napędnych pośrednich.



Rys. 643. Semafor dwuramienny.

Semafor i tarcze ostrzegawcze wyrabia-
ne są obecnie prawie wyłącznie z żelaza ką-
towego i płaskiego, wysokie słupy sema-
forów o ściankach kratowych, rzadziej z
kształtowników, o ściankach pełnych.

Wysokość sema-
forów wjazdowych
wynosi zwykle do ra-
mienia nie mniej jak
8 m, wyjazdowych
zaś nie mniej, jak 6
m. Długość ramion od
punktu obrotu około
1,5 m. Wysokość
tarcz ostrzegawczych
wynosi 3,5 do 4,5 m
do środka tarczy,
średnica zaś tarczy o-
koło 1 m.

Latarnie umieszczono-
ne są w oprawie, któ-
ra może być opusz-
czana i podnoszona
pomiędzy prowadni-
kami (rys. 643) zapo-
mocą linki drucianej,
nawiniętej na bęben
z korbą. Oprawa
szkieł barwnych naj-

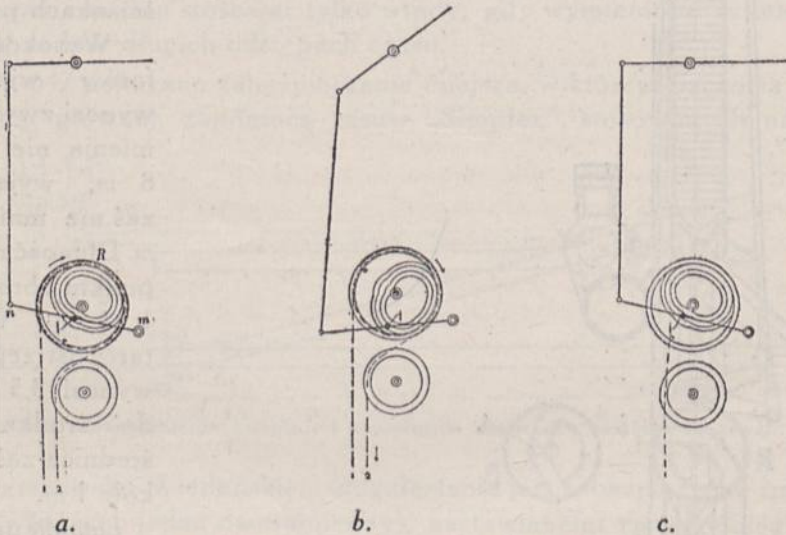
częściej nie jest przymocowana nieruchomo do ramion, lecz przesuwa się wraz

z latarniami. Stosują się urządzenia, które zabezpieczają, że przy opuszczaniu latarni górna latarnia jest zawsze zasłonięta szkłem czerwonym.

Przyrządy napędne na semaforach i tarczach ostrzegawczych przenoszą do ramion i tarcz zapomocą przewodów ruch drąga nastawczego. W tym celu linka przewodu nawinięta jest na krążek napędny *R*, którego oś jest przytwierdzona do słupa semaforu. Ten krążek posiada występy, które służą za tor wodzący dla wodzika *i*, umieszczonego na drążku jedno lub dwuramiennym, działającym zapomocą pręta na ramię semaforu.

Tor wodzący, kształtu mniej więcej owalnego, przechodzi na odcinkach zbliżonych do tejże osi i do jego obwodu, współśrodkowo względem osi krążka. Przy tym urządzeniu, przy obrocie krążka, wodzik nie będzie się poruszał na tych odcinkach, które służą tylko do zapewnienia ściśle określonego położenia ramion. Ruch zaś wodzika i przestawienie ramienia semaforu odbywać się będzie na odcinkach łączących toru wodzącego, skierowanych od obwodu krążka napędnego do jego osi.

W semaforze dwuramiennym (rys. 643) występy wodzące umieszczone są z obu stron krążka *R* w ten sposób, że przy obrocie krążka w jednym kierunku wodzik drugiego ramienia pozostaje nieruchomym, przy obrocie zaś krążka w przeciwnym kierunku oba ramiona otrzymują ruch na „wolna droga“.



Rys. 644 a, b, c. Działanie krążka napędnego przy semaforze w razie pęknięcia drutu.

Jeżeli semafor posiada trzecie ramię, to łączy się je z drugim przy pomocy osobnego drąga i osobnego przewodu, który działa na krążek, łączący te ramiona, poczem nastawia się semafor tak, jak dwuramienny.

W razie pęknięcia drutu w przewodzie, bezpieczeństwo wymaga sygnału „stój“. Osiąga się to zapomocą przytwierdzenia linki drucianej przewodu do krążka napędnego *R* (rys. 644) i okręcenia jej na krążku na dostatecznej długości. Jeżeli jeden drut pęknie, bądź w położeniu „stój“ (rys. 644 a), bądź w położeniu „wolna droga“ (rys. 644 b), to drugi drut cały, pod działaniem ciężaru

w przyrządzie wyrównawczym (por. str. 589), doprowadza ostatecznie to ramię do opórki przy krążku, odpowiadającej położeniu ramienia na „stój“ (rys 644 c).

Jeżeli przed semaforem jest ustawiona tarcza ostrzegawcza, to do jej nastawiania stosuje się zwykle przewód, idący do semaforu, odpowiednio przedłużony. Jeden przewód porusza więc *krążek napędny końcowy* przy tarczy ostrzegawczej, który nie różni się od opisanego, i *krążek napędny pośredni* przy semaforze. Aby uniknąć wpływu na działanie krążka pośredniego różnic w długości przewodu wskutek zmian temperatury i wskutek zwisania, niezbędne jest przy krążku osobne *urządzenie wyrównawcze*.

Zasada tego urządzenia jest zwykle ta sama, co urządzenia wyrównawczego przy pośrednich zasuwach zwrotnicowych (patrz str. 593). Mianowicie linki drutowe przewodu są nawinięte w odwrotnych kierunkach na dwa krążki linowe, nasadzone swobodnie na tejże osi, na którą nasadzony jest nieruchomo krążek napędny. Połączenie krążków linowych pomiędzy sobą i z krążkiem napędnym zapomocą kółek zębatach jest takie, że zmiany długości drutów przewodu w stanie spoczynku nie wpływają na ruch krążka napędnego, który ma miejsce tylko przy przekładaniu drąga nastawczego.

ROZDZIAŁ IX.

Dodatkowe urządzenia bezpieczeństwa w torach kolejowych.

Zapory, wywrotki i płozy hamujące. Przyciski szynowe. Odcinki izolowane. Pedaly szynowe i pedaly, działające na czas.

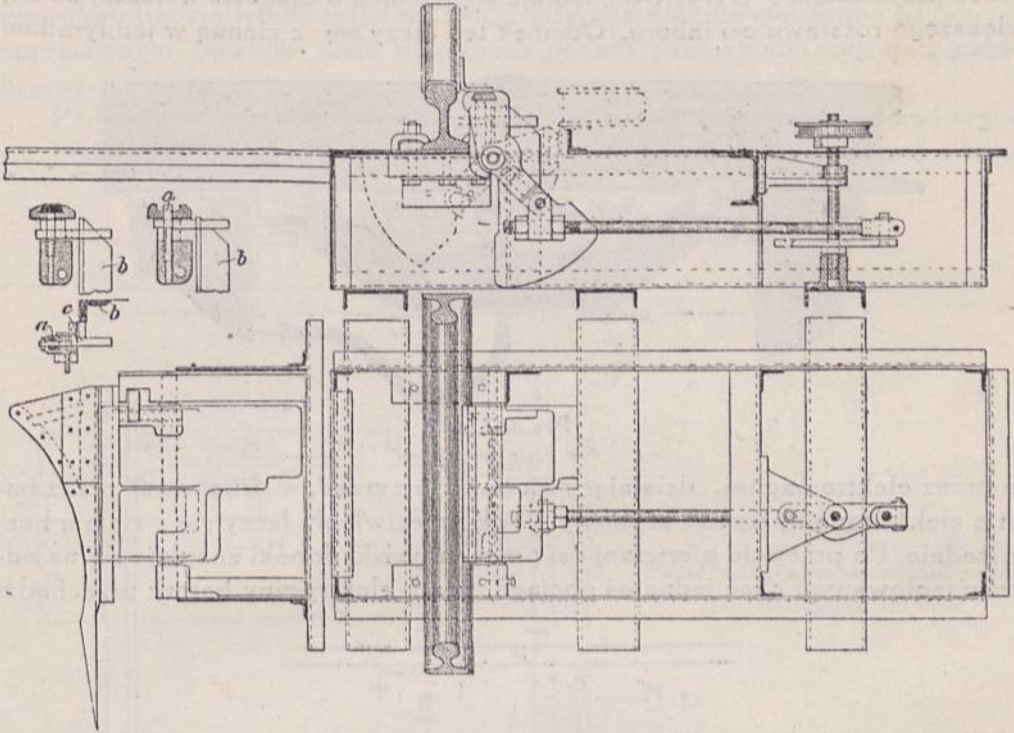
Odpowiednie nastawienie zwrotnic lub urządzenie żeberk ochronnych w celu zabezpieczenia torów głównych od przejścia na nie taboru z sąsiednich torów bocznych nie zawsze daje się wykonać. W tych przypadkach dla zabezpieczenia torów głównych stosuje się w torach bocznych zapory, wywrotki i płozy hamujące oraz sygnały w postaci latarń o szkłach matowych i tarcz manewrowych niebieskich (por. str. 549).

Zapora w postaci kłody, ułożonej na jednej lub obu szynach wpoprzek toru bywa nastawiana ręcznie, w płaszczyźnie poziomej, lub z odległości. Zapory, nastawiane ręcznie, są zamykane na zamek ręczny, uzależniony od zamka przy drągu sygnałowym. Zapory, nastawiane z odległości wpoprzek jednej szyny, ruchem obrotowym w płaszczyźnie pionowej, są poruszane zapomocą osobnych przewodów i drągów, włączonych w nastawnicy do jednej grupy z drągami zwrotnicowymi.

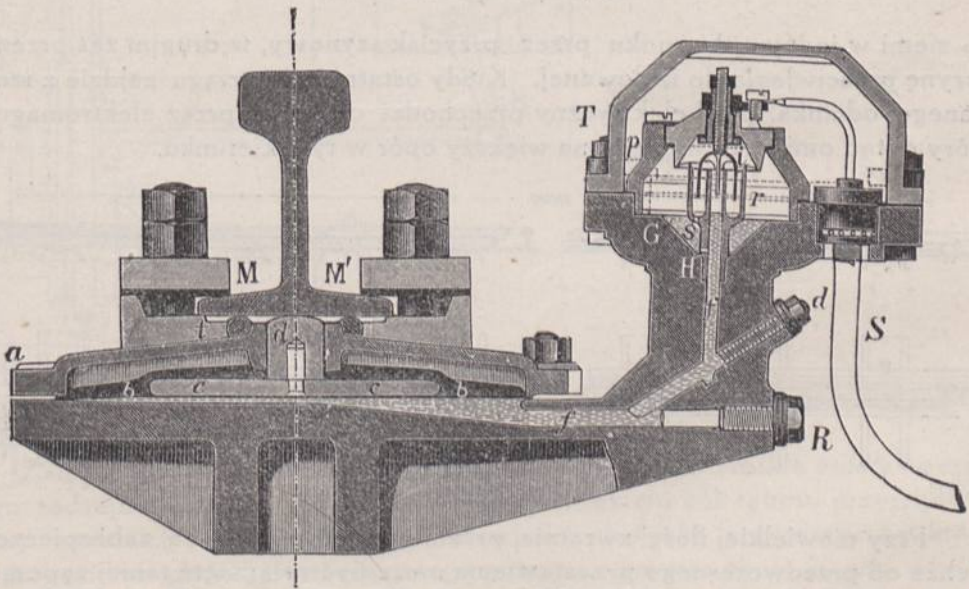
Zdarza się, że koła taboru, uderzającego z dużą siłą o zaporę, przeskakują przez nią. Aby przeszkodzić dalszemu przejściu taboru, na wierzchu zapory przytwierdza się zwykle, w kierunku skośnym do szyn toru, kątownik, który powoduje wykolejenie taboru i w ten sposób dalszy bieg jego wstrzymuje.

Zapory drewniane, ustroju opisanego powyżej, nadają się w przypadkach, gdy idzie o powstrzymanie od zderzenia się wagonów. W torach bocznych, po których manewrują parowozy, stosuje się zapory całkowicie metalowe, tak zw. *wykolejnice*.

ci w kierunku odwrotnym urządzone są małe otwory w kielichu *r* i w kanale *f*.



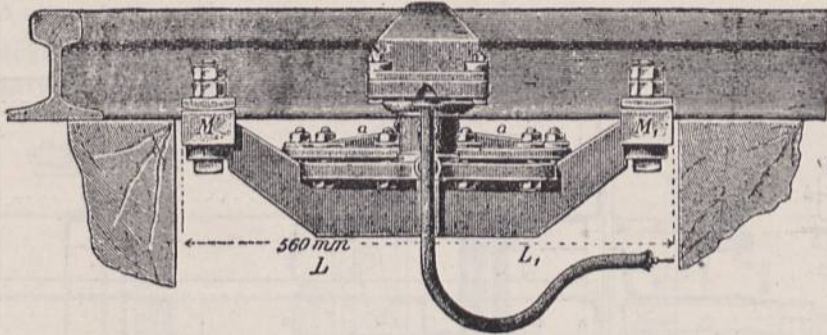
Rys. 646 Płoz hamujący.



Rys. 647. Przycisk szynowy

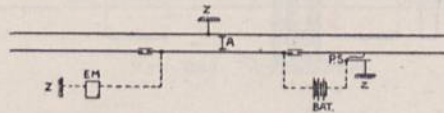
Jeżeli połączenie elektryczne ma działać nie przy przejściu przez przycisk pierwszej osi pociągu, lecz ostatniej, to daje się to osiągnąć zapomocą urzą-

dzenia przy przycisku szynowym *izolowanego odcinka*. W jednym toku szynowym, przed przyciskiem *PS* (rys. 648), izoluje się odcinek o długości większej od największego rozstawu osi taboru. Odcinek ten łączy się z ziemią w jednym koń-



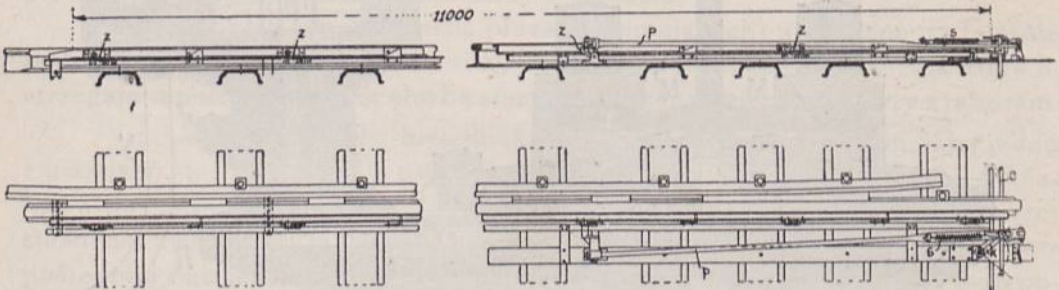
Rys. 647 a.

cu przez elektromagnes, działający na dany przyrząd, w drugim zaś przez baterję elektryczną i przycisk szynowy. Tok przeciwny łączy się z ziemią bezpośrednio. Po przejściu pierwszej osi przez przycisk, dopóki znajduje się na odcinku izolowanym choć jedna oś pociągu, prąd elektryczny baterji przechodzi



Rys. 648. Odcinek izolowany.

do ziemi w jednym kierunku przez przycisk szynowy, w drugim zaś przez oś i szynę przeciwną do izolowanej. Kiedy ostatnia oś pociągu zejdzie z izolowanego odcinka, prąd elektryczny przechodzi do ziemi przez elektromagnes, który dotąd omijał ze względu na większy opór w tym kierunku.



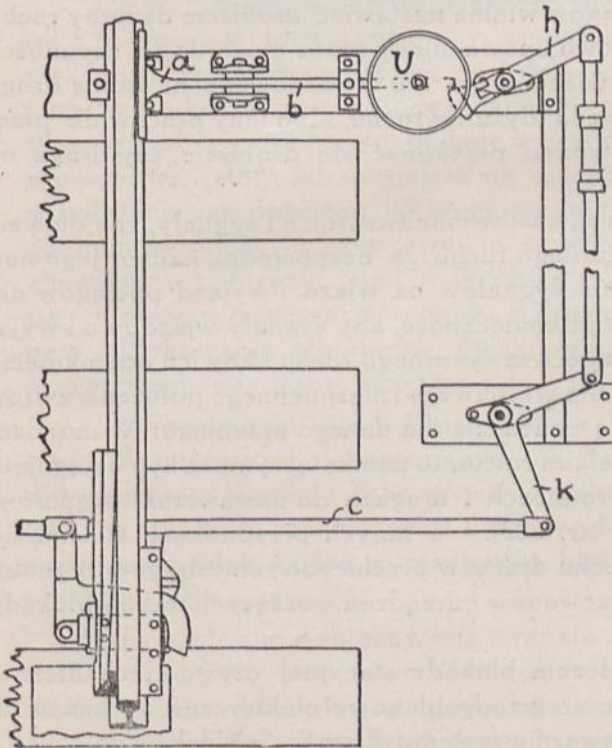
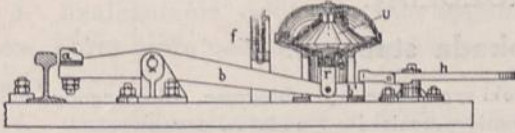
Rys. 649. Pedał szynowy.

Przy niewielkiej ilości zwrotnic, przebieganych pod ostrze, zabezpieczenie tychże od przedwczesnego przestawienia może być osiągnięte taniej zapomocą prostszych urządzeń, niż blokada i przyciski szynowe, a mianowicie zapomocą pedałów szynowych lub pedałów, działających na czas.

Pedał szynowy (rys. 649) składa się ze sztaby żelaznej przekroju kąowego lub korytkowego, o długości nieco większej od największego rozstawu osi tabo-

ru, która jest ułożona z zewnątrz przy jednej z szyn toru i, będąc poruszana przez drąg nastawczy, może się unosić nieco wyżej niż ona. Ten ruch pedału szynowego będzie wtedy tylko możliwy, gdy nad nim nie stoi żadna oś taboru, w przeciwnym bowiem razie uniesieniu pedału przeszkodzi wystająca część obręczy.

Pedał szynowy może być tak urządzony, że, zamiast unosić się nad szynę toru, będzie się do niej zbliżać do zetknięcia w płaszczyźnie poziomej o kilka



Rys. 650

Pedał przeciw przestawieniu zwrotnicy, działający na czas.

milimetrów wyżej, niż wierzch szyny. Pedał może być poruszany przyrządem napędym zwrotnicy*) lub też osobnym drągiem z nastawni.

Zamiast pedałów szynowych stosowane są niekiedy krótkie *pedały na czar*. Tego rodzaju pedał (rys. 650) zamyka pod naciskiem kół taboru przyrząd napędny zwrotnicy i jest połączony z niewielką skrzynką pneumatyczną, która opóźnia powrót pedału do pierwotnego położenia na czas około 30 sek., a więc

*) W typie zwrotnicy angielskiej, pokazanej na rys. 631, pedał szynowy poruszany jest tym samym drągiem, co zasuwka, która nie może być odemknięta, dopóki choć jedna oś taboru znajduje się nad pedałem.

na czas dłuższy, niż przerwa w nacisku oddzielnych kół pociągu, chociażby bardzo wolno się posuwającego.

Zastosowanie pedałów na czas może okazać się korzystnym w przypadkach, gdy urządzenie pedałów szynowych napotyka trudności (z powodu ich długości, krzywizny toru i t. p.).

ROZDZIAŁ X.

Blokada stacyjna.

1. Cel i zadania blokady stacyjnej. Bloki sygnałowe i przebiegowe. Bloki zgody. Bloki o prądzie stałym. Zastosowanie przycisków i pedałów szynowych.

Według przepisów ruchu, obowiązujących na polskich drogach żelaznych, sygnały na wjazd i wyjazd pociągów winien nastawiać osobiście dyżurny ruchu albo inny pracownik, każdorazowo upoważniony przez niego do tej czynności. Przed nastawieniem semaforu wjazdowego lub wyjazdowego na wolną drogę i przed daniem zlecenia do odjazdu, dyżurny ruchu, albo inny pracownik przeznaczony do tej czynności, powinien przekonać się osobiście, czy droga na przejście pociągu jest wolna.

Jeżeli posterunki, z których są nastawiane zwrotnice i sygnały, znajdują się w takiej odległości od biura dyżurnego ruchu, że bezpośredni nadzór jego nad położeniem zwrotnic i dawaniem sygnałów na wjazd i wyjazd pociągów nie daje się osiągnąć, to wynika stąd konieczność, aby sygnały wjazdowe i wyjazdowe znajdowały się pod zamknięciem dyżurnego ruchu i aby ich odemknięcie było uzależnione od zabezpieczenia właściwego i niezmiennego położenia zwrotnic i innych urządzeń, które mają znaczenie dla danego przebiegu. W urządzeniach najprostszych, przy niewielkim ruchu, to zamknięcie może być osiągnięte przy pomocy zamków przy zwrotnicach i drągach do nastawiania sygnałów, oraz przenośnych kluczy (por. str. 602). W innych przypadkach stosuje się zamknięcie z biura dyżurnego ruchu drążków przebiegowych i drągów sygnałowych na odległość zapomocą przewodów i urządzeń, noszących nazwę blokady stacyjnej.

Jakkolwiek znane są urządzenia blokady stacyjnej czysto mechaniczne, to jednak najczęściej stosuje się przyrządy blokowe elektryczne, te zaś są na polskich drogach żelaznych przeważnie systemu Siemens'a i Halske'go.

Ustrój ogniów blokowych blokady stacyjnej nie różni się od ustroju ogniów blokady linowej. Ogniwa te czyli bloki tworzą pary, w których jeden blok zablokowany jest i tym sposobem staje się zamkniętym na odległość przez drugi blok, który jedynie może go odblokować czyli odemknąć.

Na posterunku dyżurnego ruchu zwalnianie przebiegów i sygnałów połączone jest często z nastawianiem zwrotnic, zasuw i in. i wówczas ten postereunek staje się nastawnią dysponującą, od której zależą nastawnie wykonawcze, jedna lub więcej.

Zgodnie z powyższem, *zadania blokady stacyjnej* są następujące:

1. trzymanie pod zamknięciem zapomocą bloków, w dyspozycji dyżurne-

go ruchu, sygnałów wjazdowych i często również wyjazdowych, a przytem uniemożliwienie jednoczesnego odblokowania sygnałów sprzecznych;

2. trzymanie pod zamknięciem zapomocą bloków, w dyspozycji dyżurnego ruchu, zwrotnic, zasuw i in. nawet wtedy jeszcze, gdy semafor, po przejściu pociągu, jest już nastawiony na „stój“, aby uniemożliwić zbyt wczesne przestawienie zwrotnic i innych urządzeń, od których położenia zależy bezpieczeństwo przejścia pociągu, zanim pociąg nie zatrzyma się w miejscu postoju;

3. uzależnienie odblokowania sygnału od zgody wszystkich tych postępków, które biorą udział w przygotowaniu przebiegu, jako drogi na przejście pociągu;

4. uzgodnienie zapomocą bloków wejścia i wyjścia pociągów z biegiem ich na przyległych szlakach i z gotowością tych szlaków do ich przyjęcia.

Do blokowania sygnałów wjazdowych i wyjazdowych służą *bloki sygnałowe*, a mianowicie blok sygnałowy *osadzający*, który znajduje się w nastawni wykonawczej, i blok sygnałowy *zwalniający*, który znajduje się w biurze dyżurnego ruchu lub w nastawni dysponującej pod jego bezpośrednim nadzorem. Blok sygnałowy osadzający blokuje w nastawni wykonawczej drąg sygnałowy w położeniu „stój“, lub też (jak to się najczęściej stosuje) drążek przebiegowy w położeniu zasadniczem. Jak wiadomo, w tem położeniu drążka przebiegowego drągi zwrotnicowe, zasuwowe i in. są wolne, drąg zaś sygnałowy jest unieruchomiony w położeniu „stój“ w skrzynce zależności. Blok sygnałowy *zwalniający* blokuje w nastawni dysponującej drąg przebiegowy w położeniu *przełożonem*. Blokowanie semaforów wyjazdowych stosuje się zwykle tylko w tych przypadkach, gdy jest to potrzebne do wyłączenia przebiegów sprzecznych.

Do unieruchomienia zwrotnic, zasuw i innych urządzeń na przebiegu pociągu, niezależnie od blokowania sygnału, służą *bloki przebiegowe*. Blok przebiegowy osadzający znajduje się w nastawni wykonawczej i blokuje drążek przebiegowy w położeniu *przełożonem*. Blok przebiegowy *zwalniający* (bez pręta zasuwowego, gdyż drążek przebiegowy blokuje blok sygnałowy) znajduje się w nastawni dysponującej.

Aby uzależnić odblokowanie sygnału od zgody innych nastawni, w których znajdują się urządzenia niezbędne do zabezpieczenia przebiegu, stosuje się *bloki zgody*. Blok dający zgodę osadza drążek przebiegowy w położeniu *przełożonem*, ustalającym właściwe położenie drągów w danej nastawni, i *zwalnia* drążek przebiegowy w nastawni, otrzymującej zgodę.

Do osadzania drążków przebiegowych stosuje się niekiedy *bloki o prądzie stałym*. Przyrządy te mają zewnętrznie takiż kształt, jak bloki o prądzie zmiennym, i posiadają, również jak one, pręty: przyciskowy, zatraskowy i zasuwowy; właściwie jednak nie są to bloki, lecz przyciski elektryczne, zatraskujące się za jednorazowem naciśnięciem, bez wzbudzania prądu. Odblokowanie bloku o prądzie stałym następuje za naciśnięciem z takiegoż bloku *zwalniającego*, lub samoczynnie, pod naciskiem kół pociągu na przycisk szynowy. Ze względu na niejednakową długość pociągów, pożądane jest takie urządzenie, przy którym samoczynne odblokowanie przez pociąg następowałoby pod ostatnią, nie zaś

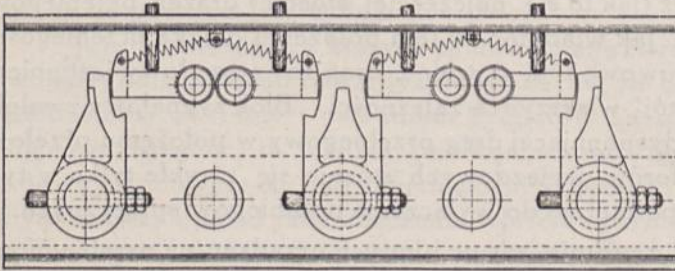
pod pierwszą osią pociągu. Jak już wiadomo (por. str. 568), daje się to osiągnąć zapomocą odcinka izolowanego w jednym toku szynowym.

Przyciski szynowe stosowane są do samoczynnego zwalniania drążków przebiegowych przeważnie przy wyjściu ze stacji, ze względu na oddalenie zwrotnic wyjściowych od posterunku dyżurnego ruchu, dla którego nie są one widoczne. W tym przypadku przycisk szynowy łączony bywa również z ramieniem semaforu wyjściowego, które po przejściu pociągu opada samoczynnie na „stój“.

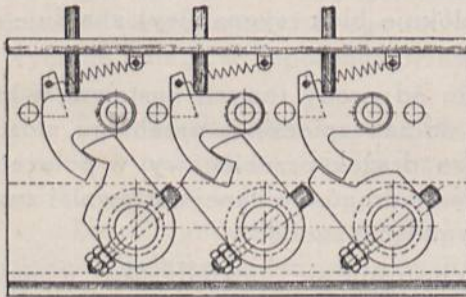
Bloki przebiegowe stosuje się w tym tylko przypadku, gdy na danym przebiegu znajdują się zwrotnice, które pociąg przebiega pod ostrze. Jeżeli ilość takich zwrotnic jest niewielka, to zamiast bloków stosuje się zabezpieczenie położenia zwrotnic zapomocą pedałów szynowych lub pedałów na czas (por. str. 609).

2. Zawory blokady stacyjnej. Zawory przebiegowe. Zawory przebiegowo-sygnalowe. Uzależnienie ogniów blokowych. Blokada grupowa. Blokada stacyjna syst. Rank'a.

Zablokowanie i odblokowanie drągów przebiegowych przez bloki sygnałowe i bloki zgody odbywa się za pośrednictwem linijek przebiegowych w skrzynce zależności oraz zawór, umieszczonych w skrzynce zaworowej pod



Rys. 651a. Zawora przebiegowa.



Rys. 651b. Zawora przebiegowa.

blokami. Linijki przebiegowe (czasem bezpośrednio drążki przebiegowe) połączone są zapomocą przekładni z zaworami, do których dochodzą przedłużone pręty zasuwowe bloków (por. rys. 603).

Zawory przebiegowe pod blokami sygnałowymi i blokami zgody nie różnią się od siebie, gdyż blok sygnałowy osadzający, również jak blok otrzymujący zgodę, blokują drąg przebiegowy w położeniu zasadniczym, blok zaś sygnałowy zwalnający, również jak blok dający zgodę, blokują drąg przebiegowy w położeniu przełożonym.

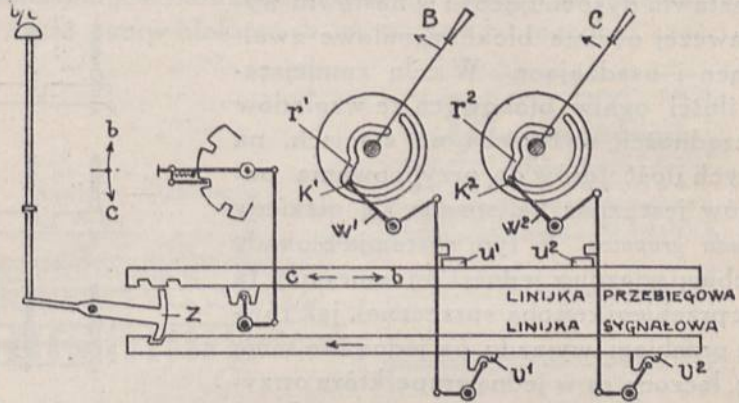
Na rys. 651 a i b pokazane są zawory przebiegowe systemu fabryki

Bydgoskiej. Rysunek tych prostych urządzeń dostatecznie objaśnia ich działanie.

Zawora przebiegowo-sygnałowa pod blokiem przebiegowym osadzającym jest tak urządzona, że po zablokowaniu go i osadzeniu drąga przebiegowego w położeniu przełożonym zwalnia drąg sygnałowy, po nastawieniu zaś drąga sygnałowego na „stój“ i odblokowaniu bloku zwalnia drąg przebiegowy. Zależność

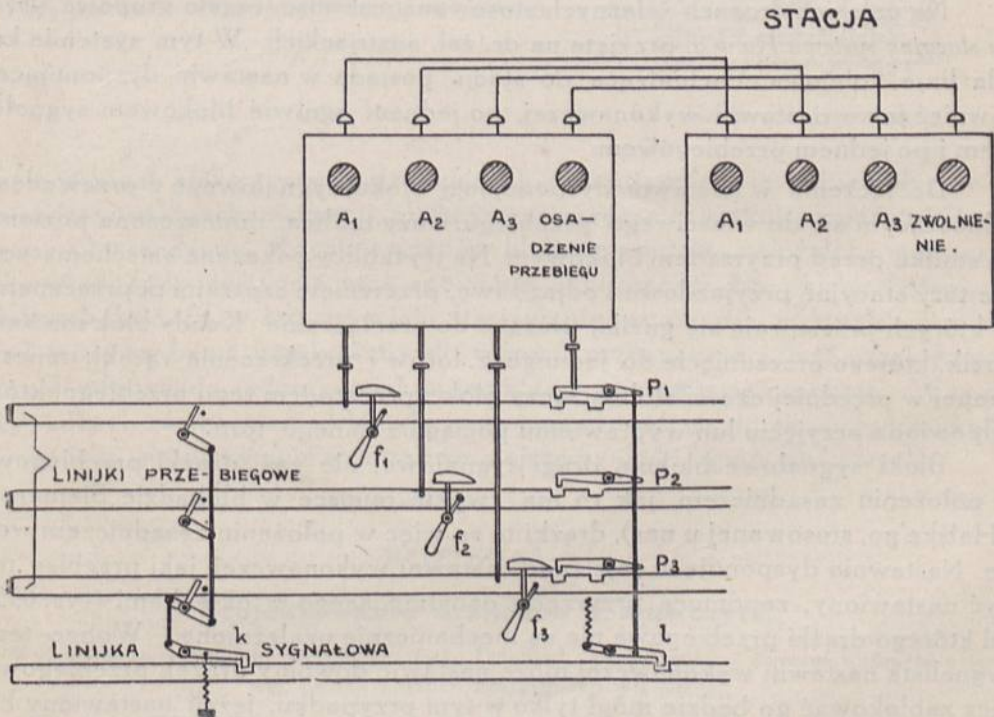
ta osiąga się zwykle za pośrednictwem dodatkowej linijki podłużnej, umieszczonej w skrzynce zależności i przesuwanej drążkiem sygnałowym. Działanie zawory przebiegowo-sygnałowej pokazane jest schematycznie na rys. 652. Podobne urządzenie daje się również zastosować, jeżeli jeden sygnał stosuje się do dwu lub więcej przebiegów (rys 653).

W przyrządzie blokowym nastawni dysponującej niezbędne jest wzajemne uzależnienie ogniów blokowych, aby uniknąć odblokowania sygnałów sprzecznych. To uzależnienie osiąga się za pomocą przełączeń elektrycznych lub za pomocą linijek podłużnych, umieszczonych pod przyrządem blokowym (rys. 654). Li-



Rys. 652. Schemat zawory przebiegowo-sygnałowej.

niższe osiąga się za pomocą przełączeń elektrycznych lub za pomocą linijek podłużnych, umieszczonych pod przyrządem blokowym (rys. 654). Li-

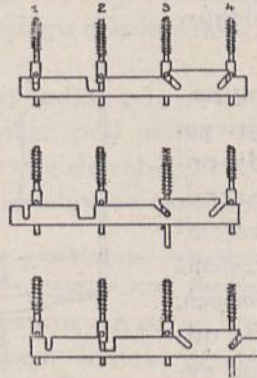


Rys 653. Zawora przebiegowo-sygnałowa dla kilku przebiegów.

nijki posiadają wycięcia pochyle lub prostopadłe, w które wchodzi kołeczki, zabite w pręty zasuwowe bloków. Te kołeczki przesuwają linijki, opierają się

o nie lub trafiają w wycięcia prostopadłe i w ten sposób uzależniają ruchy prętów zasuwowych w blokach. Jeżeli linijki są długie i ilość ich jest duża, to ich przesuwanie odbywa się z zewnątrz zapomocą rączek.

W systemie blokady stacyjnej, opisanym powyżej, każdy przebieg posiada w nastawni dysponującej i w nastawni wykonawczej osobne bloki sygnałowe zwalnające i osadzające. W celu zmniejszenia ilości ogniów blokowych ze względów oszczędności, zwłaszcza na stacjach, na których ilość torów do przyjmowania pociągów jest znaczna, stosuje się niekiedy *blokada grupowa*. W tym systemie blokady przebiegi wjazdu z jednej i tej samej linii (a więc przebiegi ze sobą sprzeczne), jak również przebiegi wyjazdu na jedną i tę samą linię, łączone są w jedną grupę, która otrzymuje jedno wspólne ogniwo sygnałowe wjazdowe i jedno wyjazdowe, łączone każdorazowo z tym przewodem elektrycznym, który przeznaczony jest do obsługi danego przebiegu.



Rys. 654. Uzależnienie bloków na posterunku dysponującym.

Na polskich drogach żelaznych stosowana jest dość często grupowa *blokada stacyjna systemu Rank'a*, przyjęta na dr. żel. austriackich. W tym systemie każda linia kolejowa, dochodząca do stacji, posiada w nastawni dysponującej, również jak w nastawni wykonawczej, po jednym ogniwie blokowym sygnałowym i po jednym przebiegowem.

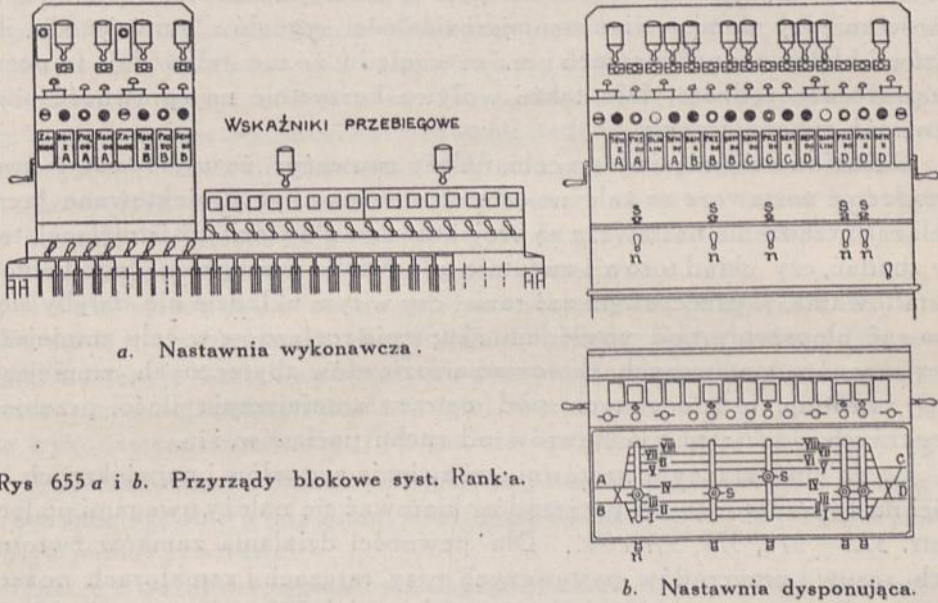
Do łączenia w nastawni dysponującej bloku sygnałowego z przewodem, odnoszącym się do właściwego przebiegu, służy tablica, umieszczona poziomo na stoliku przed przyrządem blokowym. Na tej tablicy pokazane są schematycznie tory stacyjne przyjazdowe i odjazdowe, przetrzynięte szparami poprzecznymi, w których przesuwają się guziki, służące do przełączania. Każdy blok ma swój guzik, którego przesunięcie do jednego z torów i przekręcenie rączki, umieszczonej w przedniej części stolika, łączy blok z przewodem tego przebiegu, który odpowiada przyjęciu lub wyprawieniu pociągu z danego toru.

Bloki sygnałowe blokują drągi sygnałowe, nie zaś drążki przebiegowe w położeniu zasadniczym (jak to ma zwykle miejsce w blokadzie Siemens'a i Halske'go, stosowanej u nas), drążki te są więc w położeniu zasadniczym wolne. Nastawnia dysponująca daje znać nastawni wykonawczej, jaki przebieg ma być nastawiony, zapomocą przyrządu oznajmiającego z okienkami (rys. 655), od którego drążki przebiegowe nie są mechanicznie uzależnione. Wobec tego sygnalista nastawni wykonawczej może nastawić dowolny drążek przebiegowy, lecz zablokować go będzie mógł tylko w tym przypadku, jeżeli nastawiony będzie drążek przebiegu, z którego przewodem połączono blok sygnałowy w nastawni dysponującej. Zablokowanie położonego drążka przebiegowego zwalnia drąg sygnałowy.

Przebieg odwrotnych czynności jest następujący. Po położeniu drąga

sygnałowego na „stój“, nastawnia wykonawcza zablokuje go, co daje możliwość nastawni dysponującej zwolnienia przebiegu. Blok sygnałowy osadzający ma wspólny przycisk z blokiem o prądzie stałym, który zwalnia przycisk szynowy.

Blokada grupowa przedstawia się w użyciu dość prosto i jasno, jednakże w wewnętrznym urządzeniu jest bardziej złożona, niż blokada zwyczajna. Przytem wzajemna zależność ogniów blokowych jest oparta w znacznej części na



przełączeniach elektrycznych, działających samoczynnie, nie zaś w połączeniu z urządzeniami mechanicznymi, obsługiwanymi ręcznie i wykonywającymi określone ruchy wodzone. Z tych względów blokadę grupową należałoby stosować tylko wtedy, gdy wymagają tego specjalne okoliczności. Na polskich drogach żelaznych ilość torów jest na wielu stacjach niedostateczna, wskutek czego jeden i tenże tor bywa użytkowany do różnych przeznaczeń i ilość przebiegów, którym odpowiada jeden sygnał na semaforze, znacznie się zwiększa. W tych przypadkach zastosowanie blokady grupowej uzasadnia się znaczną oszczędnością, jaka się otrzymuje wskutek zmniejszenia ilości ogniów blokowych.

ROZDZIAŁ XI.

Projektowanie urządzeń nastawczych.

1. Wybór rodzaju urządzeń bezpieczeństwa. Przegląd układu torów i zwrótnic. Stacje o jednej, dwóch i trzech nastawniach lub więcej.

Zapewnienie bezpieczeństwa ruchu pociągów w obrębie stacji, będące celem urządzeń nastawczych, winno być osiągnięte środkami, odpowiadającymi gęstości i rodzajowi tego ruchu, i podług tych warunków winien być wybrany rodzaj urządzeń bezpieczeństwa.

Na drogach żelaznych o słabym ruchu i niewielkiej szybkości pociągów, zamykanie zwrotnic, nastawianych ręcznie, na zasuwy lub nawet zamki ręczne, uzależnione od przyrządów sygnałowych, może w wielu przypadkach okazać się wystarczającym, zastosowanie zaś blokady stacyjnej zbyt cennym.

Na drogach żelaznych pierwszorzędnych, przy zastosowaniu przyrządów najbardziej udoskonalonych, wskazaniem będzie również dążenie do możliwego uproszczenia urządzeń nastawczych, jako to zmniejszenia ilości nastawni i zależności między nimi, a więc zmniejszenia ilości sygnałów, zmniejszenia ilości drągów i bloków w nastawniach i in., ze względu, że nie tylko daje to pożądaną zawsze oszczędność, lecz także wpływa korzystnie na sprawność obsługi i pewność zabezpieczenia.

Dążąc do osiągnięcia tego celu, należy zauważyć, że *układ torów i zwrotnic* i urządzenia nastawcze są zależne od siebie i winny być projektowane łącznie. Jeżeli zaś urządzenia nastawcze są projektowane dla stacji już istniejącej, to należy zbadać, czy układ torów i zwrotnic odpowiada warunkom dogodnego ich ukształtowania, w przeciwnym zaś razie, czy w tym układzie nie dałyby się zastosować ulepszenia pod względem skupienia rozjazdów w celu zmniejszenia ilości okręgów nastawczych, skasowania rozjazdów zbyt cennych, zmniejszenia ilości zwrotnic, przebieganych pod ostrze, zmniejszenia ilości przebiegów sprzecznych, oddzielenia manewrów od ruchu pociągów, i in.

Co do umieszczenia nastawni, ustawienia sygnałów i największych odległości nastawiania różnych przyrządów kierować się należy uwagami, podanymi na str. 572 – 574, 579, 597 i 601. Dla pewności działania zamków zwrotnicowych, zasuw i przyrządów nastawczych przy tarczach i semaforach pożądanym jest, aby długość przewodów była nie większa, jak 350 m do zwrotnic, 500 m do zasuw i 1200 m do tarcz i semaforów, o ile większe ograniczenie tej długości nie będzie wskazane ze względu na widzialność zwrotnic i sygnałów z nastawni.

Prócz zwrotnic, po których przebiegają pociągi, pożądanym jest włączać do nastawni też zwrotnice, służące do manewrów, aby do nich nie utrzymywać osobnej obsługi. Z drugiej strony, zwrotnice rzadko przestawiane lub położone blisko przy nastawni mogą być nastawiane ręcznie i zamykane na klucze, od których winny być uzależnione drągi sygnałowe w nastawni.

Ze względu na dopuszczaną odległość nastawiania, jako też na warunki widzialności urządzeń z nastawni, *jedna nastawnia*, w której byłyby ześrodkowane wszystkie przyrządy nastawcze, daje się urządzić tylko na małych stacjach lub w przypadkach, gdy zwrotnice są nastawiane ręcznie i tylko zasuwane z nastawni.

W urządzeniach najprostszych, nastawnicę, umieszczoną w budce na peronie, obsługuje dyżurny ruchu. Nastawnia może być też urządzona w samym dworcu i znajdować się pod bezpośrednim nadzorem dyżurnego ruchu. Jeżeli zaś ze względu na miejscowe okoliczności nastawnia musi być urządzona w pewnej odległości od dworca i dyżurny ruchu nie może mieć nad nią bezpośredniego nadzoru, to nastawnia taka ma charakter nastawni wykonawczej i musi być od niego uzależniona zapomocą blokady.

Większość stacji średniego znaczenia wymaga urządzenia *dwóch nastawni*, których okręgi obejmują przeciwległe krańce stacji. W tym przypadku jedna

z nastawni może być również tak umieszczona, że znajdować się będzie pod bezpośrednim nadzorem dyżurnego ruchu, stając się przez to nastawnią dysponującą. Uprości to blokadę stacyjną, sprowadzając ją do zależności blokowej tylko pomiędzy dwiema nastawniami.

Jeżeli zaś obie nastawnie będą miały charakter nastawni wykonawczych, to koniecznym się stanie urządzenie zależności blokowej każdej z nich z osobna od dysponującego posterunku dyżurnego ruchu, prócz tego zaś, w większości przypadków, również zależności blokowej bezpośrednio pomiędzy nastawniami wykonawczymi. Jeżeli bowiem w nastawieniu przebiegu dla pociągu biorą udział obie nastawnie wykonawcze, to zgoda nastawni drugiej w kierunku biegu pociągu może być dawana nastawni pierwszej bądź za pośrednictwem posterunku dysponującego, bądź bezpośrednio. W ostatnim przypadku zwolnienie przez posterunek dysponujący semaforu na pierwszej nastawni może być dawane bądź bezpośrednio, bądź za pośrednictwem drugiej nastawni, która to zwolnienie oddaje nastawni pierwszej wraz ze swoją zgodą.

Te trzy stosowane odmiany zależności blokowej odznaczają się tem, że uzależnienie pozwolenia na danie sygnału „jazda wolna“ od zgody nastawni drugiej następuje bądź na posterunku dysponującym, bądź na nastawni wykonawczej pierwszej, bądź wreszcie drugiej. W obu ostatnich przypadkach nastawnie wykonawcze muszą więc być uzależnione pomiędzy sobą blokami zgody.

Z tych zależności blokowych, jako to bloków sygnałowych i bloków zgody, conajmniej połowa odpadnie, jeżeli posterunek dysponujący będzie umieszczony w jednej z nastawni.

Stacje o dużej rozciągłości wymagają podziału na *trzy okręgi nastawcze lub więcej*. W tym przypadku może się okazać, że do przygotowania przebiegu niezbędne jest porozumienie więcej niż trzech posterunków. To niepożądane skomplikowanie zależności i zwiększenie straty czasu na manipulacje blokowe daje się w wielu przypadkach uniknąć przez umieszczenie posterunku dysponującego w jednej z nastawni, zmianę położenia zwrotnic wejściowych, zastosowanie na dłuższych odcinkach torów głównych blokady linjowej i in. Duża rozciągłość stacji wynika zwykle, gdy tory towarowe i tory osobowe, wskutek położenia z tej samej strony torów głównych lub z innych przyczyn, wyciągnięte są jedne za drugimi. Jeżeli na takiej stacji urządzimy, naprz., niezależny posterunek blokady linjowej w miejscu odgałęzienia torów towarowych od linii głównej, to wejście na stację osobową da się przesunąć na całą długość stacji towarowej i w ten sposób zmniejszyć liczbę okręgów nastawczych, biorących udział w przyjmowaniu, wyprawianiu i przepuszczaniu pociągów osobowych.

2. Skład projektu urządzeń nastawczych. Plan stacji. Dane, dotyczące pracy stacji. Układ tablicy zależności i przyjęte w niej oznaczenia.

Projekt urządzeń nastawczych składa się z planu stacji z oznaczeniem projektowanych urządzeń, tablicy zależności i memorjału objaśniającego z obliczeniem kosztów. Za podstawę do opracowania projektu służą dane o pracy stacji pod względem porządku przyjęcia i wyprawiania pociągów, zajęcia torów, dokonywania manewrów i in.

Szczegółowy wykaz przebiegów pociągów w obrębie stacji, ze wskazaniem rodzaju urządzeń nastawczych i sposobu ich uzależnienia, niezbędnych do zapewnienia gotowości i bezpieczeństwa przebiegów, podany jest w tablicy zależności.

Do projektów urządzeń nastawczych używane są bądź istniejące *plany stacji*, których forma, obowiązująca na polskich drogach żelaznych, jest podana w Przepisach projektowania stacji (P. S. O.) z d. 28 II. 1924 (por. str. 483), bądź plany specjalnie sporządzone w skażonych wymiarach. Kierunki biegu pociągów przyjmowanych i wyprawianych oznacza się na planie zapomocą strzałek (pojedynczych dla pociągów osobowych, podwójnych dla towarowych i t. p.) na liniach torów. Semafor i tarcze ostrzegawcze wyobraża się na planie w położeniu „stój”, przyczem obraz ich obrócony jest około podstawy w kierunku ruchu pociągów. Semafor oznacza się dużymi literami alfabetu, oddzielne zaś ramiona semaforów odróżnia się dodaniem cyfr przy literach, naprz. A^1 , A^2 i t. p. Te litery, które oznaczają sygnał, dający wjazd na stację lub wjazd z niej w pewnym kierunku, stawia się również na torach przy strzałkach, które ten kierunek biegu pociągów wskazują.

Po ustaleniu zasadniczego położenia zwrotnic, t. j. tego, które, jako najczęściej zachowywane, odpowiadać winno zasadniczemu położeniu drąga nastawczego, oznacza się je na planie znakiem + od strony zewnętrznej odpowiedniego toru. Trójkąty zwrotnic, nastawianych ręcznie, zakreśkowane są dla odróżnienia zwrotnic, nastawianych z odległości, które zalewa się farbą. W każdym okręgu nastawczym budynek nastawni i nastawiane z niej sygnały, zwrotnice, zasuw, zapory, przyciski szynowe i in. oznacza się dla odróżnienia innym kolorem. Numeracja zwrotnic, również jak numeracja torów, winna odpowiadać Przepisom projektowania stacji (P. S. O.).

Przewody mechaniczne oznacza się linią ciągłą, podziemne zaś linią kreskową.















Na torach, oprócz numeracji, wskazanej w przepisach (P. S. O.), oznacza się kierunki przebiegu pociągów przyjmowanych i wyprawianych zapomocą strzałek (pojedynczych dla pociągów osobowych, podwójnych dla towarowych i t. p.) oraz liter, któremi są oznaczone sygnały, dające wjazd na te tory.

Tablica zależności, podzielona na rubryki pionowe, składa się z nagłówka i wierszy poziomych, z których każdy przeznaczony jest dla odrębnego przebiegu pociągu przy wjeździe lub wyjeździe. W rubrykach pionowych oznacza się dla poszczególnych przebiegów położenie drągów nastawnicy, zasadnicze lub przełożone, rozmieszczając drągi w tym porządku, w jakim je widzi sygnalista; w dalszych zaś rubrykach oznacza się w tymże porządku stan ogniów blokowych. Ponad nagłówkiem bloków oznacza się ich przyciski (osobne lub wspólne) i przewody elektryczne pomiędzy blokami.

Według formy, przyjętej w fabryce Bydgoskiej i najczęściej stosowanej w projektach urządzeń nastawczych dla stacji polskich dróg żelaznych, w poziomych wierszach nagłówka podawane są następujące oznaczenia:

1. Numera porządkowe: bloków, drążków przebiegowych, drągów sygnałowych, oraz drągów zwrotnicowych, zasuwowych i zaporowych.
2. Oznaczniki zawór blokowych elektrycznych i nazwy drągów nastawnicy (drągi przebiegowe, sygnałowe, zwrotnicowe i in.).
3. Oznaczniki zasadniczego położenia bloków oraz drążków przebiegowych i sygnałowych. W nagłówku zwrotnic wiersz ten łączy się z wierszem 2.
4. Oznaczniki zawór mechanicznych przy blokach, drągach sygnałowych (piesek) i przy zwrotnicach (zasuw ręczne, pedały szynowe).
5. Litery duże, któremi są oznaczone sygnały i bloki, do nich się odnoszące, oraz odpowiednie litery małe przebiegów, bloków przebiegowych i bloków zgody. Numera zwrotnic zasuw i zapór w torze.

Oznaczniki, wymienione w p. 2, 3 i 4, przedstawione są w poniższym wykazie.

1. *Oznaczniki zawór elektrycznych* (wiersz 2 nagłówka).
-  Zawora elektryczna przycisku blokowego.
 -  Zastawka pomocnicza
 -  Zapadka przy pręcie zasuwowym.
2. *Oznaczniki bloków* (wiersz 3 nagłówka).
-  Blok o prądzie zmiennym linjowy i blok stacyjny.
 -  Bloki o prądzie stałym.
 -  Blok zwolniony i blok osadzony.
 -  Te same bloki, lecz bez pręta zasuwowego.
3. *Oznaczniki zawór mechanicznych* (wiersz 4 nagłówka).
-  Zawora mechaniczna przycisku blokowego z zamknięciem semaforu (późno zwalniająca).
 -  Ta sama zawora bez zamknięcia semaforu.
 -  Zawora mechaniczna przycisku blokowego z zamknięciem semaforu (wcześnie zwalniająca).
 -  Zawora mechaniczna przycisku blokowego z zamknięciem semaforu, w połączeniu z zaworą jednokrotną.
 -  Zawora przebiegowa, zamykająca drążek przebiegowy w położeniu zasadniczym
 -  Zawora przebiegowa, zamykająca drążek przeb. w położeniu przełożonym
 -  Zawora przebiegowo-sygnałowa.










Drążki przebiegowe oznaczane są w nagłówku znakiem +, drągi zaś sygnałowe wyobrażeniem semaforów i tarczy ostrzegawczych w położeniu zasadniczym.

Przebiegi wypisuje się w wierszach poziomych tablicy zależności grupami, odnoszącymi się do każdej linii głównej, rozpatrując, według planu torów, najprzód wejścia i wyjścia pociągów z lewej strony ku prawej, następnie zaś z prawej ku lewej.

Stan bloków stacyjnych (zasadniczy lub zmieniony) i położenie drągów (zasadnicze lub przełożone) oznacza się w tablicy tylko tam, gdzie są one niezbędne dla gotowości przebiegu.

Stan bloków linjowych nie jest oznaczany. Porządek czynności oznaczany jest w każdym wierszu tablicy cyframi przy oznacznikach.

Oznaczniki w tablicy zależności przyjęto następujące:

- Blok stacyjny zamknięty w stanie zasadniczym.
- o Blok stacyjny w stanie zmienionym
-  Drąg sygnałowy zamknięty w położeniu zasadniczym.
-  Drąg sygnałowy nastawiony na jazdę.
- + Drążek przebiegowy lub drąg zwrotnicowy, zasuwowy, pedałowy i in., zamknięty w położeniu zasadniczym
- Te same drągi, zamknięte w położeniu przełożonym.
-  Drążek przebiegowy, zamknięty wyłącznie innym drążkiem przebiegowym-blokiem.
-  " " " " " " blokiem.
-  Drąg sygnałowy, zamknięty wyłącznie innym drążkiem sygnałowym.
-  Drąg zwrotnicowy, zamknięty wyłącznie w celu ochrony przebiegu.
-  Drąg semaforu ze sprzęgiem elektrycznym ramienia.
-  Przycisk szynowy (na planach stacyj).
-  Przycisk szynowy na odcinku izolowanym (na planach stacyj).

Niektóre odmiany tych oznaczników będą objaśnione niżej, do zrozumienia innych szczegółów posłużą podane przykłady.

3. Sprawdzanie tablicy zależności. Zabezpieczenie przebiegów sprzecznych, wymagających jednakowego nastawienia drągów do zwrotnic i innych urządzeń w torze. Ograniczenie przebiegów sprzecznych.

Oznaczywszy w tablicy zależności położenie drągów zwrotnicowych (zasuwowych, zaporowych i in.), drążków przebiegowych i drągów sygnałowych oraz stan bloków, które dla gotowości poszczególnych przebiegów są niezbędne, należy dla każdego przebiegu zbadać, z którymi przebiegami jest on spreczny (por. str. 578), i ustalić, w jaki sposób będzie uniemożliwione jednocześnie nastawienie sprzecznych przebiegów.

Warunek ten jest sam przez się spełniony, jeżeli przebiegi sprzeczne ze sobą wymagają różnego nastawienia tych samych zwrotnic (por. str. 581). Jeżeli jednak dwa przebiegi tylko się krzyżują lub się na całej długości zbiegają i nastawienie zwrotnic winno być dla obu jednakowe, to należy wyłączyć ich jednocześnie nastawianie przez uzależnienie pomiędzy sobą linijek przebiegowych, w przypadku zaś, gdy te przebiegi są nastawiane w różnych nastawniach, przez uzależnienie linijek pod blokami przebiegowymi w posterunku dysponującym (por. str. 614). W celu zwrócenia uwagi na potrzebę tych uzupełnień w przyrządach zależności, przebiegi, które ich wymagają, otrzymują osobne oznaczenia w tablicy zależności (patrz str. 619). Oczywiście, że nie zajdzie potrzeba zastosowania tych środków, jeżeli przebiegi sprzeczne będą zamykane jednym i tym samym drążkiem przebiegowym, co należy o ile możności stosować. Można też postawić w tablicy zależności warunek, aby w jednym z dwu przebiegów sprzecznych którakolwiek ze zwrotnic obojętnych miała określone położenie, o ile w ten sposób nie krępuje się pracy stacji.

Ze względu na tę samą okoliczność nie krępowania pracy stacji, należy w ogóle zwrócić uwagę przy sprawdzaniu tablicy zależności, czy przebiegi, które nie są w istocie sprzeczne ze sobą, nie są w niej wyłączone wskutek nietrafnych wymagań co do położenia zwrotnic ochronnych (por. str. 616) lub wskutek nieodpowiedniego układu torów, który należałoby ulepszyć.

4. Przykłady urządzeń nastawczych.

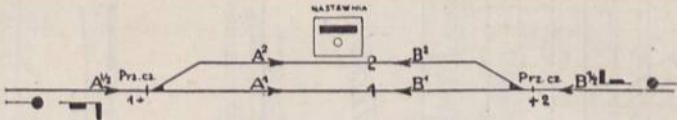
W tablicach (rys. 656 do 659) podano przykłady urządzeń nastawczych, poczynając od najprostszych.

Rys. 656 przedstawia urządzenia nastawcze na mijance linii jednotorowej posiadającej dwie zwrotnice i dwa semafony dwuramienne z tarczami ostrzegawczymi, nastawiane z jednej nastawni. W przewody do semaforów włączone są zasuwki podwójne do zwrotnic, które są zaopatrzone w pedały, działające na czas.

Przebiegi a_1 i b_1 oraz a_2 i b_2 , jako sprzeczne, lecz nie różniące się co do wymaganego nastawienia zwrotnic, są wyłączone przez uzależnienie linijek przebiegowych.

Na rys. 657 podano urządzenia nastawcze na st. Kokoszki jednotorowej linii Gdańsk — Kartuzy, od której odgałęzia się również jednotorowa linia na Gdynię. Stacja posiada jedną nastawnię, z której nastawiane są tylko wejściowe zwrotnice od strony Gdańska i Gdyni oraz wejściowe osobowe od strony Starej Piły (Kartuz). Pozostałe zwrotnice są nastawiane ręcznie i tylko zamykane na

zasuwy z nastawni. Drażki przebiegów wjazdowych są blokowane blokiem o prądzie stałym i zwalniane przez dyżurnego ruchu z peronu. Zasuwy zwrotnic wejściowych od strony Gdańska i Gdyni, nastawianych z nastawni, są włączone do przewodów sygnałowych. Zasuwy zaś zwrotnic, nastawianych ręcz-



TABLICA ZALEŻNOŚCI
DLA MIJANKI O JEDNEJ NASTAWNII.

N. PODZIAŁOWY SYGNAŁ	PRZEBIEGI	1		1/2	1 2 3 4				3/4	2	
		PRZEBIEG		PRZEBIEG	PRZEBIEG				PRZEBIEG	PRZEBIEG	
		+		+	+				+	+	
		-		-	-				-	-	
1	A ² ZACH. NASTR. 1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2	A ¹ " " " 2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
3	B ² ZW. NASTR. 1	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
4	B ¹ " " " 2	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Rys. 656.

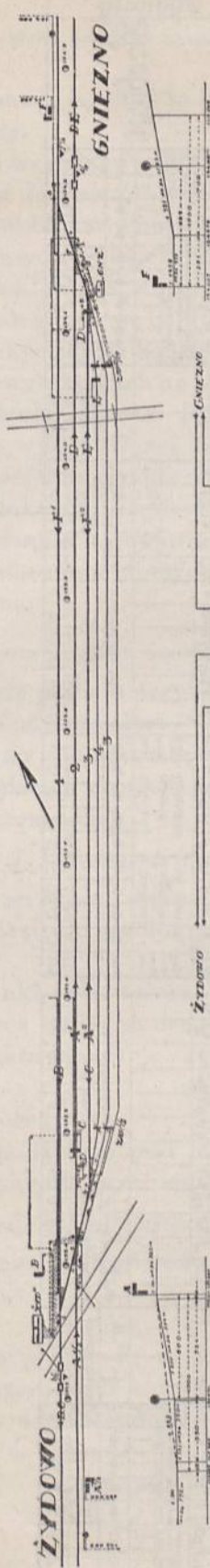
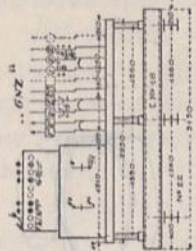
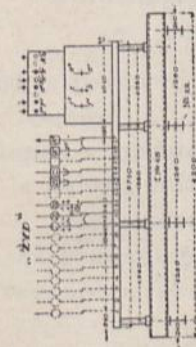
nie, posiadają osobne drażki, które nastawiają po dwie lub trzy zasuwy zapomocą jednego przewodu. Znaki zasuwy przy zwrotnicy 17, której położenie nie jest konieczne do zabezpieczenia niektórych przebiegów i jest tylko wynikiem połączenia w jedną parę z zasuwą przy zwrotnicy 14, ujęte są w tabelicy w nawias. W miejscach, które nie dało się zabezpieczyć zapomocą żeberek i zwrotnic, urządzone są dwie zapory i wy kolejnica.

Rys. 658 przedstawia urządzenia nastawcze na st. Gębarzewo linii dwutorowej Gniezno-Jarocin, która posiada blokadę linjową.

Stacja Gębarzewo ma dwie nastawnie, z których nastawnia od strony Żydowa (Jarocina) jest dysponująca. Wszystkie zwrotnice, pokazane na schemacie układu torów, są nastawiane ręcznie i zamykane zapomocą zasuw, nastawianych osobnemi drażkami lub włączonych w przewody sygnałowe. Semafor wjazdowy od strony Gniezna jest pod blokiem nastawni dysponującej, danie zaś sygnału na jazdę na semaforze od strony Żydowa wymaga uprzedniego zwolnienia przez nastawnię dysponującą przebiegu, będącego pod blokiem zgody. Semafony wyjazdowe mogą być nastawiane w obu nastawniach niezależnie, po zablokowaniu przebiegu blokiem o prądzie stałym, zwalnianym przez przycisk szynowy, połączony z odcinkiem izolowanym.

Rys. 659 przedstawia (według *Cauer'a*) urządzenia nastawcze na stacji przechodniej o dwóch nastawniach wykonawczych, uzależnionych od osobnego posterunku dysponującego, umieszczonego na dworcu. Jak widać z tabelicy zależności, nawet przy nader prostym układzie torów i niewielkiej ilości przebiegów w tym przykładzie, urządzenie posterunku dysponującego, oddzielonego od nastawni, wywołuje potrzebę znacznej ilości bloków. Dodać należy, że przy wjeździe na stację położenie zwrotnic w drugim jej końcu, na przedłużeniu tegoż

Rzs. 658. Urządzenia nastawcze na st. Gębarzewo
linii Gniezno—Jarocin.



NASTAWIENIA DYSKONWUJĄCA.

No porządkowy	SYGNAL	DRĄGI ZASWOWE				11
		1/II	III	4	5	
1A	ze stacji Żydowo torów 2					
2A	" " " " " 3					
3						
4D	GO " Gniezno z torów 2					
5E	" " " " " 3					
6						
7F	ZC " Gniezno torów 1					
8F	" " " " " 3					
9						
10E	ZC " Żydowo z torów 1					
11C	" " " " " 3					
12						

NASTAWIENIA WYKONAWCZA.

SYGNAL	DRĄGI ZASWOWE				1/II	III
	1	2	3	4		
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						

przebiegu, nie jest ustalone i, jeżeliby to było wymagane, to wypadłoby urządzić dodatkowe bloki zgody.

W tablicy zależności wskazany jest porządek czynności do dania sygnału na jazdę i od tegoż sygnału do powrotu wszystkich przyrządów do stanu zasadniczego, włącznie z blokami blokady linjowej. Zauważyć się tu daje, prócz bloków sygnałowych, zwalnianych z posterunku dysponującego, dodatkowe bloki osadzenia semaforów wjazdowych, stosowane na pruskich drogach żelaznych w nastawniach wykonawczych. Przyciski tych bloków są naciskane wspólnym klawiszem z przyciskami końcowych bloków linjowych i mają na celu zastąpienie bloków początkowych na wejściowym posterunku nastawczym, na którym się kończy blokada linjowa. Jeżeli bowiem po wejściu pociągu na stację sygnalista nastawni wykonawczej nie zablokuje semaforu wjazdowego i nie uzależni się w ten sposób od dyżurnego ruchu, to ma możliwość zwolnić poprzedzający posterunek blokowy i wpuścić drugi pociąg na ten sam tor stacyjny. Blok dodatkowy osadzenia semaforu wjazdowego zapobiega temu, zwalnia się zaś zapomocą przełączenia elektrycznego z blokiem semaforu wjazdowego, po jego zablokowaniu.

5. Koszta urządzeń nastawczych i blokowych.

W poniższym wykazie podano przybliżone koszty urządzeń nastawczych i blokowych. Ceny (według danych r. 1925) odnoszą się do przyrządów nastawczych typu normalnego i do przyrządów blokowych syst. Siemens'a i Halske'go, stosowanych na polskich drogach żelaznych, koszta budynków do obrębu dykcji kolejowej warszawskiej.

1. Nastawnie i nastawnice.

Nastawnia murowana o szerokości wewnętrznej 4 m, długości	
10 m do 15 m i wzniesieniu podłogi nad poziomem szyn	
4,5 m	zł. 20000 do 30000
Ława nastawnicy ze skrzynką zależności i 10—20 linijkami przebiegowymi, od miejsca na jeden drąg nastawczy (140 mm)	zł. 350 — 510
Drąg zwrotnicowy (lub zasuwowy)	„ 550
Drąg sygnałowy	„ 720
Piesek do drąga sygnałowego	„ 100
Drążek przebiegowy w podstawie pod bloki, ze skrzynką zaworową, zaworą i linijkami przebiegowymi	„ 850

2. Przewody, przyrządy wyrównawcze i inne przyrządy w torach.

100 m przewodu drutowego podwójnego z krążkami wodzącymi	„ 55
Słupki z podstawą	„ 11
2 m kanału żelaznego do przewodu podziemnego z połączeniem, zależnie od szerokości kanału	„ 7—13
Krążek zwrotny na 1 do 4 przewodów podwójnych	„ 120 — 320
Przyrząd wyrównawczy w nastawni	„ 360 — 485
„ „ zewnątrz	„ 445 — 515

które cyfry, przytoczone tamże, dowodnie stwierdzają, że, względnie do ilości wykonywanych przewozów osobowych, bezpieczeństwo podróży drogą żelazną jest znacznie większe, niż innemi drogami. Jednakże olbrzymi rozwój ruchu kolejowego sprawia, że bezwzględna ilość corocznych ofiar w ludziach i strat materialnych wskutek wypadków kolejowych jest zastanawiająco duża, co nakazuje nie zaniedbać niczego, co mogłoby im zapobiedz lub przynajmniej zmniejszyć ich ilość i rozmiary.

Na polskich drogach żelaznych w latach 1922 do 1924 ilość osób zabitych i okaleczonych w związku z ruchem kolejowym wynosiła:

	P o d r ó ż n y c h			Personelu kolejowego zabitych i okaleczonych	Osób postronnych zabitych i okaleczonych	Ogółem zabitych i okaleczonych	Ilość sztuk uszkodzonego taboru kolejowego
	przy wykolejeniach i zderzeniach pociągów zabitych	okalecz.	w innych wypadkach zabitych i okaleczonych				
w r. 1922	19	71	307	674	558	1629	2451
" 1923	2	59	204	926	672	1863	2654
" 1924	7	78	97	357	562	1101	1541

Ilość ogólna podróżnych, personelu kolejowego i osób postronnych, zabitych i okaleczonych w związku z ruchem kolejowym, wynosiła na dr. żel. niemieckich, w r. 1922, 3801 osób, na dr. żel. angielskich, w r. 1923, 6786 i na dr. żel. Stanów Zjednoczonych A. P. w tymże roku 63386. Te cyfry wskazują, że idzie tu o życie i zdrowie setek tysięcy ludzi.

Materiałem do badań nad wypadkami jest statystyka, prowadzona na drogach żelaznych, która wskazuje, jakiego rodzaju wypadki najczęściej się na nich przytrafiają, czem są spowodowane i jakie miewają następstwa.

Przy eksploatacji dróg żelaznych zaliczane są do wypadków nawet drobne na pozór wydarzenia, lecz które mogłyby mieć poważne następstwa, lub które wpływają na prawidłowość ruchu, świadczą o niewykonaniu przez personel kolejowy obowiązujących instrukcyj, dają materiał do oceny wartości materiałów i konstrukcyj i t. p. Rejestrowanie i badanie tego rodzaju wypadków przez władze kolejowe jest niewątpliwie konieczne dla zapobieżenia poważniejszym wydarzeniom i nader ważne pod względem administracyjnym i gospodarczym. Jednakże wypadki przy ruchu pociągów lub taboru, powodujące śmierć lub kalectwo podróżnych, personelu kolejowego lub innych osób, lub też duże straty materialne, zasługują na uwagę przed innemi.

Dlatego też statystyka kolejowa odróżnia *wypadki w związku z ruchem pociągów i taboru* od pozostałych wypadków, zaszłych na terytorjum drogi żelaznej w innych okolicznościach, jak naprz. w warsztatach, przy robotach budowlanych i t. p. Pomiędzy wypadkami tych dwóch kategorii zachodzi różnica nie tylko techniczna pod względem przyczyn, które je powodują, i środków zapobiegawczych, lecz zwykle także prawna pod względem odpowiedzialności drogi żelaznej, obowiązków ubezpieczenia i in.

W wypadkach, mających związek z ruchem, odróżniane są *wypadki z pociągami i taborem*, jako to wykolejenia i zderzenia pociągów oraz uszkodzenia ta-

boru w czasie ruchu pociągów, powodujące ofiary w ludziach lub poważne straty materialne, i wypadki z ludźmi, w związku z ruchem kolejowym, lecz bez wypadków z pociągami i taborem, jako to przy wsiadaniu do wagonów i wysiadaniu z nich, przy korzystaniu z przejazdów kolejowych w poziomie szyn, przy manewrach z taborem, obsłudze parowozów i wagonów, będących w ruchu, i t. p.

Zasady, według których zbierane są dane statystyczne, nie są w różnych krajach jednakowe, ani co do podziału wypadków na kategorie, ani nawet co do kwalifikowania wypadków do rejestracji. Wszędzie rejestrowane są wypadki, które bądź powodują śmierć lub okaleczenie, bądź połączone są ze stratą materialną powyżej pewnego minimum. Do okaleczeń zaliczane są zwykle wypadki, pociągające za sobą niezdolność do pracy conajmniej w ciągu 3 dni i nie powodujące śmierci w ciągu conajmniej jednej doby. O ważniejszych wypadkach powiadamiane są przełożone władze kolejowe oraz władze policyjne i sądowe i prowadzone jest dochodzenie.

Ze względu na różnice co do zasad rejestrowania wypadków, dane statystyki wypadków w różnych krajach należy porównywać z oględnością, sprawdzając je do jednakowego miernika. Ilość wypadków z podróznymi oceniają zwykle na ilość podróży w milionach. Przy ocenie tych wypadków słusznym będzie przyjmować pod uwagę średni przebieg podróznego, który jest w różnych krajach bardzo niejednakowy. Inne wypadki z ludźmi i wypadki z pociągami bywają zwykle oceniane na miljon pociągokilometrów.

O stopniu bezpieczeństwa ruchu na drogach żelaznych dają pewne pojęcie następujące dane o średniej ilości wykolejeń i zderzeń pociągów na miljon kilometrów ich przebiegu:

	W trzyleciu	Wykolejeń pociągów	Zderzeń pociągów	Ogółem zderzeń i wykolejeń
na dr. żel. polskich . . .	1922 — 1924	1,14 ¹⁾	1,76	2,90
„ „ „ rosyjskich ²⁾ . . .	1909 — 1911	2,93	2,10	5,06
„ „ „ austriackich . . .	1910 — 1912	1,94	1,38	3,32
„ „ „ prusko-heskich . . .	1911 — 1913	0,40	0,87	1,27
„ „ „ francuskich . . .	1911 — 1913	0,05	0,32	0,37
„ „ „ niemieckich . . .	1920 — 1922	0,98	0,91	1,89
„ „ „ angielskich . . .	1921 — 1923	0,61	0,36	0,97
„ „ „ Stan. Zjed. A. P. ²⁾	1921 — 1923	8,51	3,20	11,71

Następujące dane tablicy 22 o ilości wypadków z podróznymi kolejowymi pozwalają wnioskować o stopniu bezpieczeństwa podróży drogami żelaznymi, dane zaś tablicy 23 o ogólnej ilości osób, które ponoszą śmierć lub kalectwo w związku z ruchem kolejowym.

¹⁾ Tylko na szlaku.

²⁾ Pociągów i taboru (por. str. 635).

Tab. 22. Ilość podróźnych zabitych i okaleczonych w wypadkach z pociągami i wogóle w związku z ruchem.

SIEĆ KOLEJOWA	Trzechlecie	W wypadkach z pociągami			Wogóle w związku z ruchem	
		zabitych	okalecz.	zab. i okal.	zab. i okal.	zab. i okal.
		na miliard osobokilometrów				
Dr. żel. polskie	1922—1924	1,13 ¹⁾	8,40)	9,53	34,14	5,93
„ „ rosyjskie w Europie	1909—1911	0,78 ²⁾	12,97 ²⁾	13,75 ²⁾	60,87	8,78
„ „ austriackie	1910—1912	—	—	34,25 ³⁾	55,74	—
„ „ prusko-heskie	1911—1913	0,07	9,50	9,57	18,15	1,61
„ „ francuskie	1911—1913	1,92	14,42	16,34	—	—
„ „ niemieckie	1920—1922	1,12 ³⁾	9,51 ³⁾	9,63 ³⁾	20,60 ³⁾	4,78
„ „ angielskie	1921—1923	—	—	—	—	6,51
„ „ Stanów Zjedn. A. P.	1921—1923	1,33	44,55	45,88	101,75	11,72

Tab. 23. Ilość podróźnych, personelu kolejowego i osób postronnych zabitych i okaleczonych w związku z ruchem.

SIEĆ KOLEJOWA	Trzechlecie	Zabitych i okaleczonych				
		Podróźnych	Podróźnych	Personelu kolejowego	Osób postronnych	Podróźnych personelu i osób postr.
		na milion pociągokm. osobowych	na milion pociągokm osobowych i towarowych			
Dr. żel. polskie	1922—1924	5,93	3,45	8,10	7,24	18,79
„ „ rosyjskie w Europie	1909—1911	8,78	3,33	10,11	9,75	23,19
„ „ austriackie	1910—1912	—	2,66	10,82	2,34	15,82
„ „ prusko-heskie	1911—1913	1,61	0,96	2,69	0,97	4,62
„ „ francuskie	1911—1913	1,81 ⁴⁾	1,19 ⁴⁾	2,82	1,77	5,78
„ „ niemieckie	1920—1922	4,78	2,61	3,48	1,29	7,38
„ „ angielskie	1921—1923	6,51	4,20	5,76	0,31	10,27
„ „ Stanów Zjedn. A. P.	1921—1923	11,72	3,25	18,67	4,88 ⁵⁾	26,80 ⁵⁾

¹⁾ Przy wykolejeniach i zderzeniach pociągów.

²⁾ W ogóle w wypadkach nie z własnej winy.

³⁾ W r. 1922.

⁴⁾ W wypadkach z pociągami.

⁵⁾ Z wyjątkiem osób winnych wykroczenia (por. str. 640).

Podane cyfry odnoszą się do krótkich okresów i nie należy opierać na nich daleko idących wniosków. Przytoczono je dla orientacji i porównania danych dróg żelaznych polskich za ostatnie lata z danymi o wypadkach na drogach żelaznych zagranicznych w tymże okresie i przed wojną. Do pewniejszych wniosków niezbędne są dane za okresy lat kilkunastu lub kilkadziesiątu. Z tego rodzaju danych statystycznych okazuje się, że ilość wypadków na tej samej sieci kolejowej waha się nieraz w dość znacznych granicach, po części z roku na rok od przyczyn przypadkowych, po części zaś w dłuższych odstępach czasu w zależności od zwiększających się potrzeb ruchu co do jego gęstości i szybkości.

Zwiększenie gęstości i szybkości ruchu zmniejsza znacznie jego bezpieczeństwo i wymaga zastosowania w eksploatacji dróg żelaznych udoskonaleń technicznych, które nie zawsze mogą być wprowadzone we właściwym czasie. Tak naprz. na dr. żel. austriacko-węgierskich w pięcioleciu 1905 — 1909, w porównaniu z pięcioleciem poprzedzającym, ilość wypadków ruchu zwiększyła się o 41%, ilość zaś osób zabitych i okaleczonych w stosunku do przebiegu pociągów o 72%. Przeciwnie, na dr. żel. niemieckich w tymże okresie czasu ilość wymienionych wypadków zmniejszyła się odpowiednio o 5% i 4%, świadcząc o różnicy w rozwoju środków bezpieczeństwa w tym okresie na obu sieciach. W ogóle jednak, pomimo zaznaczonych wahań i coraz trudniejszych warunków ruchu, ilość wypadków na drogach żelaznych w dłuższych okresach czasu powoli, lecz stale się zmniejsza, świadcząc o wybitnym postępie techniki kolejowej.

2. Przyczyny ogólne wypadków kolejowych. Wypadki z pociągami. Wykolejenia pociągów; trudności określenia ich przyczyn. Przyczyny zależne od uszkodzeń taboru i braków w jego ustroju. Przyczyny zależne od uszkodzeń budowy spodniej i wierzchniej i braków w ich utrzymaniu. Czyny zbrodnicze.

Bezpieczeństwu podróżnych zagrażają głównie wypadki z pociągami, z których najważniejsze, ze względu na następstwa, są wykolejenia i zderzenia pociągów. Wprawdzie z danych, przytoczonych na str. 629 wynika, że jeszcze większa liczba podróżnych, niż przy tych wypadkach, ginie corocznie lub podlega okaleczeniu wskutek innych wypadków, jako to przy wsiadaniu lub wysiadaniu z wagonów, wychylaniu się z okien, samowolnem przejściu przez tory stacyjne i t. p., lecz dzieje się to przez własną ich nieostrożność, nie zaś wskutek braków w urządzeniach drogi żelaznej lub wskutek zaniedbania personelu kolejowego. Przytem wykolejenia i zderzenia pociągów są niekiedy przyczyną śmierci lub kalectwa wielu osób w jednym wypadku i powodują zwykle duże straty materialne. Zrozumiałem więc jest, że te rodzaje wypadków zwracają na siebie przed innymi uwagę zarządów kolejowych, które dążą do zapobieżenia im lub conajmniej zmniejszenia ich liczby i ciężkich następstw. W tym zaś celu niezbędne jest zbadanie przyczyn, które te wypadki wywołują i które usunąć lub których unikać należy.

Najogólniej biorąc, prócz przyczyn żywiołowych i czynów zbrodniczych, przyczyną wypadków kolejowych bywa albo zaniedbanie pracowników, albo

braki w urządzeniach kolejowych i taborze. Do tych dwóch zasadniczych rodzajów przyczyn dodać należy wadliwość lub niejasność obowiązujących przepisów, która niekiedy przyczynia się również do wypadków. Wyjaśnienie, która z tych przyczyn i w jakim szczególe spowodowała wypadek, staje się niekiedy nader trudnym w skomplikowanym mechanizmie ruchu kolejowego.

Wykolejenia pociągów należą do wypadków, których przyczynę bywa często najtrudniej określić. Jeżeli wykolejenie powstało wskutek uszkodzenia jakich części toru lub taboru, to uszkodzenia, powstałe już po wypadku jako jego skutek, tak się mieszają z uszkodzeniami, które są jego przyczyną, że trudno bywa je odróżnić. Jeżeli wykolejenie powstało nie z uszkodzenia, lecz z wadliwości budowy lub złego utrzymania taboru lub toru, to przyczyny te są, jak wiemy, tak liczne i skomplikowane, że bywa nie mniej trudno określić, która z nich w danym razie spowodowała wypadek.

We wszystkich tych wypadkach zaniedbanie służby kolejowej, pociągające za sobą ich odpowiedzialność, może występować jako przyczyna pośrednia, w innych, jak naprz. w wypadkach złego nastawienia zwrotnic, nadmiernej szybkości jazdy i t. p., jako bezpośrednia przyczyna wypadku. Ta okoliczność wielce utrudnia niekiedy zbadanie przyczyny wypadku, w którym ważnym dowodem może być świadectwo osób, które brały w nim udział. Te i inne trudności w określeniu przyczyn wypadków nie powinny bynajmniej zrażać do jak najsumienniejszego ich badania, gdyż bez poznania przyczyn złego nie podobna mu zaradzić. Jeżeli na wypadek wpływało kilka okoliczności, to należy ustalić tę okoliczność, która go ostatecznie spowodowała. Zaliczenie zaś wypadku do kategorii wydarzeń o przyczynach nie wyjaśnionych świadczy o niedość ścisłym zbadaniu wypadku i winno być o ile możności unikane.

Z uszkodzeń taboru najczęściej bywa przyczyną wykolejenia pęknięcie osi lub obręczy. Pęknięcie szyny znacznie rzadziej pociąga za sobą wykolejenie pociągu, przeważnie w tych przypadkach, gdy nastąpiło w dwóch miejscach i część szyny się oddzieli. W innych przypadkach części pękniętej szyny, będąc przymocowane do podkładów, pozostają zwykle na miejscu. Według statystyki Związku zarządów dr. żel. niemieckich za dziesięciolecie od r. 1900 do r. 1909 pęknięcia osi, obręczy i szyn były przyczyną wykolejenia pociągów, z 1000 wypadków: pęknięcia osi parowozów i tendrów w 23, osi wagonów w 41, obręczy parowozów i tendrów w 16, obręczy wagonów w 8, szyn zaś zaledwie w 0,7, t. j. w 7 wypadkach na 10 000 pęknięć.

Z przyczyn, które nie zależą od uszkodzenia taboru, najczęściej powodują wykolejenie szkodliwe ruchy parowozu (por. str. 93), które szczególnie jaszkrawo występują ze zwiększeniem szybkości jazdy. Nieodpowiedni ustrój resorów (por. str. 311) i niewyrównanie naprężeń w resorach parowozów (brak wahaczy, złe wyregulowanie wieszadeł i in.) i nadmierne zastosowanie odciążników powodują nierównomierny nacisk kół na szyny i nader niebezpieczne odciążenie niektórych kół parowozu. Przy trakcji podwójnej, jak wskazuje doświadczenie, niebezpieczeństwo wykolejenia wskutek zbyt szybkiej jazdy zwiększa się. Niedostateczna lub niejednakowa sztywność resorów zderzakowych i sprzęgowych i luźne sprzęgnięcie wagonów powodują ich ruchy węży-

kowe, szczególnie niebezpieczne w razie odciążenia niektórych kół wskutek nierównomiernego rozłożenia ładunku.

W budowie spodniej drogi żelaznej, niestałość i uszkodzenia torowiska lub dzieł sztuki, które się w niem znajdują, wskutek wpływów atmosferycznych, złego posadowienia, braków materiału i in., mogą się stać widomą przyczyną wykolejenia.

W budowie wierzchniej, rozpatrywanej pod względem kształtu toru kolejowego, przyczyną wykolejenia może stać się nieodpowiedni ustrój toru w łukach, zwłaszcza w przejściach od nich do linii prostej (por. str. 276), i ostre załamania w przekroju podłużnym (por. str. 283). Do stałości szyny niezbędne jest trwałe przytwierdzenie jej do podkładów, które może być naruszone wskutek ich złego stanu.

Przy starannym nadzorze nad torem i dobrem jego utrzymaniu, odkształcenia stałe toru kolejowego mogą być utrzymane w takich granicach, przy których zachowaniu nie będą zagrażać w danych warunkach bezpieczeństwu ruchu kolejowego. Jednakże szereg okoliczności może utrudnić należyte utrzymanie toru i stać się przyczyną wykolejenia. Świeże nasypy i podsypka świeżo podbita powodują osiadanie toru po przejściu nieledwie każdego pociągu. Torowisko gliniaste i źle odwodnione powoduje pod działaniem mrozu i następującej po nim odwilży miejscowe wysadziny tem niebezpieczniejsze, że często występujące raptownie. Niedostateczna grubość warstwy podsypki zwiększa osiadanie toru przy słabem torowisku.

W tych i tym podobnych wypadkach czasowe ograniczenie szybkości pociągów staje się niezbędne. Jednakże sam rodzaj podsypki i pośledni jej gatunek mogą być przyczyną ciągłej niestałości toru zarówno w przekroju, jak i w planie. Odkształcenia zaś toru w planie, powstające pod wpływem wężkowania i bocznego nacisku kół parowozów, niekiedy zaś pod działaniem wysokiej temperatury przy niedostatecznych luzach pomiędzy szynami, są szczególnie niebezpieczne, jako często będące przyczyną wykolejenia.

Oczywiście, że niebezpieczeństwo wykolejenia zwiększy się, jeżeli niektóre z wymienionych niepomyślnych okoliczności się zbiegną, i w tych właśnie warunkach przypadkowego zbiegnięcia się pewnego braku w taborze z brakiem w torze następuje często wykolejenie. Na te więc łączne okoliczności oraz na szybkość jazdy, która może je pogarszać, należy przy badaniu przyczyn wypadku wykolejenia zwracać uwagę.

Wreszcie przyczyną wykolejenia może być zamach zbrodniczy, wyrażający się w ułożeniu na torze przeszkód, w rozmyślnem odkształceniu toru, uszkodzeniu jakiej części budowy wierzchniej lub spodniej i in. Przedmioty, nawet dość duże i ciężkie, leżące na szynach, zwykle odrzuca, bez następstw, zgarniacz, umieszczony na przodzie parowozu. Natomiast mogą spowodować wykolejenie przedmioty, leżące przy szynach, których nie dosięgnie zgarniacz i nie skruszy obrzeże koła, jak naprz. narzędzia, niebacznie pozostawione przez robotników. Możliwość złej woli zwiększa oczywiście trudności zbadania przyczyn tych wypadków, w których odróżnienie uszkodzeń, będących przyczyną

wypadku, od uszkodzeń, będących jego skutkiem, jest samo przez się nader trudne.

3. Zderzenia pociągów na szlaku i na stacjach. Znaczenie blokady linjowej i urządzeń nastawczych. Zaniedbania personelu a samoczynne urządzenia bezpieczeństwa. Wybuchy kotłów parowozowych i inne wypadki z pociągami. Wypadki z taborem. Statystyka wypadków kolejowych w Stanach Zjednoczonych A. P.

Zderzenia pociągów pomiędzy sobą, z taborem i z różnemi przeszkodami następują zwykle wskutek niezachowania przepisów ruchu i niedbalstwa personelu kolejowego. Opóźnienia pociągów, zatrzymania pociągu na szlaku, jazda po niewłaściwym torze i inne zakłócenia prawidłowego ruchu pociągów narstęczają sposobność do zaniedbań personelu, powodujących te ciężkie wypadki. Aby zapobiedz zderzeniom pociągów, przepisy ruchu określają szczegółowo porządek przyjmowania i wyprawiania pociągów oraz jazdy na szlaku, w celu zaś zapobieżenia pomyłkom stosują się znane nam urządzenia i przyrządy bezpieczeństwa.

Zderzeniom na szlaku zapobiega najskuteczniej bezwzględna blokada linjowa. Dlatego też pożądanę jest, aby była zaprowadzona nie tylko na linjach dwutorowych dla zwiększenia ich przelotności, lecz również na jednotorowych, chociażby w postaci berł, których wydawanie uzależnione jest mechanicznie od zezwolenia następnej stacji, jak to przyjęto z zasady na wielu drogach żelaznych angielskich i amerykańskich.

Zderzenia pociągów na stacjach pochodzą przeważnie wskutek złego nastawienia zwrotnic i niezależnienia ich od sygnałów oraz wskutek niezabezpieczenia przebiegu pociągów od manewrów. Tym wypadkom zapobiegają skutecznie urządzenia nastawcze i blokada stacyjna, które na drogach żelaznych polskich, zwłaszcza w b. dzielnicy rosyjskiej, dotąd, niestety, tylko na pewnych linjach i na główniejszych stacjach są zaprowadzone.

Postępy techniki w zakresie urządzeń bezpieczeństwa i fakt, że najpoważniejsze wypadki kolejowe mają za przyczynę niedbalstwo lub nieuwagę ludzi, nasuwają myśl, że jaknajdalej idące zmechanizowanie wszystkich czynności w zakresie trakcji i ruchu kolejowego i wyłączenie udziału w nich czynnika ludzkiego pozwoliło by uniknąć tych wypadków. Objawem dążenia do ulepszeń w tym kierunku jest naprz. zastosowanie do blokady linjowej urządzeń samoczynnych, a mianowicie nastawiania ramion semaforów na odstępach blokowych pod bezpośredniem działaniem nacisku kół parowozów na przyciski w torze; zastosowanie przyrządów, samoczynnie wprawiających w ruch hamulce w razie przejechania sygnału „stój“ i t. p.

Jednakże urządzenia, nie mające stałego nadzoru, mogą stać się przyczyną niebezpieczeństwa w razie zepsucia lub nieprzewidzianych okoliczności. Jeżeli, naprz., w zajęty odstęp blokowy blokady samoczynnej wjedzie, wbrew przepisom, drugi pociąg, to może on być najechany przez pociąg następny, któremu pociąg pierwszy, po przejechaniu odstepu, samoczynnie da sygnał „wolna droga“. Przyrządy, samoczynnie działające z toru na hamulce, lub da-

jące na parowozie dodatkowe sygnały, wymagają dodatkowych urządzeń na parowozie, a więc nie działają na parowozy, które ich nie posiadają, natomiast zaś usypiają bacność maszynistów na sygnały na linii. Ze względu na te okoliczności blokada samoczynna, również jak przyrządy samoczynnie hamujące lub dające sygnały na parowozie, stosowane są na niewielu drogach żelaznych. Ciężkie wypadki zderzenia pociągu z taborem następują niekiedy w związku z rozerwaniem się pociągu, wyłącznie wskutek nieuwagi i nieroztropności obsady pociągowej i służby drogowej, i t. p.

Te przykłady wskazują, że urządzenia samoczynne nie są w stanie zapobiedz same przez się wypadkom i że należy je uważać raczej jako dodatkowe zabezpieczenie i kontrolę czynności personelu kolejowego, który winien działać świadomie, według dobrze ułożonych, jasnych i zwięzłych przepisów i instrukcyj.

Zasadniczym warunkiem bezpieczeństwa ruchu pociągów jest dobra sygnalizacja i pewnie działające hamulce. W miarę zwiększania szybkości pociągów, szczególnie ważnym jest, aby maszynista był dość wcześnie uprzedzony o konieczności zatrzymania pociągu. Ponieważ widzialność sygnałów na dużą odległość nie zawsze może być osiągnięta, zwłaszcza w przypadku mgły, zamieci i t. p., sygnał główny winien poprzedzać dobrze różniący się od niego sygnał ostrzegawczy, jak to nakazują nowe przepisy sygnalizacji polskich dróg żelaznych.

O przyczynach trudności w zastosowaniu hamulców zespolonych w długich pociągach towarowych było mówione w dziale II (por str 126). Na polskich drogach żelaznych hamulce zespolone są stosowane w tych tylko pociągach towarowych, które są zestawiane z wagonów amerykańskich (por str. 535). Za przykładem Stanów Zjednoczonych A. P., gdzie od lat kilkunastu zastosowanie hamulców zespolonych jest obowiązujące we wszystkich pociągach, należy dążyć, aby te hamulce były wprowadzone u nas również we wszystkich pociągach towarowych.

Ze zwiększeniem szybkości jazdy i ciężaru pociągów zapewnienie bezpieczeństwa ruchu staje się coraz trudniejszym, gdyż jeszcze szybciej zwiększa się energia kinetyczna pociągu, którą winny strawić hamulce w razie konieczności jego zatrzymania, wrażliwość zaś ludzka na otrzymywane sygnały ma swoje granice. Te powody nakazują oględność w zastosowaniu wielkich szybkości jazdy, chociażby stan toru i taboru na nie pozwalał. W okolicznościach zaś mniej pomyślnych, jak naprz. czasowego pogorszenia się stanu urządzeń kolejowych, zmniejszenie szybkości pociągów należy uważać za jeden z najskuteczniejszych sposobów zapewnienia bezpieczeństwa ruchu.

Z innych wypadków z pociągami, oprócz wymienionych wyżej, do najważniejszych należy *wybuch kotła parowozu*, który najczęściej bywa spowodowany zaniedbaniem obsługi parowozowej w podtrzymaniu należytego poziomu wody w kotle, rzadziej brakami materiału. Pożary pociągów, napady na pociągi i inne wypadki, nie mające charakteru technicznego, można tu pominąć.

Wypadki z taborem, jako to wykolejenia i zderzenia taboru przy jego przecaczaniu, pochodzą z tych samych przyczyn, co podobne wypadki z pociągami,

jednakże nie miewają zwykle tak poważnych następstw, jak tamte, ze względu na mniejszą szybkość ruchu. Ofiary w ludziach w wypadkach z taborom należą prawie wyłącznie do personelu kolejowego.

Najlepszych wskazówek co do tego, jakie znaczenie dla eksploatacji kolejowej mają różne rodzaje wypadków i jakie przyczyny je spowodowują, należy szukać w dobrej statystyce wypadków. Ona daje również odpowiedź na pytanie, jakie braki usuwać i jakich nieprawidłowości unikać należy, aby bezpieczeństwo ruchu najskuteczniej zapewnić. Niestety, statystyka wypadków w niektórych tylko krajach prowadzona jest dostatecznie szczegółowo i podawana do publicznej wiadomości. Na polskich drogach żelaznych statystyka wypadków znajduje się w okresie organizacji. Cenny materiał zawiera statystyka dróg żelaznych Związku niemieckiego, prowadzona od szeregu lat, jak również statystyka wypadków dróg żelaznych angielskich, wychodząca miesięcznymi zeszytami. Jednakże najbardziej szczegółowe i wzorowo ugrupowane wiadomości statystyczne o wypadkach wydają w druku Stany Zjednoczone A. P. Jakkolwiek więc warunki eksploatacji dróg żelaznych amerykańskich różnią się znacznie od naszych, to jednak rozpatrzenie tej statystyki, odnoszącej się do najrozleglejszej sieci dróg żelaznych na kuli ziemskiej, gdyż obejmującej trzecią część eksploatowanej ich długości, jest nader pouczające.

Według osobnego prawa, wszystkie towarzystwa kolejowe w Stanach Zjednoczonych A. P. obowiązane są pod karą pieniężną do składania co miesiąc międzystanowej komisji handlu (por. str. 30) doniesień, pod przysięgą co do ich prawdziwości, o wypadkach, połączonych ze szkodą na zdrowiu osób lub ze stratą majątności drogi żelaznej. Komisja ustala formę doniesień o wypadkach, przepisuje, jakie szczegóły zawierać winny i przeprowadza, według swego uznania, dochodzenie poważniejszych wypadków. Podlegają doniesieniu wypadki, powodujące stratę majątności drogi żelaznej powyżej 150 dol. (nie licząc wynagrodzenia strat innych osób), śmierć czyjąkolwiek, lub okaleczenie, powodujące niezdolność do zajęć: pracownika kolejowego w ciągu dnia 3, innych zaś osób w ciągu dnia jednego. Jeżeli śmierć nastąpiła po upływie 24 godzin, wypadek zalicza się do okaleczeń. Wypadki dzielą się na trzy główne kategorie, jako to: pociągowe (z pociągami i taborom, będącym w ruchu), inne wypadki w związku z ruchem, nie powodujące strat materialnych, lecz śmierć lub okaleczenie, i wypadki nie mające związku z ruchem.

W tablicy 24 podano ilość wypadków z pociągami i taborom, zaszłych w r. 1923 na drogach żelaznych Stanów Zjednoczonych A. P. z podziałem według przyczyn i ze wskazaniem następstw wypadków.

W wypadkach wykolejeń ujawnia się przeważny wpływ braków w taborze, jako to w zestawach kół i w wózkach, i przeszło o połowę mniejszy wpływ braków w torze. Przyczyną zderzeń było prawie wyłącznie zaniedbanie personelu. Wpływ poszczególnych przyczyn na częstość wypadków daje się ocenić z cyfr tablicy, ujętych w główniejszych grupach wypadków i ich przyczyn procentowo.

4. Wypadki z ludźmi w związku z ruchem kolejowym. Wypadki personelu drogi żelaznej. Wypadki podróżnych. Wpadki osób postronnych. Przejazdy w poziomie.

Wypadki wyłącznie z ludźmi, będące w związku z ruchem kolejowym, dotykają przeważnie personel kolejowy. Oswojenie się z niebezpieczeństwem przy spełnianiu różnych czynności służbowych zmniejsza bacność personelu i wpły-

Tab. 26. Ilość wypadków z pociągami i taborem zaszyłych w r. 1923 na drogach żelaznych Stanów Zjednoczonych A. P. z podziałem według przyczyn i ze wskazaniem następstw wypadków.

PRZYCZYNY WYPADKÓW	Wykolejenia		Zderzenia		Wybuchy kotła		Inne wypadki z parowozem		Różne wypadki z pociągami i taborem		Ogółem wypadki z pociągami i taborem		Wartość szkód w majątku drogi żelaznej tys. złotych
	Ilość	%	Ilość	%	Ilość	%	Ilość	%	Ilość	%	Ilość	%	
I. Zaniedbania personelu	1625	9,7	6106	85,9	46	68,6	—	—	354	13,4	8131	29,6	42 200
a) ruchu pociągów	1	—	60	—	—	—	—	—	—	—	61	—	—
b) sygnalizacji	164	—	1052	—	—	—	—	—	5	—	1251	—	—
c) hamulców powietrznych	71	—	44	—	—	—	—	—	70	—	185	—	—
" ręcznych	96	—	1161	—	—	—	—	—	14	—	1271	—	—
d) zwrotnic	728	—	402	—	—	—	—	—	17	—	1147	—	—
e) szybkości jazdy	115	—	285	—	—	—	—	—	3	—	406	—	—
f) porządku manewrów	91	—	989	—	—	—	—	—	35	—	1115	—	—
g) różnym	565	—	3387	—	46	—	—	—	210	—	4216	—	—
II. Braki lub uszkodzenia taboru.	8470	50,8	670	9,4	6	9,0	971	100,0	1705	64,9	11 822	43,0	57 700
a) kotłów parowozowych	—	—	—	—	6	—	—	—	—	—	6	—	—
b) innych części parowozu	208	—	17	—	—	—	739	—	3	—	967	—	—
c) wózków	2270	—	—	—	—	—	20	—	51	—	2341	—	—
d) kół i osi	3164	—	—	—	—	—	206	—	57	—	3427	—	—
e) hamulców powietrznych	340	—	35	—	—	—	2	—	252	—	629	—	—
f) hamulców ręcznych	951	—	197	—	—	—	3	—	11	—	1162	—	—
g) sprzęgieł	331	—	250	—	—	—	1	—	159	—	741	—	—
h) cięgier	667	—	100	—	—	—	—	—	143	—	910	—	—
i) pudeł i innych części	539	—	71	—	—	—	—	—	1029	—	1639	—	—

III. Braki i nienależyte utrzymanie toru i budowli	3779	22,6	15	0,2	—	—	—	—	7	0,0	3801	13,8	17500
a) mostów i tuneli	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	13	—	—
b) podkładów	423	—	—	—	—	—	—	—	—	—	423	—	—
c) szyn uszkodzonych	799	—	—	—	—	—	—	—	—	—	799	—	—
d) szyn przytwierdzenia i połączenia	531	—	—	—	—	—	—	—	—	—	531	—	—
e) zwrotnic i krzyżownic	717	—	7	—	—	—	—	—	—	—	724	—	—
f) urządzeń nastawczych	7	—	2	—	—	—	—	—	—	—	9	—	—
g) utrzymania toru	1289	—	6	—	—	—	—	—	7	—	1302	—	—
IV. Różne przyczyny	2834	16,9	324	4,5	15	22,4	—	—	570	21,7	3743	13,6	25700
a) niewłaściwy naładunek	302	—	1	—	—	—	—	—	37	—	340	—	—
b) zaniedbanie osób postronnych	32	—	35	—	—	—	—	—	9	—	76	—	—
c) czyny zbrodnicze	117	—	26	—	—	—	—	—	10	—	153	—	—
d) przyczyny łączne i przypadkowe	1680	—	242	—	5	—	—	—	429	—	2356	—	—
e) przyczyny niewyjaśnione	703	—	20	—	10	—	—	—	85	—	818	—	—
Ogółem wypadków	16708	100	7115	100	67	100	971	100	2636	100	27497	100	143100
Następstwa wypadków: Wartość szkód w majątku kolejowym tys. zł.	95400	66,6	35800	25,1	2100	1,4	2000	1,4	7800	5,5	143100	100	—
Ilość osób zabitych i okaleczonych	2694	48,4	2530	45,4	103	1,9	15	0,3	228	4,0	5570	100	—
Podróżnych	1385	—	1280	—	2	—	—	—	37	—	2704	—	—
Personelu kolejowego	954	—	1052	—	99	—	15	—	94	—	2214	—	—
Osób postronnych, nie winnych wykroczenia	241	—	177	—	1	—	—	—	96	—	515	—	—
Osób postronnych winnych wykroczenia	114	—	21	—	1	—	—	—	1	—	137	—	—

wa na częstość tych wypadków, pochodzących przeważnie z nieuwagi ofiar. Służba kolejowa nie jest sama przez się bardziej niebezpieczna, niż wiele innych zawodów. Według statystyki niemieckiej, na tysiąc pracowników ilość zabitych i okaleczonych jest w górnictwie, hutnictwie, walcownictwie, młynarstwie, piwowarstwie, furmaństwie i in. 3 do 6 razy większa niż w kolejnictwie.

Największa ilość wypadków, którym podlega *personel kolejowy*, zachodzi przy sprzęganiu i rozprzęganiu wagonów oraz przy wskakiwaniu i wyskakiwaniu z parowozów i wagonów. Niebezpieczeństwo sprzęgania i rozprzęgania wagonów byłoby znacznie mniejsze, gdyby te czynności nie wymagały wchodzenia pomiędzy wagony. Z tego względu różni wynalazcy starali się oddawna obmyślić taką zmianę w ustroju sprzęgieł, któraby pozwoliła obsługiwać je z zewnątrz toru. Na drogach żelaznych Stanów Zjednoczonych A. P. zastosowano już od dłuższego czasu sprzęgła samoczynne, sprzęgające wagony przy zetknięciu się zderzaków. Wprowadzeniu tego ulepszenia w taborze dróg żelaznych europejskich stoi na przeszkodzie niejednakowy ustrój wagonów w różnych zarządach dróg żelaznych oraz duży koszt wprowadzenia sprzęgieł nowego systemu. Z drugiej strony, statystyka dróg żelaznych w Stanach Zjednoczonych A. P. wskazuje, że wypadki z ludźmi przy sprzęganiu i rozprzęganiu wagonów są tam również dość częste.

Zespolone nastawianie zwrotnic, prócz zabezpieczenia ruchu pociągów w obrębie stacji, zmniejsza wypadki personelu kolejowego, usuwając z torów przeważną ilość zwrotnicznych. Na zmniejszenie ilości wypadków pozostałego personelu stacyjnego niewątpliwie wpływa dodatnio zachowanie odpowiedniej szerokości międzytorzy, po których się ruch pieszy przeważnie odbywa, i dobre oświetlenie terytorjum stacyjnego.

Podróżni podlegają wypadkom nie przy wypadkach z pociągami przeważnie wskutek własnej nieostrożności przy wsiadaniu do wagonów i wysiadaniu oraz przy samowolnem przejściu przez tory kolejowe. Jednakże wypadki tego rodzaju zachodzą również wskutek tego, że dojście podróżnych do pociągów bywa urządzone w poziomie szyn. Jak już zauważono (por. str. 485), zastosowanie tunelów osobowych pod torami lub nad nimi, zwłaszcza na stacjach, na których ruch jest większy, wskazane jest nie tylko ze względu na bezpieczeństwo podróżnych, lecz również ze względu na sprawność ruchu kolejowego.

Osoby postronne podlegają wypadkom, będącym w związku z ruchem kolejowym, przeważnie wskutek najazdu na przejazdach w poziomie szyn lub w innych miejscach, a także przy wskakiwaniu do pociągów i wyskakiwaniu. Zachodzi tu wiele wypadków z ludźmi, którzy wdzierają się na terytorjum kolejowe wbrew obowiązującym przepisom, a niekiedy nawet w zamiarze popełnienia przestępstwa. Do ochrony tych osób droga żelazna nie jest oczywiście obowiązana, jakkolwiek we własnym interesie winna dbać o należyte ogrodzenie terytorjum kolejowego.

Ogólne zastosowanie na budujących się drogach żelaznych przejazdów dołem lub górą zamiast przejazdów w poziomie szyn pociągnęłoby za sobą tak wielkie koszta, że utrudniłoby poważnie, w przypadku zaś linii drugorzędnych wprost uniemożliwiło niezbędny rozwój sieci kolejowej. Zastąpienie przejaz-

Tab. 25. Wypadki zasze w r. 1923 na drogach żelaznych Stanów Zjednoczonych A. P. w związku z ruchem z wyjątkiem wypadków z pociągami i tarem.

RODZAJ WYPADKÓW	Wypadków		Z a b i t y c h i o k a l e c z o n y c h		Osób postronnych		Ogółem					
	Ilość	%	Podróżnych		Personelu kolejow.		nie winnych wykroczenia					
			Ilość	%	Ilość	%	Ilość	%				
									Ilość	%		
1. Przy sprzeganiu i rozprzeganiu parowozów i wagonów	2057	3,7	—	—	2057	5,3	—	—	2057	3,6		
2. Przy łączeniu i rozłączaniu przewodów parowych i powietrznych.	547	1,0	—	—	547	1,4	—	—	547	0,9		
3. Przy obsłudze parowozów	8029	14,7	—	—	8074	20,7	—	—	8074	14,0		
4. Przy hamowaniu ręcznym.	2595	4,8	—	—	2595	6,7	—	—	2595	4,5		
5. Przy nastawianiu zwrotnic	1085	2,0	—	—	1085	2,8	—	—	1085	1,9		
6. Zderzenia z budowlami	977	1,8	5	0,2	906	2,3	11	0,1	55	1,0		
7. Przy wsiedaniu i wysiedaniu z parowozów i wagonów	11262	20,7	1419	43,2	8197	21,1	182	1,8	1464	25,7		
8. Na przejazdach w poziomie szyn	5152	9,4	7	0,2	129	0,3	8037	80,3	280	4,9		
9. Najazdy w innych miejscach	4931	9,1	107	3,2	1315	3,4	634	6,2	2875	50,5		
10. Różne wypadki	17835	32,8	1743	53,2	13920	36,0	1157	11,6	1015	17,9		
Ogółem.	54 470	100	3281	100	38825	100	10 021	100	5 689	100	57816	100

dów w poziomie przejazdami dołem lub górą na liniach istniejących bywa niekiedy nader trudne z powodu dostosowania innych budowli kolejowych do przyjętego poziomu szyn i zabudowania miejscowości, przyległej do terytorjum drogi żelaznej. Z tych względów należy liczyć się z koniecznością istnienia przejazdów w poziomie szyn, zwłaszcza na liniach drugorzędnych, i starać się zmniejszyć ich niebezpieczeństwo właściwymi w każdym przypadku środkami ostrzeżenia, ochrony lub stałej obsługi, które były już omówione powyżej (por. str. 217), zwłaszcza zaś dbać, aby zbliżający się pociąg był dość wcześnie widoczny dla osób, dojeżdżających do przejazdu nieochranianego.

Nie należy jednak sądzić, aby przez zastosowanie nawet stałej obsługi i zamykania przejazdów na czas przejścia pociągów wypadki na nich dały się zupełnie uniknąć, gdyż nieostrożność korzystających z przejazdów często nie zna granic. Do zwiększenia ilości wypadków na przejazdach wskutek korzystania z nich pomimo ostrzeżenia, że pociąg nadchodzi, lub nawet przy zamkniętych rogatek przez ich połamanie, przyczynił się zwłaszcza rozwój automobilizmu. Dlatego też na liniach kolejowych pierwszorzędnych przebudowa ruchliwych przejazdów w poziomie szyn na przejazdy dołem lub górą będzie, bez względu na trudności techniczne i koszty, rozwiązaniem jedynie odpowiednim.

W tablicy 25 podano ilość wypadków zaszłych w r. 1923 na drogach żelaznych Stanów Zjednoczonych A. P. w związku z ruchem, z wyjątkiem wypadków z pociągami i taborem, z podziałem według przyczyn. Tu ujawnia się wielka ilość wypadków z podróżnymi przy wsiadaniu i wysiadaniu oraz wypadków personelu kolejowego w tychże okolicznościach i przy obsłudze parowozów. Zwraca również uwagę znaczna ilość wypadków personelu przy sprzęganiu, pomimo zaprowadzenia sprzęgieł automatycznych, które wymagają niekiedy ręcznej obsługi. Osoby postronne ulegały głównie wypadkom najechania na przejazdach w poziomie szyn na automobile. W ciągu ostatnich lat sześciu ilość zarejestrowanych samochodów wzrosła niemal trzykrotnie, jednocześnie zaś ilość tych wypadków zwiększyła się o 50%. Liczne wypadki najechania osób postronnych, idących plantem poza przejazdami, wskakujących lub wyskakujących z pociągów i t. p. statystyka amerykańska zalicza do osobnej kategorii wypadków z osobami winnymi wykroczenia.

Bibliografja Dróg Żelaznych.

A. Książki i Broszury.

Encyklopedje i dzieła ogólne o drogach żelaznych.

- Wood N.* A practical treatise on railroads. Londyn 1825.
- Tredgold Th.* A practical treatise on railroads and carriages Londyn 1825.
- Biot Et.* Manuel des constructeurs de chemins de fer. Paryż 1834. (przekład polski W. Górskiego: Pismo podręczne dla budującego drogi żelazne. Warszawa 1842).
- Perdonnet et Polonceau* Portefeuille de l'ingénieur des chemins de fer. Paryż 1843—46.
- Perdonnet.* Traité élémentaire des chemins de fer. Paryż 1855. Wyd. III, 4 t. Paryż 1865.
- Goschler Ch.* Traité pratique de l'entretien et de l'exploitation des chemins de fer. 2 wyd 5 t. Paryż 1870—1881.
- Couche.* Voie, matériel roulant et exploitation technique des chemins de fer. 3 t. Paryż 1868-76.
- Weber M. M.* Schule des Eisenbahnwesens. Lipsk 1861. Wyd. IV, 1885.
- Jacquin F.* De l'exploitation des chemins de fer. Paryż 1868.
- Głuszyński J.* Leczni żelaznych dorog, czytannija w Institutie inżynierow putiej soobszczenia (litografowane) 1869—80.
- Winkler Dr. E.* Vorträge über Eisenbahnbau. Praga 1871—83.
- Kaven.* Vorträge über Strassen-und Eisenbahnbau. Akwizgran 1870—1882.
- Heusinger von Waldegg.* Handbuch für specielle Eisenbahntechnik, 5 t. Lipsk 1873—1882.
- Jarmund Stan.* Zasady budowy i utrzymania kolei żelaznych. Tom I. Lwów 1874.
- Lavoigne E. et Pontzen E.* Les chemins de fer en Amérique. Paryż 1880.
- Flamache A., Huberti A. et Stewart.* Traité d'exploitation des chemins de fer. 4 t. Bruksela 1885—1898
- Humbert G.* Traité complet des chemins de fer 3 t. Paryż 1891. Wyd. II, 1908.
- Bricka C.* Cours des chemins de fer professé à l'école nationale des ponts et chaussées. 2 t. Paryż 1894.
- Carpentier A. et Maury G.* Traité pratique des chemins de fer. Paryż 1894.
- Moreau A.* Traité des chemins de fer. 6 t. Paryż 1898.
- Galine L.* Exploitation technique des chemins de fer. Paryż 1924.
- Schoeller et Fleurquin.* Exploitation technique des chemins de fer. Paryż 1901.
- Vicaire E. et Maison F.* Cours de chemins de fer. Paryż 1901—1903.
- Mills.* Railway construction. Londyn 1900.
- Gordejenko J.* Kurs żelaznych dorog. Petersburg 1898.
- Troske L. u. Schultz-Niborn.* Allgemeine Eisenbahnkunde. 3 t. Lipsk 1907.
- Tschertou.* Der Eisenbahnbau. Wiesbaden 1908.

- Wasutyński A.* Drogi żelazne. Warszawa 1910.
- Röll Dr.* Encyklopädie des Eisenbahnwesens. Wiedeń 1890-95, II wyd. 10 tomów 1912-1923
- Loewe F. u. Zimmermann H.* Handbuch der Ingenieurwissenschaften. V Teil. Der Eisenbahnbau. 8 t. Lipsk (p. poszczególne działy).
- Blum, Borries u. Barckhausen.* Die Eisenbahntechnik der Gegenwart. 5 t. Wiesbaden. (p. poszczególne działy).
- Lueger Otto.* Lexikon der gesamten Technik. Stuttgart 1901. II wyd. 8 tomów 1904.
- H. Wegele.* Eisenbahnbau, w Esselborn'a: Lehrbuch des Tiefbaues. Lipsk 1914.
- Frahm.* Das englische Eisenbahnwesen. Berlin 1911.
- Swingle.* The art of railroading or the technique of modern transportation. Chicago 1907.
- Raymond W. G.* The elements of railroad engineering. Nowy Jork 1919.
- Kolejnictwo.* Dział XI podręcznika „Technik“, opracowanego według niemieckiego pierwowzoru, wydane przez stowarzyszenie „Hütte“. Warszawa 1908.
- Koleje żelazne.* Dział II. Podręcznika inżynierskiego, wyd. dr. inż. S. Bryły. Lwów 1925.
- G. Lucas.* Eisenbahnwesen, w podręczniku: Taschenbuch des Bauingenieurs Förster'a. 3-cie wyd. Berlin 1920.
- Cegliński K.* Kurs żelaznych dorog. Moskwa 1915.
- Karejsza S.* Kurs żelaznych dorog. Petersburg 1916.
- Vanderrydt H. et Minsart E.* Cours d'exploitation des chemins de fer. Paryż 1922.
- Hoff, Kumbier u. Anger.* Das deutsche Eisenbahnwesen der Gegenwart. 2 t. Berlin 1923.
- Reichsverkehrsministerium.* Die deutschen Eisenbahnen 1910 bis 1920. Berlin 1923.
- Dautry, Germet et Massé.* Cours de chemins de fer. Paryż 1923—1925.
- Wątarek K.* Budowa kolei żelaznych. 2 t. Warszawa 1924.

Dzieła ogólne o drogach żelaznych znaczenia miejscowego, tramwajach i drogach żelaznych miejskich.

- Idzkowski A.* Chemin de fer statique et ses immenses avantages sur la construction des chemins de fer actuels. Paryż 1857.
- Goschler M. Ch.* Les chemins de fer necessaires. Paryż 1873.
- Weber M. M.* Die Praxis des Baues und Betriebes der Secundärbahnen. Weimar 1873.
- Spooner.* Narrow gauge railways. Londyn 1879.
- Parkinson R. M.* Light railway construction. 1902.
- Sampitè A.* Les chemins de fer à faible trafic en France. Établissement et exploitation. Paryż 1887.
- Humbert.* Traité des chemins de fer d'interêt local. Paryż 1893.
- Levy-Lambert.* Chemins de fer funiculaires. 1893
- Guédon.* Traité pratique des chemins de fer d'interêt local. 1901.
- Hostmann.* Der Bau und Betrieb der Schmalspurbahnen. Wiesbaden 1881.
- Zežula.* Im Bereiche der Schmalspur. Serajewo 1893.
- Fischl.* Die Tertiärbahn. Wiedeń 1893.
- Hilse.* Handbuch der Strassenbahnkunde. Monachium 1892-3.
- Taubert.* Die Bauausführung und der Betrieb von Kleinbahnen. Berlin 1894.
- Haarmann.* Die Kleinbahnen. Berlin 1896.
- Birk A.* Der Betrieb der Lokalbahnen. 1900.
- Dolezalek.* Die Zahnbahnen. (Eis.-Techn. der Geg. III 4, A). Berlin 1905.
- Blum O., Rimmrott, Borries.* Stadtbahnen. Lokomotiven und Triebwagen für Schmalspur-, Förder-, Strassen- und Zahnbahnen (Eis.-Techn. der Geg. III 4, B u. C). Berlin 1907.
- Rimmrott, Borries, Abt, Blum.* Fahrzeuge für Schmalspur-, Förder- und Strassenbahnen. Städtische Bahnanlagen. (Eis.-Techn. der Geg. III 4, C u. D). Berlin 1909.
- Sapin C.* Les voies ferrées d'interêt local en France. Bruksela 1911.
- Von Wittek H.* Entwicklung und Funktion der Bahnen niederer Ordnung im Verkehrswesen. Wiedeń 1912.

- Weiss J.* O budowie i zakładaniu kolejek leśnych, polnych i t. p. Lwów 1913.
- Giese.* Schnellstrassenbahnen. Berlin 1917.
- Limasset L.* Cours de routes et voies ferrées sur chaussées. Chemins vicinaux. Paryż 1918.
- Baltzer E.* Kolonial- und Kleinbahnen. Berlin 1920.
- Blum O., Schimpff G. u. Schmidt W.* Städtebau. (Handbibliothek für Bauingenieure II. Teil 1. Band). Berlin 1921.
- Petersen R.* Verkehrsfragen bei Stadterweiterungen. Erläutert an Beispielen von Zürich und Danzig. Berlin 1921.
- De Courten M.I. Bey.* Les chemins de fer à voie d'un mètre. Paryż 1922.
- Birk A.* Schmalspurbahnen. (Hdb. d. Ing.-Wiss. V, 7). 2 wyd. Lipsk 1910.
- Abt R. und Abt S.* Lokomotiv-Steilbahnen und Seilbahnen. (Hdb. d. Ing.-Wiss. V, 8). Lipsk.
- Stacewicz J. i Kamiński A.* Stroitel'naja czast' tramwajew i wtorostepennyh železnych dorog. Petersburg 1913.
- Podoski R.* Tramwaje i koleje elektryczne. 2 t. Warszawa 1922.

DZIAŁ I.

Rozdz. I i p. 1 rozdz. III. Historja dróg żelaznych.

- Statuta* Towarzystwa drogi żelaznej między Warszawą i Wiedniem. Warszawa 1839.
- Przepisy* porządkowe drogi żelaznej Warszawsko-Wiedeńskiej. Warszawa 1845.
- Dokumenta* dotyczące nadania dróg żelaznych w Królestwie Polskiem. Warszawa 1857.
- Urzędzenia* dla dróg żelaznych w Królestwie Polskiem ukazem Najwyższym towarzystwom prywatnym ustąpionych. Warszawa 1859.
- Bretschneider D.* Projekt drogi żelaznej od Bochni przez Lwów, Czerniowce do granicy Mołdawji. Lwów 1841.
- Statuta* Towarzystwa drogi żelaznej Krakowsko-górnośląskiej. Wrocław 1844.
- Kolej wielkopolska.* Poznań 1842.
- Osiecki J.* Koleje żelazne w Galicji i stosunek tychże do kolei w Polsce i Rosji. Wiedeń 1858.
- Hilchen.* Historja drogi żelaznej Warszawsko-Wiedeńskiej (1835—1848—1898). Warszawa 1912.
- Wątorek K.* Rozwój kolei żelaznych. Warszawa 1924.
- Wroński Hoene.* Rails mobiles ou chemins de fer mouvants. Paryż 1837.
- Wroński Hoene.* Pétition aux deux chambres législatives de France sur la barbarie des chemins de fer et sur la réforme scientifique de la locomotion. Paryż 1838.
- Daru.* Histoire des chemins de fer. 1843.
- Grippon-Lamotte.* Historique du réseau des chemins de fer français. 1904.
- Masson K.* Histoire des chemins de fer. Paryż 1912.
- Peschaud M.* Les chemins de fer pendant la guerre 1914—1918. Paryż 1919.
- Adams.* Railroads, their origin and problems. Nowy Jork 1880.
- Francis.* History of the english railways. 1820—45. Londyn 1851.
- Flint H. M.* The railroads of the United States. History and Statistics. Filadelfja 1868.
- Brown.* History of the first locomotive in England.
- Pratt E. A.* A history of inland transport and communication in England. Londyn 1912.
- Lewin H. G.* The British railway System: outlines of its early development to the year 1844. Londyn 1914.
- Stürmer.* Geschichte der Eisenbahnen. Bydgoszcz 1872—76.
- Haberer Dr. Th.* Geschichte des Eisenbahnwesens. Wiedeń 1884.
- Curt Merckel.* Die Ingenieurtechnik im Alterthum. Berlin 1899.
- Rtegels.* Die Verkehrsgeschichte der deutschen Eisenbahnen. Elberfeld 1889.
- Geschichte der Eisenbahnen* der oesterreichisch-ungarischen Monarchie. 4 t. Wiedeń 1897 i 1908.
- Szotlender J.* Istorja parowoza za 100 let 1803—1903. Petersburg 1905.
- Istorieczeskiy ocerk* železnodorožnaha dieła w Rosii. Petersburg 1901.

Rozdział II i p. 2 rodz. III. Drogi żelazne pod względem ekonomicznym i politycznym. Stosunek dróg żelaznych do innych komunikacyj.

- Lardner*. Railway economy. A treatise on the new art of transport. Londyn 1850.
- Knies*. Die Eisenbahnen und ihre Wirkung. Brunświk 1853.
- Kozłowski A.* Krótki pogląd na koleje żelazne. Warszawa 1859.
- Bochenek M.* Stanowisko państwa wobec kolei żelaznych. Kraków 1869.
- Sax E.* Ökonomik der Eisenbahnen. 1871.
- Haushofer Dr. M.* Grundzüge des Eisenbahnwesens in seiner ökonomischen, politischen und rechtlichen Beziehung. Stuttgart 1873.
- Gumesch R.* Wechselwirkung von Eisenbahnen und Volkswirtschaft. Wiedeń 1876.
- Wagner*. Das Eisenbahnwesen als Glied des Verkehrswesens. Lipsk 1877.
- Bloch J.* Wpływ dróg żelaznych na stan ekonomiczny Rosji. Warszawa 1878—1880.
- Foville*. La transformation des moyens de transport et ses conséquences économiques et sociales. 1880.
- La Gournerie*. Études économiques sur l'exploitation des chemins de fer. Paryż 1880.
- Symphor*. Transportkosten auf Eisenbahnen und Kanälen. Berlin 1883.
- Zels L.* Die Selbstkosten des Eisenbahntransportes und die Wasserstrassenfrage. 1886.
- Picard*. Traité des chemins de fer. Économie politique, commerce, finances, administration. Paryż 1887. II wyd. t. I r. 1918.
- Motel Th.* Chemins de fer et canaux. Paryż 1888.
- Léon P.* Fleuves, canaux et chemins de fer. Paryż 1903.
- Lambert M.* Des rapports des voies ferrées et des voies navigables. 1905.
- Ulrich F.* Staatseisenbahnen, Wasserstrassen und die deutsche Wirtschaftspolitik. 1898.
- Cohn G.* System der Nationalökonomie. IV. B. Verkehrswesen. Stuttgart 1898.
- Colson C.* Cours d'économie politique professé à l'école nationale des ponts et chaussées. Tome VI. Les travaux publics et les transports. Paryż 1907.
- Acworth*. The elements of railway economics. Oksford 1905.
- Byers M. L.* Economics of railway operation. 1908.
- Haines H. S.* Efficient railway operation. New York. 1919.
- Raper C. L.* Railway transportation. A history of the economics and of the relation to the State. Nowy Jork 1912.
- Moulton*. Waterways versus railways. Boston 1912.
- Hennig R.* Die Hauptwege des Weltverkehrs. Jena 1913.
- Sax E.* Die Verkehrsmittel in Volks und Staatswirtschaft. 3 tomy. Berlin 1918—1922.
- Leboucq et Ducomet*. Cours d'exploitation commerciale des chemins de fer. Paryż 1922.
- Rutkowski J.* Zarys gospodarczych dziejów Polski w czasach przedzoborowych. Poznań 1923.
- Tillinger T.* Koleje i kanały. Warszawa 1923.
- Gieysztor J.* Eksploatacja handlowa kolei żelaznych. Warszawa 1925.
- Travis C., Lamb D. R. and Jenkinson J. A.* The elements of railway operating economics. Londyn 1914.
- Ulrich*. Das Eisenbahntarifwesen. Berlin 1886.
- Colson C.* Transport et tarifs. Paryż 1918.
- Rank*. Das Eisenbahntarifwesen in seiner Beziehung zur Volkswirtschaft und Verwaltung. 1895.
- Witte S.* Principy żelaznodorożnych tarifow. Kijów 1883.
- Zagorski A.* Teorja żelaznodorożnych tarifow. Wyd. 2. Berlin 1923.

Rozdział IV. Statystyka i geografia dróg żelaznych.

- Kolberg W.* Drogi żelazne w Europie. Warszawa 1844.
- Romer E.* Geograficzno-statystyczny atlas Polski. Lwów 1921.
- Weinfeld I.* Tablice statystyczne Polski. Warszawa 1923.
- Główny Urząd Statystyczny.* Roczniki Statystyki Rzeczypospolitej Polskiej (od r. 1920).

- Rezultaty eksploatacji* Polskich kolei państwowych (wyd. litografowane, coroczne).
Statistischesj sbornik ministerstwa putiej soobszczenja. Żelaznyja dorogi. Petersburg (corocznie do r. 1914)
- Hübner O.* Geographisch-statistische Tabellen aller Länder der Erde. Wiedeń (corocznie).
Statistische Nachrichten von den Eisenbahnen des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen. (corocznie).
- Statistik* der im Betriebe befindlichen Eisenbahnen Deutschlands, bearbeitet im Reichsverkehrsministerium (corocznie).
- Statistique* des chemins de fer français. Melun (corocznie).
- Returns of the railway companies* of the United Kingdom Londyn (corocznie).
- Annual report* of the statistics of railways in the United States. Waszyngton (corocznie).
- Sadowski J. N.* Drogi handlowe grecko-rzymskie przez porzeczka Odry, Wisły, Dniepru i Niemna do wybrzeża morza Bałtyckiego. Kraków 1876.
- Lewicki S.* Drogi handlowe w Polsce w wiekach średnich. Kraków 1906.
- Szelągowski A.* Najstarsze drogi z Polski na Wschód. Kraków 1909.
- Haushofer M.* Eisenbahngeographie. Stuttgart 1875.
- Götz W.* Verkehrswege im Dienste des Welthandels.
- Tuckermann W.* Verkehrsgeographie der Eisenbahnen des europäischen Russlands. Essen 1916.
- Ludwig K.* Grundriss der Verkehrsgeographie, deren Geschichte und Statistik mit besonderer Berücksichtigung des Eisenbahnwesens. Wiedeń 1911.
- Blum O.* Der Weltverkehr und seine Technik. 2 t. Berlin 1921.

Rozdział V i VI. Administracja dróg żelaznych. Ustawodawstwo kolejowe.

- Wehrmann L.* Die Verwaltung der Eisenbahnen. Berlin 1913.
- Aubry M.* Cours de législation des chemins de fer. Paryż 1922.
- Findlay.* The working and management of an english railway. Wyd. VI, Londyn 1899.
- Acworth W. M.* The railways of England. Wyd. V., 1900.
- Ray Morris.* Railroad administration. Nowy Jork 1920.

DZIAŁ II.

Tabor i technika ruchu kolejowego.

- Armengaud.* L'industrie des chemins de fer: Machines à vapeur locomotives. Paryż 1838.
- Clark.* Railway machinery. Londyn 1853—59.
- Tilp E.* Der praktische Maschinendienst im Eisenbahnwesen. Wiedeń 1877.
- Gostkowski R.* Teorja ruchu kolejowego. Lwów 1883.
- Meyer G.* Grundzüge des Eisenbahnmaschinenbaues. Berlin 1886.
- Gostkowski R.* Die Mechanik des Zugverkehrs. Wiedeń 1891.
- Deharme E. et Pulin A.* Matériel roulant, résistance des trains, traction. Paryż 1895.
- Meulen.* La locomotive, le matériel roulant et l'exploitation des voies ferrées. 1900.
- Koch R. u. Brosius I.* Der äussere Eisenbahnbetrieb. 3 t. 1893—1896.
- Stockert.* Handbuch des Eisenbahnmaschinenwesens. 3 t. Berlin 1908.

Rozdział I. Właściwości ruchu po kolei szynowej.

- Mecherzyński J.* O kształcie obrczy kół na drogach żelaznych. Kraków 1877.
- Demousseaux de Givré.* Théorie des mouvements oscillatoires des locomotives et des voitures. Paryż 1878.
- Pochet L.* Théorie du mouvement en courbe sur les chemins de fer avec ses applications à la voie et au matériel. Paryż 1882.
- Bödecker.* Wirkungen zwischen Rad u. Schiene. Hanower 1887.
- Kreuter F.* Bahn und Fahrzeug. Lipsk 1897.

- Wasiutyński A.* Ustrojstwo rełsowej kolei i prikasajuszczichsia k niej czastiej podwiznoho sostawa. Moskwa 1899.
- Cegliński K.* Żeleznodorożnyj put' w kriwych. 1903.
- Marié G.* Traité de stabilité du matériel des chemins de fer. Paryż 1925.
- Simon.* Stellung von Eisenbahnfahrzeugen in Bogengleisen. Wiesbaden 1909.
- Birk A.* Bahn und Fahrzeug (Hdb. d. Ing.-Wiss. V,1). Lipsk 1908.

Rozdz. II i III. Wagony i Parowozy.

- Sauvage Ed.* La machine locomotive. Paryż 1899.
- Demoulin M.* Traité pratique de la machine locomotive. 1898.
- Demoulin M.* Locomotive et matériel roulant. Paryż 1924.
- Meyer J. G. A.* Modern locomotive construction. 1899.
- Goss W. F. M.* Locomotive performance. 1907.
- Romanow A.* Parowozy, kurs prepodawajemyj w institucie inżenierow putiej soobszczenia. 1900.
- Car builder's dictionary and cyclopedia.* New York 1919.
- Guillery C.* Handbuch über Triebwagen für Eisenbahnen. Monachjum 1919.
- Biber u. Borchart.* Eisenbahnwagen, (Eisenbahntechnik der Gegenwart I, 1). Wiesbaden 1910.
- Die Locomotiven der Gegenwart.* (Eisenbahntechnik der Gegenwart I, 1). Wiesbaden 1912.
- Locomotive dictionary and cyclopedia.* Nowy Jork 1919.
- Garbe R.* Die Dampflokomotiven der Gegenwart. Berlin 1920.
- Sanzin R.* Versuchsergebnisse mit Dampflokomotiven. Berlin 1921.
- Łopuszyński W.* Wyznaczenie norm możliwego obciążenia towarowych parowozów P, K, P. Bydgoszcz 1923.
- Müller W.* Ein einheitliches zeichnerisches Verfahren zur Ermittlung der Fahrzeiten, der Zuförderungsarbeit, sowie des Kohlen- und Stromverbrauchs. Moguncja 1920.
- Czeczott A.* Nowyj metod rasczeta wremieni peregonow. Petersburg 1910.
- Łomonosow J.* Opytnoje izsledowanje towarnych parowozow. Kijów 1907.
- Łomonosow J.* Opyty nad tipami parowozow. Petersburg.
- Łomonosow J.* Tiagowyje rasczoty. Wyd. 3. Berlin 1922.
- Henry E.* Cours de locomotives. Paryż 1923.
- Mozer W.* Budowa parowozów. Tom I. Lwów. 1924.

Rozdz. IV. Opór pociągów.

- Vuillemain L., Guéhard A. et Dieudonné C.* De la résistance des trains et de la puissance des machines. Paryż 1867.
- Frank A.* Die Widerstände der Lokomotiven und Bahnzüge. Wiesbaden 1886.
- Łopuszyński W.* Doświadczenia nad ruchem pociągów po torach dróg żelaznych i działaniem pary w cylindrach parowozu. Warszawa 1883.
- Petrow N.* Soprotiwlenje pojezdow na żelaznoj dorogie. 1889.

Rozdz. VI. Ruch pociągów. Praca taboru.

- Clausnitzer.* Betrieb, statistische Ergebnisse und wirtschaftliche Verhältnisse der Eisenbahnen (Eis.-Techn. d. Geg. III, 2). Wiesbaden 1902.
- Blum O., Jacobi G. u. Risch K.* Verkehr und Betrieb der Eisenbahnen (Handbibliothek für Bauingenieure II, 8). Berlin 1925.
- Szczegłowski W. N.* Teorja grafika dwizenja pojezdow. Warszawa 1909.
- Cauer W.* Betrieb und Verkehr der Preussischen Staatsbahnen. Berlin 1897—1903.
- Pfarr Ph.* Berechnung von Zugsbewegungen. Monachjum 1919.
- Wasiutyński A.* Propusknaja sposobnost' Warszawsko-Kaliszskoj żel. dor. Warszawa 1903 (również Przegl. Techn. z r. 1905).

DZIAŁ III.

Projektowanie drogi żelaznej.

- Stummer.* Praktische Anleitung zum Trassiren von Eisenbahnen. Weimar 1867.
Launhardt. Theorie des Trassirens. 2 t. Hanower 1887.
Rychter I. Projektowanie komunikacji. Roboty ziemne. Budowa dróg. Wykłady w Politechnice lwowskiej. Lwów 1890.
Wellington A. M. The economic theory of the location of railways. Nowy Jork 1893.
Dufour A. Tracé d'un chemin de fer. Paryż 1897.
Kreuter. Linienführung der Eisenbahnen. Wiesbaden 1900.
Krajewski H. Zielesnodorożnyja izyskanja i sostawlenje projekta żeleznoj dorogi. 1902.
Frick P. et Canaud I. L. Tracé et terrassements. Paryż 1903.
Binon J. Manuel pratique d'étude et tracé de chemins de fer Paryż 1905.
Lavis F. Railroad location surveys and estimates. Chicago 1907.
Paul, Schubert und Blum A. Linienführung und Bahngestaltung. (Eis.-Techn. d. Geg. II, A). Berlin.
Dufour A. Cours de chemins de fer. Pratique des études de la construction. Paryż 1922.
Birk A. Der Wegebau. T. 4 Linienführung der Strassen - und Eisenbahnen. Lipsk 1922.
Claus F. Vorarbeiten für Eisenbahnen und Strassen (Hdb. d. Ing.-Wiss. I, 1, 1) Lipsk 1924.
Blum O. Giese E. und Risch K. Linienführung. (Handbibliothek für Bauingenieure II, 2) Berlin 1925.
Sztolcman S. Iz praktiki postrojki żeleznych dorog. Petersburg 1906.
Webb W. L. Economics of railway construction Nowy Jork 1906.
American railway engineering and maintenance of way association. Manual of recommended practice of railway engineering and maintenance of way. Chicago 1921.

Rozdz. II. Poszukiwania ekonomiczne.

- Michel J.* Trafic probable des chemins de fer d'interê local. Paryż 1868.
Feldegg und Bauer. Die Rentabilität projektirter Eisenbahnen. 1880.
Vandrunen J. La détermination des recettes et dépenses probables d'un chemin de fer projeté Bruksela 1886.

Rozdz. III. Wybór typu drogi żelaznej.

- Weber M. M.* Normal- und Schmalspur. Wiedeń 1876.
Kislański W. Kwestja dróg żelaznych drugorzędnych. Warszawa 1885.
Consideré Utilité des chemins de fer d'interêt local. Paryż 1892 - 93.
Czartoryski ks. Z. O drogach żelaznych podrzędniejszych mianowicie w porównaniu z szosami i najodpowiedniejszej szerokości toru dróg żelaznych wązkotorowych z uwzględnieniem stosunków w prowincjach pruskich. 1893.

Rozdz. IV. Koszta budowy i eksploatacji dróg żelaznych.

- Plessner F.* Anleitung zum Veranschlagen der Eisenbahnen. Berlin 1874.
Lazarini. Baukosten der Eisenbahnen. Wiedeń 1877.
Launhardt W. Die Betriebskosten der Eisenbahnen. Lipsk 1877.
Nördling W. Die Selbstkosten des Eisenbahntransportes. Wiedeń 1885.
Osthoff G. Hilfsbuch zur Anfertigung von Kostenberechnungen im Gebiete des gesamten Ingenieurwesens. Lipsk 1896.
Podręcznik do obliczania kosztów robót budowlanych. Warszawa 1922 (w druku).
Skwarczyński W. Podręczniki budowlany z analizą cen. Lwów 1924.
Symphor. Constante und variable Eisenbahnbetriebskosten.

- Wasiutyński A.* Godowyje raschody i eksploatacjonnaja wirtualnaja dlina ruskich żelaznych do-rog. Kijów 1903.
- Landsberg F.* Über die sachlichen Förderkosten des Eisenbahnbetriebes. Halla 1916.
- Webb W. L.* The economics of railroad construction. Nowy Jork 1913.

Rozdz. V i VI. Warunki techniczne projektowania. Poszukiwania techniczne.

- Freycinet Ch.* Des pentes économiques de chemins de fer. Recherches sur les dépenses des rampes. Paryż 1861.
- Flachat.* Questions de tracé et d'exploitation des chemins de fer. Paryż 1863.
- Amiot.* Influence des pentes sur le prix de revient kilométrique d'une tonne de marchandise. Paryż 1879.
- Dubuisson J.* Étude définitive d'une voie ferrée entre deux points donnés. Paryż 1882.
- Heyne.* Das Trassiren der Eisenbahnen in vier Beispielen. Wiedeń.
- Gelbke.* Wie macht man Eisenbahnvorarbeiten? Monachjum 1895.
- Sztukenberg.* Proizwodstwo żelaznodorożnych izyskanij. 1904.
- Webb W. L.* Railroad construction. Nowy Jork 1922.
- Jacyna.* Oтыskanié najwygodniejszaho naprawlenja projektirujemych żelaznodorożnych linij. Petersburg 1908.
- Petersen R.* Die zweckmässige Neigung der Eisenbahn. Berlin 1921.

DZIAŁ IV.

Rozdz. I. Budowa spodnia.

- Rziha F.* Eisenbahn- Unter- und Oberbau. Wiedeń 1876.
- Winkler E.* Eisenbahnunterbau. Praga 1877 (przełożone na ros.).
- Wolobujew.* Obwały i isprawlenie nasypiej. 1906.
- Häselser E., Wegele H. u. Willmann L.* Erd- u. Felsarbeiten, Erdbeben, Stütz- u. Futtermauern (Hdb. d. Ing.-Wiss.) Lipsk 1905.
- Goldreich A. H.* Die Theorie der Bodensenkungen in Kohlengebieten mit besonderer Berücksichtigung der Eisenbahnsenkungen des Ostrau-Karwiner Steinkohlenreviers. Berlin 1913.
- Macholl A.* Die Profilgestaltung der Untergrundbahnen. Monachjum 1914.
- Dolezalek C.* Der Eisenbahntunnel. Berlin 1919.
- Lucas G.* Der Tunnel. Berlin 1920.
- Brandau K., Imhof H. und Mackensen E.* Tunnelbau. (Hdb. d. Ing.-Wiss. I, 5). Lipsk 1920.
- Handbuch für Eisenbetonbau*, Bd. 8. Eisenbahn-, Berg- und Tunnelbau, Stadt- und Untergrundbahnen. Anwendungen des Eisenbetons im Eisenbahnwesen. Berlin 1921.
- Hoyer W.* Unterbau. (Handbibliothek für Bauingenieure II, 3.) Berlin 1923.

Rozdz. II—XIV. Budowa wierzchnia.

- Winkler E.* Der Eisenbahn-Oberbau. Praga 1875.
- Loewe F.* Der Schienenweg der Eisenbahnen. Wiedeń 1887.
- Deharme.* Superstructure. Paryż 1890.
- Stane.* Theorie und Praxis des Eisenbahngleises. Wiedeń 1892.
- Oberbauanordnungen* der preussischen Staatsbahnen. 1895.
- Haarmann.* Das Eisenbahngleis. Geschichtlicher Theil 1891. Kritischer Theil 1902.
- Guillemant P.* Le matériel de la voie. Paryż 1903.
- Camp W. M.* Notes on track. Chicago 1904.
- Colé W. H.* Notes on permanent way material, plate-laying and points and crossings. 8 wyd. 1920.
- Tratman.* Railway track and trackwork 1908.
- Birk A.* Der Eisenbahnoberbau und seine Erhaltung. Wiedeń 1911.
- Zimmermann H., Blum A. und Rosche H.* Berechnung, Konstruktion, Ausführung und Unterhaltung des Oberbaues. (Hdb. d. Ing.-Wiss. I, 2). Lipsk.

- Blum, Schubert und Zehme.* Oberbau und Gleisverbindungen. (Eis.-Techn. d. Geg. II, B). Berlin.
Lagervorräte, Bau- und Betriebsstoffe der Eisenbahnen. (Eis.-Techn. der Geg. III, 5¹ i 5²). Berlin
 1914—15.
- Allen C. J.* Modern british permanent way. Londyn 1915.
- Clayton S. C.* The permanent-way handbook. Londyn. New York 1919.
- Bräuning K.* Die Grundlagen des Gleisbaues. Berlin 1920.
- Hepworth W. and Lee J. T.* Railway permanent way. Dimensional theory and praxis. Manches-
 ter 1922.
- Eisenbahn-Oberbau.* Sonderausgabe der „Verkehrstechnischen Woche“. Berlin 1923.
- Krueger W.* Nawierzchnia dróg żelaznych. Lwów 1923.

Rozdz. III. Ogólny kształt kolei szynowej.

- Helmert.* Die Uebergangskurven für Eisenbahngleise. Akwizgran 1872.
- Rudnicki T.* Obliczenie i odtyczenie łuków dla dróg kolei żelaznych. Kraków 1874.
- Uderski E.* O łukach przechodowych przy trasie kolei żelaznej. Sambor 1881.
- Niewiadomski R.* Wzory matematyczne na projektowanie objazdów kolejowych. Warszawa 1923.
- Wasutyński A.* Osnowanja ustrojstwa puti w kriwych Moskwa 1891. (również w Przeglądzie
 Technicznym 1891).
- Commission des courbes de faibles rayons.* Expériences de 1891—1892. Paryż 1893.
- Leber Max.* Calculs des raccordements paraboliques. 1892.
- Sarrazin und Oberbeck.* Kurventabellen. Berlin 1896.
- Kröhnke G.* Handbuch zum Abstecken von Kurven. Wyd. 14. Lipsk 1902.
- Pernt M.* Tafeln zum Abstecken von Kreis- und Uebergangsbogen durch Polarcoordinaten. Wie-
 deń 1903.
- Allen C. F.* Railway curves and eathwork. Tables. Londyn 1903.
- Ocagne M.* Raccordements à courbure progressive pour voies ferrées. Paryż 1902.
- Zwickig C.* Die Ausrundung der Gefällsbrüche bei Strassen-und Eisenbahnen. Solothurn.
- Cherbulier A. E.* Die Gestaltung der Übergangs-und Verbindungsbogen in Eisenbahngleisen.
 Wiesbaden 1916.
- Gaunin J., Houdaille L. et Bernard A.* Tables pour le tracé des courbes de chemins de fer, routes
 et canaux. Paryż 1919.
- Skibiński K.* Tyczenie tras dróg, kolei żelaznych, kanałów spławnych, regulowanych rzek i t. d.
 Lwów 1921—22.

Rozdz. IV. Sprężystość budowy wierzchniej.

- Weber M. M.* Stabilität des Gefüges der Eisenbahngleise. Drezno 1869.
- Coüard.* Les déformations permanentes de la voie. Paryż 1896—1898.
- Stecewicz J.* Ob ustojczivosti żeleznodorożnaho putj. Petersburg 1897.
- Wasutyński A.* Note sur les déformations momentanées de la voie. Bruksela 1898—1900.
 (Część pierwsza w Przegl. Techn. z r. 1899).
- Wasutyński A.* Nabludienja nad uprugimi deformacjami żeleznodorożnaho puti. Petersburg 1899.
- Cuënot.* Étude sur les déformations des voies des chemins de fer et les moyens d' y remédier.
 Paryż 1905.

Rozdz. V. Obliczenie budowy wierzchniej.

- Zimmermann H.* Die Berechnung des Eisenbahnoberbaues. 1888.
- Chołodecki F.* Izśledowanje wlijanja wniesnich sił na wierzchnieje strojenje żeleznodorożnaho puti.
 Kijów 1897.
- Petrow N.* Wlijanje postupatielnoj skorosti kolesa na naprażenia w relsie. Petersburg 1903.
- Petrow N.* Naprażenia w relsach ot wertikalnych dawlenij katiaszczichsia koles. Wlijanje skoro-
 sti i nieprawilnaho wida koles. Petersburg 1907.
- Skibiński K.* Teorja wytrzymałości nawierzchni kolejowej. Lwów 1906.

- Skibiński K.* Theoretische Untersuchung der Schienenstossverbindung. Wiedeń 1913.
Skibiński K. O wytrzymałości toru kolejowego. Lwów 1921.
Timoszenko S. K woprosu o procznosti rels. Petersburg 1915.

Rozdz. VI. Działanie dynamiczne taboru na tor.

- Zimmermann H.* Die Schwingungen eines Trägers mit bewegter Last. Berlin 1896.
Ast W. Beziehungen zwischen Gleis und rollendem Material. Wiedeń 1898.
Saller H. Einfluss bewegter Last auf Eisenbahnoberbau und Brücken. Berlin 1921.

Rozdz. IX–XI. Szyny. Przytwierdzenie szyn. Złącza.

- Wasiutyński A.* Ob usilenji relsowych stykow. Moskwa 1896.
Wasiutyński A. Nowy typ szyny dr. żel. Warsz.-Wiedeńskiej o ciężarze 38 kg/m. Warszawa 1898.
Wasiutyński A. Ob obszczich osnowanjach kotorych sledujet derzatsia pri wyrabotkie nowych tipow relsow. Moskwa 1901.
Wasiutyński A. Werchneje strojenie puti Warszawsko-Kaliszskoj żel. drogi. Kijów 1903.
Wasiutyński A. Schienenstoss auf zwei Schwellen. Wiesbaden 1905.
Laboratorjum Instytutu Inżynierów Komunik. Izsledowanje relsowej stali. Petersburg 1901–1906.
Sellew W. H. Steel rails. Nowy Jork 1913.
Fremont Ch. Essais de réception des rails. Paris 1921.

Rozdział XII i XIII. Budowa i utrzymanie toru.

- Salin H.* Manuel pratique des poseurs des voies de chemins de fer. Paryż 1875.
Pollitzer M. Die Bahnerhaltung. Brünn 1874–76. (przełożone na ros.)
Karejsza S. Borba so sniegom na ruskich żeleznych dorogach. 1900.
Schubert. Schutz der Eisenbahnen gegen Schneeverwehungen und Lavinen. (Hdb. d. Ing. Wiss.) Lipsk 1903.
Schubert. Die Unterhaltung der Eisenbahnen. (Eisenbahn-Techn. d. Geg. III,1). Berlin.

DZIAŁ V.

Połączenia torów.

- Winkler Dr. E.* Weichen und Kreuzungen. Praga 1869. Wyd. III, 1883 (przełożone na ros.)
Ernst und Gottleben. Handbuch für Gleisanlagen. Wiedeń 1871.
Leuschner. Berechnung von Bahnhofgleisen. Wiedeń 1873.
Kopka. Die geometrische Konstruktion der Weichenanlagen. Halle 1876.
Fränkel. Schiebebühnen und Drehscheiben. Praga 1877.
Ekama P. E. Die matematische Berechnung und geometrische Konstruktion von Weichen und Kreuzungen in gekrümmten Eisenbahngleisen. Wiedeń 1877.
Pitzger Prof. Die geometrische Konstruktion von Weichenanlagen für Eisenbahngleise. Akwizgran 1879.
Goering A. Geometrische Anordnung der Gleisverbindungen. Berlin 1885.
Loewe F. Der Schienenweg der Eisenbahnen. II Theil. B. Gleisverbindungen Wiedeń 1887.
Lipthay v. Kisfalud. Berechnung der Weichen und Gleisanlagen. (tóm. z węgierskiego). Budapeszt 1892.
Ziegler F. Systematische Anleitung zur einheitlichen Ausgestaltung von Weichenverbindungen. Erfurt 1901.
Gressier M. Ed. Construction des changements et croisements de voie. Paryż 1893–96.
Bem A. Raszczot, razbiwka i ukladka strelok i peresecezenij putej. 1895.
Chołodecki F. Osnowanja raszczota i konstrukcji strelok, krestowin i perelowow. 1896.
Skibiński K. Połączenia torów. Lwów 1897.

- Wasiatyński A.* Wierchneje strojenje puti i obyknowennyj perewod dla rełsow wiesom 32 kg/m
Warszawa 1903.
- Smith F. A.* Standart turnouts on American railroads. Chicago 1899.
- Atkinson F. W.* Points and crossings or junction diagram. Londyn 1904.
- Perminow W.* Sojedinenije putej na stancjach. 1903.
- v. Hibzman.* Razszczot strelocznych perewodow. 1905.
- Wątorek K.* Połączenia torów czteroszynowych. Lwów 1906.
- Timpenfeld P.* Weichen- und Gleisberechnungen. Lipsk 1920.
- Borst E., Anger R. und Heumann H.* Weichen und Kreuzungen. *Anger R.* Drehschreiben. (Hdb. d. Ing.-Wiss. V, 3) Lipsk 1923.

DZIAŁ VI.

S t a c j e .

- Schmitt E.* Vorträge über Bahnhöfe und Hochbauten auf Locomotiv-Eisenbahnen. Leipzig 1873—1882.
- Güttesten.* Vergleichender Überblick über die neueren Umgestaltungen der grösseren preussischen Bahnhöfe. Berlin 1888.
- Deharme E.* Chemins de fer. Superstructure. Paryż 1890.
- Kemann.* Verkehr Londons. Berlin 1892.
- Reitler E.* Über Anlage und Einrichtung nordamerikanischer Bahnhöfe. Wiedeń 1895.
- Kecker G.* Über die Anlage von Übergangsbahnhöfen und den Betrieb viergleisiger Strecken. Wiesbaden 1898.
- Blum.* Über Verschiebebahnhöfe. Wiesbaden 1901.
- Oder M.* Betriebskosten der Verschiebebahnhöfe Berlin 1905.
- Pallasman.* Über Anlage und Betrieb der Verschiebebahnhöfe.
- Galcynskij F.* Raspołożenje putiej na stancjach. Petersburg 1900.
- Karejsza S.* Sortirowocznyja stancji. 1901.
- Karejsza S.* O projektirowanji raspołożenja putej i zdaniy na stancjach. 1903.
- Frołow A.* Sbornik statej kasajuszczychsia stancij i manewrow. 1906.
- Oder M. u. Blum O.* Abstellbahnhöfe (Betriebsbahnhöfe für den Personenverkehr). Berlin 1904.
- Cauer W.* Anordnung der Abstellbahnhöfe. Wiesbaden 1910.
- Petersen R.* Die Verkehrsaufgaben des Verbandes Gross-Berlin. Berlin 1911.
- Schmitt E.* Empfangsgebäude der Bahnhöfe- und Bahnsteigüberdachungen. Lipsk 1911.
- Groeschel J.* Bahnhofhochbauten. (Eis.-Techn. d. Geg. II, C 2). Berlin.
- Blum O., Kumbler und Jäger.* Bahnhofsanlagen. (Eis.-Techn. d. Geg. II, C 1). Berlin.
- Goering A. und Oder M.* Anordnung der Bahnhöfe. (Hdb. d. Ing.-Wiss., część V 4, w 2 tomach). Lipsk 1907 — 1914.
- Cauer W.* Personenbahnhöfe. Grundsätze für die Gestaltung grosser Anlagen. Berlin 1913.
- Holtmeyer A.* Kleinere Eisenbahn-Empfangsgebäude. Berlin 1915.
- Landsberg F.* Betriebseinrichtungen, insbesondere für Versorgung der Lokomotiven mit Wasser und Brennstoff. (Hdb. d. Ing.-Wiss. V, 6, 4). Lipsk 1919.
- Ammann O.* Über die Ausgestaltung der Verschiebebahnhöfe. Berlin 1920.
- Fröhlich E.* Rangieranlagen und ihre Bedeutung für den Eisenbahnbetrieb Berlin 1920.
- Cauer W.* Eisenbahnausrüstung der Hafens. Berlin 1921.
- Cornelius C.* Eisenbahn-Hochbauten. (Handbibliothek für Bauingenieure II,b). Berlin 1921.
- Guillery C. und Sarre R.* Beleuchtung der Bahnhöfe, Heizung und Lüftung der Bahnhofhochbauten. (Hdb. d. Ing.-Wiss. V, 5, 10). Lipsk 1922.
- Verschiebebahnhöfe* in Ausgestaltung und Betrieb. Sonderausgabe der „Verkehrstechnischen Woche“. Berlin 1922.
- Rothe.* Die Umgestaltung der Leipziger Bahnanlagen. Berlin 1922.
- Sammlung von Übersichtsplänen* wichtiger Abzweigungsstationen der Eisenbahnen Deutschlands. Bearbeitet vom Reichseisenbahn-Amt. Berlin 1913.

Rozdział I—XI. Sygnalizacja i urządzenia bezpieczeństwa.

- Brame Ed.* Étude sur les signaux des chemins de fer à double voie Paryż 1867.
- Weber M. M.* Das Telegraphen- und Signalwesen der Eisenbahnen. Weimar 1867.
- Barry.* Railway appliances. Londyn 1876.
- Kecker.* Vergleichende Studien über Eisenbahnsignalwesen. Wiesbaden 1883.
- Kolle.* Die Anwendung und der Betrieb von Stellwerken. Berlin 1888.
- Karejsza S.* Centralnoje uprawlenje strelkami i signalami i blokirowka puti. 1890.
- Prasch.* Die Elektrischen Einrichtungen der Eisenbahnen. Wiedeń 1893.
- Boda.* Die Schaltungstheorie der Blockwerke. Wiesbaden 1898.
- Scholkmann.* Die Signal- und Sicherungsanlagen der Gegenwart. (Eis.-Techn. d. Geg. II—IV). Berlin 1901—1903.
- King E. E.* Railway Signalling. Londyn 1922.
- Adams.* The block-system of signalling on american railroads. Nowy Jork 1901.
- Boda.* Die Sicherung des Zugverkehrs auf den Eisenbahnen. Praga 1903.
- Wilson H. R.* Mechanical railway signalling. Londyn 1901.
- Wilson H. R.* Power railway signalling. Londyn 1908.
- Martens H. A.* Grundlagen des Eisenbahnsignalwesens für den Betrieb mit Hochgeschwindigkeiten unter Berücksichtigung der Bremswirkung. Wiesbaden 1909.
- Prasch, Bauer, Wehr.* Die elektrischen Einrichtungen der Eisenbahnen. Wiedeń 1913.
- Byles C. B.* The first principles of railway signalling. Londyn 1910.
- Signal-dictionary.* Nowy Jork 1911.
- Scheibner S.* Mittel zur Sicherung des Betriebes. (Hdb. d. Ing.-Wiss. V, 6). Lipsk 1913.
- Scheibner S.* Die Stellwerke der Eisenbahnen (wyd. Göschen). Berlin 1913—1914.
- Ĝadow.* Die Kraftstellwerke (Hdb. d. Ing.-Wiss. V, 6). Lipsk 1913.
- Kemmann G.* Die selbsttätige Signalanlage der Berliner Hoch- und Untergrundbahn. Berlin 1921
- Becker K.* Die Eisenbahnsicherungsanlagen. Berlin 1920.
- Schubert — Roudolf.* Die Sicherungswerke im Eisenbahnbetriebe. Berlin 1921.
- Cauer W.* Sicherungsanlagen im Eisenbahnbetriebe. (Handbibliothek für Bauingenieure II, 7). Berlin 1922.

Rozdział XII. Bezpieczeństwo ruchu a wypadki kolejowe.

- Żebrawski T.* O przyczynach wykolejania pociągów na drogach żelaznych i środkach zapobieżenia temu. Kraków 1850.
- With E.* Les accidents sur les chemins de fer. Paryż 1854 (przekład polski K. Danielskiego: Opis wypadków na drogach żel. przytrafiających się, z wyrażeniem przyczyn oraz sposobów ich uniknienia. Warszawa 1856.
- Weber M. M.* Die Technik des Eisenbahnbetriebes in Bezug auf die Sicherheit desselben. Lipsk 1854.
- Stockert L.* Eisenbahnunfälle. Lipsk 1913—1918.
- Returns of accidents and casualties.* Londyn (corocznie).
- Accident Bulletin.* Interstate Commerce Commission. Washington (corocznie).

B. Czasopisma.

Polskie.

- Czasopismo techniczne. Organ Towarzystwa politechnicznego we Lwowie (od r. 1883).
Ekonomista. Warszawa (od r. 1865).
Inżynier kolejowy. Warszawa (od r. 1924).
Inżynierja i budownictwo. Warszawa (1879—1885).
Mechanik. Warszawa (od r. 1919).
Przegląd techniczny. Warszawa (od r. 1875).
Przemysł i handel. Warszawa (od r. 1920).
Przyroda i technika. Warszawa (od r. 1922).
Saper i inżynier wojskowy. Warszawa (od r. 1922).
Sprawozdania i prace Warszawskiego Towarzystwa Politechnicznego. Warszawa (od r. 1921).

Niemieckie.

- Allgemeine Bauzeitug. Wiedeń (od r. 1836).
Archiv für Eisenbahwesen. Berlin (od r. 1879).
Bulletin des internationalen Eisenbahn-Kongress Verbandes, Bruksela (od r. 1907)¹⁾.
Deutsche Bauzeitung. Berlin (od r. 1877).
Der Bauingenieur. Berlin (od r. 1920).
Der Eisenbahnfachmann. Berlin.
Die Lokomotive. Wiedeń.
Glaser's Annalen für Gewerbe und Bauwesen. Berlin (od r. 1877).
Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens. Monachjum. (od r. 1846).
Schweizerischen Bauzeitung. Zurych (od r. 1871).
Technik und Wirtschaft. Berlin (od r. 1907).
Verkehrstechnik. Berlin.
Verkehrstechnische Woche. Berlin.
Zeitschrift des österreichischen Ingenieur-und Architekten Vereins. Wiedeń (od r. 1876).
Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure. Berlin (od r. 1855).
Zeitschrift für Bauwesen. Berlin (od r. 1851).
Zeitung des Vereins deutscher Eisenbahnverwaltungen. Berlin (od r. 1860).
Zeitschrift für das gesamte Local-und Strassenbahnwesen. Wiesbaden (od r. 1882).
Zeitschrift für Kleinbahnen.
Zentralblatt der Bauverwaltung. Berlin (od r. 1881).

¹⁾ Do tego wydawnictwa dołącza się bibliografja za ubiegły miesiąc wszystkich dzieł i artykułów, odnoszących się do dróg żelaznych.

Francuskie.

- Annales des ponts et chaussées. Paryż (od r. 1831).
 Annales des mines. Paryż (od r. 1816).
 Annales des travaux publics de Belgique (od r. 1843).
 Les chemins de fer et les tramways. Paryż.
 Bulletin de l'Association internationale du Congrès des chemins de fer. Bruksela (od r. 1887)¹⁾
 Bulletin de la Société des ingénieurs civils de France.
 Génie civil (od r. 1880).
 Journal des transports.
 Nouvelles annales de la construction (od r. 1855).
 Revue générale des chemins de fer et des tramways. Paryż (od r. 1878).
 Technique moderne (od r. 1907).

Angielskie.

- American Engineer and Railroad Journal. Nowy Jork (od r. 1832).
 Bulletin of the International Railway Congress Association. Bruksela (od r. 1896)¹⁾.
 Bulletin, American Railway Engineering Association. Chicago (od r. 1911).
 Engineer. Londyn (od r. 1856).
 Engineering. Londyn (od r. 1864).
 Engineering Magazine. Londyn.
 Engineering News Record. Nowy Jork (od r. 1877).
 Journal, Permanent Way Institution. Londyn.
 Proceedings of the Institution of Civil Engineers. Londyn.
 Proceedings, American Society of Civil Engineers. Nowy Jork (od r. 1873).
 Proceedings of the American Railway Association. Nowy Jork.
 Railway Age. Nowy Jork.
 Railway Engineer. Londyn.
 Railway Engineering and Maintenance. Chicago.
 Railway Gazette and Railway News. Londyn (od r. 1837).
 Railway Magazine. Londyn (od r. 1836).
 Railway Review. Chicago.
 Royal Engineers' Journal. Chatham.
 Railway Signal Engineer. Chicago.

Rosyjskie (w okresie przedwojennym).

- Inżenier. Kijów (od r. 1881)
 Inżynieryjnyżurnal. Petersburg.
 Izwiestija obszczazho biuro sowieszczatelnych sjezdow ruskich żeleznych dorog. Petersburg.
 Izwiestija sobranja inżynierow putiej soobszczenia. Petersburg (od r. 1883).
 Promyslennost' i torgowla. Petersburg (od r. 1908).
 Protokoly zasiedanij sowieszczatelnych sjezdow inżynierow służby puti (od r. 1881), tiagi (od r. 1878) i dżiżenja (od r. 1883) ruskich żeleznych dorog.
 Puti soobszczenia Rosii. Żurnal otdieła statistiki i kartografji ministerstwa putiej soobszczenia. Petersburg (od r. 1873).
 Wiestnik Obszczestwa Technologow (od r. 1893).
 Zapiski Imperatorskaho ruskaho techniczeskaho obszczestwa. Petersburg. (od r. 1866).
 Żeleznodorożnoje dzieło. Petersburg (od r. 1882).
 Żurnal ministerstwa putiej soobszczenia. Petersburg. (od r. 1826).

¹⁾ Do tego wydawnictwa dołącza się bibliografja za ubiegły miesiąc wszystkich dzieł artykułów, odnoszących się do dróg żelaznych.

Skorowidz.

A

- Achard* — hamulec elektryczny 122.
Administracja dróg żelaznych 54—58.
Amiot — koszt eksploatacji 229.
Anglja — historia dróg żelaznych 29; organizacja dróg żel. 30; szybkość pociągów 135; klasyfikacja dróg żel. 176; przekrój budowy wierzchniej 317; długość podkładów 323; nasycanie podkładów 329; trwałość podkładów sosnowych 330; warunki dostawy szyn 339; normalne typy szyn 348 — 350; semafor 545; blokada linjowa 561; sygnalizacja na odgałęzieniach 570 — 571; przewody sztywne zwrotnic 600, 601; wypadki kolejowe 628—629; statystyka wypadków 635.
Ast — nacisk koła 314, 344.
Austrja — historia dróg żel. 31; przebiegi i taryfy 163; ilość parowozów 165; podział dróg żelaznych 177; kapitał budowy dróg żelaznych 178; koszt eksploatacji dróg żel. 182; współczynnik eksploatacji 185; normalne typy szyn 348—350; podkłady metalowe 357; przewody drutowe 601; blokada syst. Rank'a 614; wypadki kolejowe 628, 629.
Automobilizm a wypadki na przejazdach 640.

B

- Bach* — granice sprężystości 290, 344.
Bagaż — dowóz do pociągów 485, 487, 502, 503.
Barbier — opór pociągu 116
Barometry sprężynowe 226.
Barwa światel sygnalowych 545, 547, 570; tarcz w blokach 558.

- Bauschinger* — sprężystość drzewa 290.
Basza wodna, jej umieszczenie na stacji 478, 513.
Bąble w bałwanach stali 337.
Belgia — nowsze typy szyn 350—351; złącze o łubkach podpartych 372.
Belka na podłożu sprężystem 290—294; sztywna 292; unoszenie się nad podłożem 292, 293; na podporach sprężystych 296 — 298, 303, 305.
Belki odbojowe na mostach 385; łączące legary podłużne 403.
Bender — latarnie zwrotnicowe 429.
Berło pociągowe 556.
Bessemer — sposób wyrobu stali 336.
Bezpieczeństwo podróży drogami żel. 17—18, 626—630; podróznym a perony 463, 485, 488; dojścia do pociągów 485 — 488; przewodów sztywnych a drutowych 600, 601, 604, 605; personelu kolejowego 629, 638; osób postronnych 629.
Bezpieczeństwo ruchu — ciężar szyn 344; czas służby obsad parowozowych 146; dozór toru 387, 394; hamulce 121, 127, 129; luz między kołem a szyną 269, 272; łuki przejściowe 313; odkształcenia toru 345; odcinki wspólne 485; odstęp między pociągami 554, 555, 564; podwyższenie szyny zewn. 275; położenie stacyj 204; przejazdy w poziomie 217; roboty drogowe 388, 390, 394; na rozjazdach 419, 422, 429, 467; na stacjach 493, 494, 572, 573, 615; sygnalizacja 543, 634; szybkość jazdy 134, 173, 174, 630, 634; tory przyjęcia pociągów 474, 501; urządzenia nastawcze 576, 577; ustrój mostów 384, 385; wahania resorów

311, 312; wypadki kolejowe 626—640; zabezpieczenie zwrotnic 578, 590; załamania przekroju podł. 198; zamiecie śnieżne 390, 391; gęstość ruchu 615—616, 630.

Bezładność pociągów 108, 109, 192.

Bissel — osie zwrotne 72.

Biuro zawiadowcy stacji — umieszczenie 469, 470, 479;

Błaszki na luzy między szynami 378, 379.

Blenkinsop — zastosowanie zębniicy 10.

Bloki syst. Siemens'a i Halske'go 558—562, 610; linjowe 561—569, 571—572; stacyjne 577, 610—626; sygnałowe i przebiegowe 611, 612, 614, 615, 617; zgody 611, 612, 617; o prądzie stałym 568, 611; linjowych zawory 564—569; stacyjnych zawory 612—614; oznaczniki 619; dodatkowe osadzenia semaforów 625.

Blokada linjowa 556—572, 564, 633; bezwzględna i warunkowa 556; na liniach jednorodnych 556, 563, 564; na odgałęzieniach 571—572; samoczynna 633—634; linjowej posterunki 558, 561—562; stacyjna 577, 610, — 626; grupowa 614—615; syst. Rank'a 614, 615.

Blokowanie semaforów 559, 561 — 565, 569, 611.

Bocznice 458.

Borries — spostrzeżenia nad pracą parowozów 87.

Breidsprecher — wagony 170.

Brennan — wirniki 7.

Britère — ugięcie resorów 314.

Bruk na przejazdach w poziomie 384.

Brukowanie stoków 251.

Brünel — tor szeroki 169; typ szyny 267.

Buczyna jako materiał na podkłady 326, 329, 330.

Budowa toru 376—387.

Budowa wierzchnia dróg rzymskich 5; dr. żel. amerykańskich 316, 320, 321; dróg żel. angielskich 317; dróg żel. pruskich 321; jako całość 345—347; pierwszych dróg żel. 264—268; na legarach 402—404; na podsadach 264, 267, 405; bezp. na podsypce 268, 405, 406; koszt 179—180, 385—387; naprawa 388—400; naprężenia i odkształcenia 290—307; sprężystość 283—290; z szynami Vignoles'a i Stephenson'a 400—402; trwałość i stateczność 344, 345, 347; ustrój pierwotny 316; uszkodzenia 632; wpływ typu na trwałość podkładów 327; wzmocnienie 345, 346.

Budynki drogowe i przejazdy 179, 180, 218; stacyjne (p. Dworce) 179, 180.

Bufety na dworcach 478, 479, 487, 488.

Busola przy pomiarach 228.

C

Campiglio — dane o ilości przewozów 166.

Carpenter — hamulec samoczynny 123.

Cauer — dworce 487; tablica zależności 621, 624.

Chappe bracia — sygnały optyczne 548.

Chlorek cynku do nasycania podkładów 328, 329.

Chotodecki — praca łubków szynowych 362

Chorągiewki sygnałowe 544, 548, 553, 554.

Chrom w stali szynowej 338.

Chronograf 111, 116.

Ciągliwość stali szynowej 337.

Ciepłikowa wartość paliwa 86, 89, 91; pary 89.

Ciesak 324, 377.

Cięcie szyn 379.

Cięgle zwrotnicowe 428, 445, 449 597, 598.

Ciężar materiałów budowy wierzchniej 333—336, 344—350, 354, 355, 385—387, 401, 402, 406; metalu w mostach 215; parowozów 101; pociągu 142, 143, 148; podróznego 74; średni ładunku wagonu 518; szyn 344, 350, 401, 402; tendrów 101; wagonów 74—76.

Cisnienie w przewodach hamulcowych 125 na klocki hamulcowe 127, 141; belki na podłoże 291; szyny na podkład 295, 401; podkładu na podsypkę 323, 325, 326, 347; w kotle przy nasycaniu podkładów 328; dynamiczne koła 314, 344.

Clark — wzór na opór pociągu 115, 524.

Clayton — hamulce samoczynne 123.

Collet — korki do podkładów 327.

Contamin — sprężystość stali 344.

Coulomb i Morin — opory przy toczeniu się kół 104.

Curr — typ szyny 6.

Cwałowanie parowozu 95.

Cylindry parowe — umieszczenie 80—85; hamulcowe 124, 125.

Czop osi taboru 66; iglic w osadzie 426, 427.

Czyny zbrodnicze — jako przyczyna wykolejeń 632.

Czyszczenie rusztów parowozu 150; toru 390, 399; podsypki 388, 394, 395, 398, 399; ro-

wów pobocznych 399; taboru 456; składów pociągów 478, 504, 510—512.
Czas biegu pociągu 135, 138, 139, 154; postoju pociągów 204, 460; przyjęcia i zestawienia pociągu 534; rozpędu i zatrzymania pociągu 129, 139—142; naładunku i wyładunku wagonu 518; rozrządzenia pociągu 531, 534, 540 542; służby obsad parowozowych 146; służby podkładów drewnianych 327, 396.

D

Darniowanie stoków 251.

David — kliny do siodełek 356.

Decentralizacja zarządu dróg żel. 56.

Dedouits — badania nad pracą parowozów 87, 88; wahadło dynamometryczne 113; wzory oporu pociągu 116.

Dębina na podkłady 326.

Dieudonné — wzór oporu pociągu 115.

Długość dróg żel. europejskich 42; w Polsce 50; prywatnych i państwowych 34; świata 15, 41.

Długość hamowania 127—129, 139—141.

Długość użytkowa torów 453—455, 480.

Długość zastępcza do obl. czasu biegu 138, 139; do obl. siły pociągowej 149; eksploatacyjna 235.

Dłuto do cięcia szyn 379.

Dochód z wybudowania odnogi 160; przedsięwzięcia 161; z przewozów 46, 163.

Dochody eksploatacji 184.

Dogodność przewozu kolejami żel. 18; wsiadania z peronów 462, 463.

Dojazdy do miast 226; do dworców i magazynów 473; do przecięć w różnych poziomach 512; do magazynów towarowych 515.

Dojścia do stacji 204, 205, 484, 485; do mostu 209; do peronów 462, 463, 465, 475, 476, 485, 487—489, 497, 502, 638.

Domy mieszkalne dla służby kolejowej 470, 479, 483, 485.

Doprowadzenie torów do parowozowni 145; do peronów 484, 485, 504; linii do stacji rozrządowej 528.

Dorpmüller — toromierz 389.

Dosypywanie i oczyszczanie podsypki 388, 394.

Dowóz bagażów i poczty 485, 487, 502, 503.

Dozór nad torem 387 — 390; nad przejazdami 217; nad zwrotnicami 429.

Drąg korbowy 81

Drąg okuty do podnoszenia toru 381, 392; łapczasty do haków 381.

Drągi nastawcze 576—577, 579, 581—582, 609, 619; sygnałowe 564, 565, 579, 582, 583, 611, 612, 625; sygnałowe parzyste 582 — 584; zwrotnicowe 428, 579—582, 594, 595, 625; zasuwowe 579, 585; pedałowe 609.

Drążki przebiegowe 577, 611, 625; drążek kliniasty przy drągu zwrotnicowym 580, 581; drążki kolankowe przy drągach sygnałowych 583, 584.

Drezyna do oględzin linii 389.

Droga jako środek komunikacji 2.

Drogi lądowe 5; morskie 3; powietrzne 2; uliczne 6; wodne 2, 23, 25; wodne wewnętrzne 3, 4.

Droga żelazna a kolej 7.

Drogi żelazne — powstanie 6, 7; rozwój 13, 15—16; specjalizacja 13; klasyfikacja techniczna 14; wyższość komunikacyjna 16; znaczenie 15; skutki pobudowania 19; korzyści 17—20; stosunek do dróg wodnych 22—26; do dróg zwyczajnych 26, 27; jako przedsięwzięcie gospodarcze 28; koszty budowy 178—181; koszty eksploatacji 181—189.

Drogi żelazne znaczenia ogólnego 13, 177; znaczenia miejscowego 40, 54; pierwszorzędne 174; drugorzędne i trzeciorzędne 175, 176; miejskie i międzymiastowe 13; turystyczne 13; użyteczności prywatnej 176; o kolei powójnej 173; o ruchu różnej szybkości 173; nizinne i podgórskie 168, 169; górskie 167—169, 191; zębnicowe 10, 11, 168, 192; lino-we 9; poślizgowe 9.

Drogi żelazne wąskotorowe 53—54; właściwości techniczne 172; szerokość toru 171; skrajnie taboru i budowli 220; promienie łuków 171, 199; krzywe przejściowe 200; obciążenie osi napędnych 101; opór pociągów 119, 120; koszty budowy 180; bogactwo narodowe 21.

Drogi zwrotnicze 453—455.

Drogi podróżnych — skrócenie 487, 502—504.

Dróżnicy obchodowi 389, 390, 394; przejazdowi 389, 390.

Drut stalowy do przewodów nastawczych 587.

Drzewo do wyrobu podkładów 326.

Drzwiczki paleniskowe 80.

Dworce — w Kolonji 498; w Strasburgu 500; czasowy Warszawa Główna 506, 510; Saint-Lazare w Paryżu 507; we Frankfurcie nad Menem 509.

Dworce—poziom 488, 497; połączenie z peronami 465, 475, 476, 488, 489, 497; położenie względem torów 458, 470, 488, 489, 501, 502; rozplanowanie 487; projektowanie 470, 479; wyspowe i półwyspowe 458, 497; dwupoziomowe 458, 500; odjazdowe i przyjazdowe 501, 502; czołowe 501 — 503; na małych stacjach 469, 470; na stacjach średniego znaczenia 478 — 480; na stacjach granicznych 486; na dużych stacjach 486 — 488.

Dymnica 80.

Dynamiczne działanie taboru 307—315.

Dynamiczny nacisk koła 314, 344; na łubki 362.

Dyrekcja główna dróg żel. 55.

Dyrekcje kolejowe 58, 148.

Dyrekcyjne rady kolejowe 58.

Dyrektor wydziału drogowego 388.

Dyspozycje o podziale wagonów 147.

Dysza wylotowa 80.

Dyżurny ruchu—obowiązki 561, 572, 610, 611.

Działki robocze 218, 389.

Dzieła sztuki 179, 180, 210—215.

Dziób krzyżownicy 410; wymiary 431 — 434, 441, 448; materiał i konstrukcja 435 — 437, 439.

Dzwon parowy czyli zbieralnik 80.

Dzwonki elektryczne w przyrządach blokowych 558, 562, 563.

Dzwony w sygnalizacji słuchowej 545, 550; elektryczne 553.

Dźwigi bagażowe 485, 502, 503, 514; towarowe 517.

Dźwignice do ładowania węgla 152.

Dźwigniki do podnoszenia toru 381, 382, 395.

E

Eksploatacja lasów w Polsce 50; kolejowa, jej zadania 133.

Ekspedycja pośpieszna 475, 483, 513, 514.

Energja kinetyczna pociągu 108, 127, 128, 192, 193, 315, 365; staczanego wagonu 524.

Engesser — nacisk boczny koła 315.

Elektromagnes w przyrządzie blokowym 558; sprzęgu elektrycznego semaforu 568, 569; przy odcinku izolowanym 608.

Elektrowozy w węźle warszawskim 494, 497; na dr. żel. miejskich 12.

Elektryfikacja dróg żelaznych — 12.

Enderes — kosztu budowy dróg żel. 180.

F

Feldegg — ilość przewozów 165.

Fiebrandt — przyrządy nastawcze 565, 580, 583.

Flamache — przyrząd do spozrzeń 284.

Fosfor — wpływ na wytrzymałość stali szynowej 338.

Francja — historia dróg żel. 81; organizacja dróg żel. 39; szybkość pociągów 135; praca taboru 148; przewozy 163; szerokość toru 170; podział dróg żel. 176; kapitał budowy dr. żel. 178; koszty eksploatacji 182; współczynnik eksploatacji 185; luz między kołem a szyną 270; poszerzenie toru w łukach 272; nasycanie podkładów 329; trwałość podkładów 330; podkłady metalowe 330; normalne typy szyn 349—350; złącza o łubkach podpartych 372; spajanie szyn 376; koszt budowy wierzchniej 402; iglice sprężyste zwrotnic 427; typ małej stacji 469; powierzchnia magazynów towarowych 515; blokada warunkowa 556; przewozy sztywne do zwrotnic 601; wypadki z pociągami 628; wypadki z podróznymi 629.

Frank — opór pociągu 114, 116, 117.

Front ładunkowy 516, 518, 520.

G

Galerje przeciw zwałom śnieżnym 391.

Galton — tarcie klocków hamulcowych 127.

Geografja dróg żelaznych 43, 45.

Geograficzne położenie Polski 46

Geologiczne badania terenu 207, 208, 247, 248.

Gerstner — plan budowy dr. żel. rosyjskich 35, 169.

Gęstość ruchu na drogach żel. 44, 51; sieci kolejowej w Polsce 50.

Gięcie szyn 380.

Głębokość wykopów a zamiecie śnieżne 391.

Główka szyny — kształt 342, 343, 360, 416.

Goss — badania nad pracą parowozów 87, 88 — 90, 110, 118.

Göhring — nacisk boczny koła 315.

Grabie do oczyszczania podsypki 394.

Granica pochylenia nieszkodliwego 195.

Granica sprężystości drzewa 324; stali szynowej 344.

Granice wywłaszczenia 257; wahań temperatury szyn 368.

Grunty torfiaste i błotniste 208.

Grupowanie wagonów porządkiem stacji 527.

Grupy rozjazdów 453, 454; torów na st. postojowych 511; torów na st. rozrządowych 521, 522, 526, 527, 529, 531; wagonów rozrządzanych 521.

Gruszki Bessemer'a i Tomasa 336.

Grzbiety rozrządowe 523 — 526, 529 — 531, 534, 538.

Guebard — opór pociągu 115.

Gwizdanka parowozowa 80; przy rozrządzeniu 541.

Gwoździe do przytwierdzenia siodełek 355, 356.

H

Haarmann — opór pociągu 119; budowa wierzchnia 405.

Haentschel — spostrzeżenia 289.

Haki szynowe 352, 353, 370, 380, 388, 392, 399, 401.

Hamowany ciężar pociągu 129, 130.

Hamowanie pociągów 126—131, 141; wagonów rozrządzanych 120, 523, 534, 539, 540; wagonów oderwanych 130.

Hamulce 120 — 131; ręczne korbowe 120, 121; dźwigniowe 121, 539; zespolone 121 — 126; samoczynne 122—125; rozmieszczenie 133; torowe 531, 539, 540; bezpieczeństwo ruchu 634.

Handlowa szybkość pociągu 133.

Harding — wzór na opór pociągu 115.

Haushalter — wskaźnik szybkości 112.

Hardy — hamulce samoczynne 123, 125.

Heberlein — hamulec z kołem trącem 121, 122.

Heblarki do zaciosywania podkładów 377.

Hedley — doświadczenia nad przyrzecnością kół napędnych 10.

Heindl — metalowa budowa wierzchnia 357.

Hilf — budowa wierzchnia na legarach 402.

Historja dróg żel. w Anglii 29 — 30; w Stanach Zjednoczonych Am. Półn. 30; we Francji 31; w Austrii 31; w Niemczech 32; w Rosji 33; na ziemiach polskich 34—37.

Hiszpanja — szerokość toru 170.

Hoffmann — wzór oporu na lukach 119.

I

Iglice zwrotnicowe 410, 415—428; kształt 412, 415—418; kąt oparcia o opornicę 415, 452; długość 415, 452; długość przylegania 416, 417; odległość od opornicy 415, 418; prze-

suw 418, 441, 443, 445, 449, 597, 598; przekrój 422 — 427; gięcie i struganie 421, 423, 424; podparcie 424, 425, 430; umocowanie w osadzie 423, 426—428; podnoszenie się 427; sprężyste 427; wzmocnienie 423; zakrzywienie 441, 452.

Ilostan taboru dróg żel. 43.

Indje Wschodnie — szerokość toru 170.

Induktor w przyrządach blokowych 558, 559, 561, 569.

Indykatory 110.

Inspekcja dr. żel. prywatnych 55.

Irlandja — szerokość toru 170.

J

Jacquier — koszt eksploatacji 229.

Jama osadowa w łańcuchach stali 337.

K

Kamień kotłowy 206.

Kamienne mosty 213.

Kamionkowe rury 210.

Kanały a drogi żel. 24, 25, 45.

Kanały na przewody 586, 587, 625.

Kapitał budowy dróg żelaznych 21, 178.

Karczowanie pni 258.

Kasy biletowe na dworcach 487, 506.

Kąt przecięcia koleją drogi zwyczajnej 218; skrzyżowania 410 — 411, 413; krzyżownicy 415, 427, 431 — 434, 444; oparcia iglicy 415 — 417, 441, 452; w osadzie iglicy 416, 418, 441, 443, 447.

Kąt stoku naturalnego 250.

Kątownicy przeciw uciekaniu szyn 369, 370; do wyrobu kierownic 439, 440.

Kierownice 410, 432—434, 438—440.

Kierunek projektowanej linii 224, 236.

Kilometrowanie linii 240.

Klasyfikacja dróg żel. pod względem technicznym 166, 168, 169, 170 — 173; dróg żel. według ich przeznaczenia 174 — 176; dróg żel w różnych krajach 176—177.

Klawisz wspólny przycisków blokowych 561, 562.

Kleszcze do przenoszenia szyn 378.

Kliny drewniane do szyn o dwóch główkach 356, 401; stalowe David'a 356; lane w krzyżownicach 435, 436, 439.

Klocki hamulcowe 120, 191, 196.

Klose — hamulce parowe 122.

Kłozety na dworcach 470, 479, 487, 488.

Klucze do wkrętów 380; do śrub złączowych 382, 383; do zamków zwrotnicowych 430, 602, 608, 610.

Kłódki linijek przebiegowych 581.

Kocioł parowozu 78, 634.

Kolej szynowa 7; pojedyncza i podwójna 173, 180.

Koleje gładkie najstrome 167; jednoszynowe 7, 8; pierwotnie kopalniane 6; wąskotorowe 7; zębnicowe 168.

Kolejki przenośne 13, 316; połowe 176; wiszące 8.

Koła pojazdu kolejowego 65.

Kółki do przytwierdzenia siodełek 356.

Kołowroty hydrauliczne do przesuwnic i obrotnic 507.

Kołysanie parowozu 95, 313, 378.

Komin parowozu 80.

Komisja odbiorcza 245.

Komitet dyrekcyjny we Francji 39.

Komora celna na st. Warszawa Gd. 518—520.

Komunikacje 1; morskie 2, 43, 45; wodne 1, 45, 46; samochodowe 27; lotnicze 2.

Koncesje kolejowe 38, 60.

Kontrola pracy taboru 147.

Konwencje i umowy 63.

Korbka induktora przyrządów blokowych 558 559, 561, 562, 563, 569.

Korby kół napędnych 77; do nastawiania semaforów 558, 562, 563.

Korki Collet'a 327, 328.

Koryto przepustu 212.

Korzyści pobudowania dróg żel. 17—21.

Koszary i półkoszarki, ich rozmieszczenie 218.

Koszt budowy dróg żel. 16, 20, 21, 169, 171,

178, 180, 181, 208, 227; kanałów a dróg żel.

24; budowy wierzchniej 348, 385—387, 401

402, 405; krzyżownic 439, 440; przewozu

2, 22 — 24, 29, 133, 163, 164; przewodów

sztynnych i drutowych 601; taboru 74—76,

101, 147; mostów i przepustów 215; dźwi-

gników 395; utrzymania i naprawy toru 321,

344, 345, 361, 399, 400, 404, 405; nasycania

podkładów 330; zwrotnic 430; rozrządzania

542; eksploatacji 142, 161, 162, 181 — 189;

urządzeń nastawczych i blokowych 625—626.

Kosztorysy budowy drogi żel. 178, 179, 243.

Kotwica przyrządu blokowego 558.

Körting — hamulce samoczynne 123.

Krażki napędne przy semaforach 604, 605; przy zwrotnicach 598, 599.

Kreozol do nasycania podkładów 328, 329.

Kreślenie rozjazdów 450, 451.

Kruszenie gruntu 246.

Krzem w stali szynowej 338.

Krzywe przejściowe 200, 201, 277 — 283, 313

Krzywizna linii — stosunek do załamania przekroju 198; sprawdzanie 382

Krzyże celownicze 376, 395.

Krzyżowanie dróg zwyczajnych 217, 218—219, 222; pociągów 456, 459.

Krzyżownice 409—415, 431—450; zwyczajne

431—433; angielskie 410—411, 433—434,

448; w połączeniach krzyżowych 415; po-

trójne rozjazdów angielskich 413—414, 449—

450; specjalne rozjazdów podwójnych 412,

444—446; składane z szyn 435—437, 441;

lane 438—439; o skrzydle ruchomem 437,

438; o toku ciągłym 438.

Krzyżulec trzona tloka 81.

Kształt linii kolejowej a trakcja 189—202; a wydatki eksploatacji 228—235; kolei szynowej 268—283.

Kulisa (jarzmo) 81.

Kurek maszynisty w hamulcach powietrznych 124.

Kurki probiercze 80.

L

Lampiernie na dworcach 469, 470.

Lartigue — kolej jednoszynowa 8.

Latarnie i latarki sygnałowe 544, 548, 549; na

semaforach i tarczach 547, 571, 603, 604;

przy zaporach i wywrotkach 606; zwrotni-

cowe 429, 600; Bender'a 429; młeczne 545,

548, 549, 573, 574, 605; sygnałów drogo-

wych 548, 553, 554; pociągowe 548, 551,

552; przy rozrządzaniu 541.

Launhardt — zyskowność budowy dróg żel.

159, 160; ilość przewozów 163; koszt eks-

ploatacji 229.

Legary podłużne 402—404.

Leitzmann — praca parowozów 87.

Leje do ładowania węgla 151, 152.

Lejki ufańskie 248.

Lewary do robót drogowych 381, 382, 395.

Linijki przebiegowe 576, 577, 581, 612 — 614.

Linja robót zerowych 237; średnicowa war-

szawska 494, 505, 510, 512.

Linje próbne przy poszukiwaniach 236, 237;

kolejowe, wejście na stacje 484, 485, 504,

528.

Linjowe wydatki eksploatacyjne 185, 187, 188.

Lipkowski — hamulec samoczynny 123.

Lotnictwo 27.

Luz w widłach maźniczych 71; między obrzeżem obręczy a szyną 269—271, 420; między szynami w złączeniu 362, 365, 368, 369, 379, 385, 388, 393, 396—399; między szyną a łubkami 363, 364, 426; w siodełku Stephenson'a 401.

Ł

Ładowanie paliwa na tendry 151—152; ekspedycji pośp. i poczty 513; towarów 514, 516, 517.

Ładownie towarowe 470, 471, 479, 517, 518, 520; ekspedycji pośpiesznej 513, 514; pocztowe 513, 514, 496; bydłowe 517, 520.

Ładowność wagonów towarowych 76, 132.

Ładunek pociągu towarowego 148; wagonowy i drobny 132, 467, 536.

Łańcuchy zapasowe 73.

Łapki do przytwierdzenia szyn 355—357, 425, 430.

Łapa zawory mechanicznej 564—567.

Łata przy układaniu podkładów 377.

Ławy torowiska 253, 256.

Łubieński Tomasz - budowa pierwszej drogi żel. w Królestwie 34.

Łubki pierwszych dróg żel. 358; przekrój 359—361, 364; działanie 362, 365, 342, 343; odkształcenia 362, 363; uciekanie szyn 363; materiał 363, 364; długość 367, 368; cztero i sześciootworowe 368; heblowanie 371; podparte 372; spodnie 372; nośne 373; szyn o 2-ch główkach 375; do z mocowania szyny pękniętej 390; przejściowe 398; szyn na legarach podł. 404; w osadzie iglic 426.

Łuki pierwszych dróg żel. 167; najmniejsze promienie 171, 419; opory 106, 108, 118, 119, 171, 189, 201; granica pochylenia nieszkodliwego 195; wytykanie 239.

Łuki zwrotne w rozjazdach, promienie 413, 415, 431, 440—444, 427, 452; poszerzenie toru 418, 419; w rozjeździe angielskim, długość 450; odległość od matematycznego środka krzyżownicy 450.

M

Mac Adam - uproszczony system budowy szos 5.

Mackensen - dane o ilości przewozów 165.

Magazyny towarowe na małych stacjach 471, 473; na stacjach średniego znaczenia 472, 479; towarów przychodzących i odchodzą-

cych 515, 516; położenie 514—515; szerokość i powierzchnia 515, 517, 518, 520; przepisy polskie 483, 517—518; na st. Tczew 497; na przedmioty łatwopalne 518; komory celnej na st. Warszawa Gd. 520; ekspedycji pośpiesznej 514.

Mallet - typ parowozów 82, 407.

Manewry stacyjne - wpływ na układ torów 457; na niewielkich stacjach 459—460, 467—468, 472; na dużych stacjach towarowych 520, 521, 522, 526; hamowanie wagonów 120—121; sygnały 574, 606; wypadki z ludźmi 628.

Mangan w stali szynowej 338.

Manometr na parowozie 80; przy hamulcach powietrznych 125.

Mapy krajów polskich 223, 224.

Marié - wahania resorów 312, 313.

Maszyna parowa stała na dr. żel. linowych 9.

Maszyny do zaciosywania i nawiercania podkładów 325.

Matrace pod podsypkę 320.

Maźnica 67, 70—71.

Mękarski - wagony motorowe pneumatyczne 12.

Miarkowanie luzów 338, 393, 396, 397, 398, 399; odstępu pomiędzy szyną a kierownicą 439, 440.

Miechy wagonowe 74.

Miejsca niebezpieczne—ogrodzenie sygnałami 553—554, 569—570.

Międzynarodowy związek kolejowy 63.

Międzytorze - szerokość 264; bezpieczeństwo personelu 638

Michel - ilość przewozów 164.

Mijanki rozmieszczenie 204; wyłącznie techniczne 463—464; podmiejskie dla ruchu osobowego 465—466; z torami ładunkowymi 468.

Mimośrod parowozowe 81.

Minister i ministerjum kolei żel. w Polsce 55, 57.

Młot do zabijanta haków 380.

Mobilizacja - układ torów na mijankach 468.

Moc parowozu 86, 87, 88; przy zastosowaniu podgrzewaczy 89; największa 90, 91, 138; obliczenie 136—137.

Moment bezwładności i wytrzymałości przekroju szyny 339, 341, 342, 351; łubków 360; zestawu kół 108.

Moment gnący dla szyny 300—301, 305—306; dla łubków 362—367.

Monopol przewozu 38.

Morin - opór toczeniu się kół 104.

Mostownice 334.

Mosty zwodzone – ogrodzenie sygnałami 558; zabezpieczenie położenia 590.

Mosty – położenie 209, 215; rodzaje 212–214; otwory 212–213, 215; wysokość konstrukcyjna, ilość i koszt materiałów 216; przejazdy dołem 219; ustrój toru 384–385; na łukach 385; dla dojścia do peronów 485.

Mury oporowe 257, 258.

Mutzner – badania wpływu kształtu linii na koszt eksploatacji 229.

Myto za korzystanie z kolei 29.

N

Nacisk kół pionowy 101, 217, 348; pionowy dynamiczny 307–315, 344; boczny 69–70, 200, 274–275, 314–315; boczny na iglicę 425; klocków hamulcowych 126–127; szyny na podkład 295–298, 323–324; szyny na łuki 332–363; podkładów na torowisko 316.

Naczelnik partii przy poszukiwaniach 238; oddziały i naczelnicy dystansów 245, 388.

Nadal – praca parowozu 87, 88; opór pociągu 116.

Nadzorca drogowy 389, 390.

Nadzór państwa nad dr. żel. prywatnymi 38, 39.

Naładunek wagonów 132.

Napełnienie tendrów paliwem 151–152; wodą 153–154, 459.

Napełnienie cylindrów 81, 85; siła pociągowa 87–88.

Napęd osi parowozu 81; do zwrotnic 598–599; do semaforów i tarcz 604.

Naprawa taboru 456, 484; parowozów 146, 479; wagonów 510, 513; toru drobna 388, 392–394; toru główna 388, 395–398; ciągnięcia budowy wierzchniej 395, 399; według pory roku 399–400.

Naprężenia w podkładach 294; w szynie 344, 375; w stopie szyny przy ostygnięciu 337, 342; w łukach 363; w przewodach drutowych 588–589.

Naprężenia i odkształcenia budowy wierzchniej 290–307; szyny, jako belki na sprężystym podłożu 298–300; na sprężystych podpórach 301–307.

Narzędzia drogowe 377–382, 389, 393, 394.

Narzuć z kamieni 257.

Nastawianie osi samoczynne 71.

Nastawianie zwrotnic 428–430, 579–582, 585–587, 593–602; semaforów i tarcz 553, 575, 583–584, 587–588, 603–605, 610; zwrotnic

i sygnałów zespolone 576–578, 638; zapór i wykołojnic 585, 605–606.

Nastawnie 575, 579, 616; wzniesienie poziomu 579; rodzaje 610, 616; umieszczenie przyrządów blokowych 611, 625; w blokadzie syst. Rank'a 614; uzależnienie 577, 610, 613, 614, 616, 617, 620, 621, 622, 623, 624, 625; koszt 625; na st. Zajączkowo 529, 531.

Nastawnica parowozowa 81; w urządzeniach bezpieczeństwa 574–575, 616, 625, 626.

Nasuwanie podkładów 378; toru 382, 383, 388, 392, 399; styków do węgielnicy 388, 393, 396, 397, 398, 399.

Nasywanie podkładów 328–329.

Nasyp Teligiński 260–262.

Nasypy – posadowienie i materiał 208, 257–259; wymiary 249–250, 252, 256–257, 259; odkształcenia 157–260.

Naśrubki śrub złączowych 369, 426; zamków zwrotnicowych 430.

Natężenie paleniska 89; ruchu 159, 162.

Nauka o drogach żel. 28.

Nawiercanie otworów w podkładach 325, 353, 377; w szynach 379.

Neumann – złącza 373–374.

Niemcy – historia dr. żel. 32; Związek Zarządów dr. żel. 62, 273, 632; szybkość jazdy w łukach 134; szybkość pociągów 135; praca taboru 148; wyniki eksploatacji 159; przebiegi i opłaty przewozowe 163; ilość przewozów 44, 164–165; podział dróg żel. 177; koszt budowy i eksploatacji dróg żel. 178, 180, 182; współczynnik eksploatacji 185; pochylenia 192; załamania przekroju 199; łuki 199; krzywe przejściowe 201; poszerzenie toru 272, 273; nasywanie podkładów 329; podkłady metalowe 334; typy szyn 349; przytwierdzenie szyn 353, 357; podkłady podwójne 367; szyny na legarach 403; szyny na podsypce 406; sygnalizacja 545, 570, 571; zamki zwrotnicowe 596; przewody drutowe 600, 601; wypadki kolejowe 628, 629, 635.

Nierównomierność ruchu 516, 518, 520, 542.

Nikiel w stali szynowej 338.

Niwelatory 226, 238, 376.

Nośność wagonów towarowych 76.

Numeracja pociągów 156; torów stacyjnych 483, 618.

O

Obchody dróżników 389.

Obciążenie mostów 217; osi parowozów 97–101, 217, 194, 307, 348, 402.

- Obieg parowozów** 146.
- Obręcze kół** 66, 432; pęknięcie 631.
- Obrońca państwa a sprawność dróg** żel. 38.
- Obrotnice** 407—409; przy parowozowniach 146, 483; wagonowe 460, 500, 507, 516; sygnalizowanie 549, 550; zabezpieczenie położenia 590.
- Obróbka szyn** 337; iglic 416, 417, 422—424, 426—427.
- Obrót taboru** 145, 147.
- Obrzeża obręczy kół** 66; przejście w łukach 70, 72, 421; odstęp przy odbojnicach 384, przy opornicach 418; żłobki w krzyżownicach 431—434.
- Obrzeża podkładów** 353—354.
- Obsady parowozowe** 146—147; konduktorskie 479.
- Obsiewanie stoków** 251.
- Obsługa przejazdów w poziomie** 217, 221; przystanków 461, 462; parowozów i wagonów, wypadki 628; przyrządów blokowych 562, 563.
- Obwód stacji kolejowej** 164.
- Ochrona podkładów** 321; toru 387—392.
- Oczyszczanie wody do kotłów** 206, 207.
- Odbojnice** 383—385, 606.
- Odbudowa budowli** 53; toru 388, 397—399.
- Odchylenie rzeki** 209.
- Odciążki na kołach napędnych** 94, 309—310.
- Odcinki wspólne kilku linii** 485, 504; izolowane 608, 612, 619.
- Oddziały drogowe** 388.
- Oder**—układy stacji 476, 511.
- Odgałęzienia w rozjazdach** 409—414, 443—445. na szlaku 569—572.
- Odkład ziemi** 253.
- Odkształcenia gruntu i budowli ziemnych** 246—249.
- Odkształcenia budowy wierzchniej**—stałe 283—284, 311, 316, 319, 344—345, 347, 362; sprężyste, spostrzeżenia 284—290, 314—315, 364; obliczenia 290—311.
- Odległość hamowania** 128—129, 539.
- Odnogi linii kolejowej**—dojście do stacji 458.
- Odparowalność węgla** 89, 91.
- Odpyły wód opadowych**—pomiar 215.
- Odsączenie stoków w wykopach** 253—254; w nasypach 258, 260—262;
- Odstawianie wagonów od pociągów** 460, 466, 468.
- Odstępy nadzorców drogowych** 218, 389; blokowe 556.
- Odwodnienie torowiska** 207—208, 253—254, 316, 320, 403; kanałów na przewody 586.
- Oględziny toru** 389, 390.
- Ogniwa blokowe** (patrz Bloki) ustrój 558—562, 610; kontrolne na liniach jednotorowych 563—564; początkowe i końcowe 564—565; uzależnienie wzajemne 613—614; koszt 626.
- Ogrzewanie wagonów na st. postojowych** 510, 512.
- Okienka pomiędzy podkładami** 321, 383, 395; przyrządów blokowych 558; zabarwienie 561, 562, 563; ilość w przyrządzie 558, 562.
- Okręgi nastawcze** 577, 616—617.
- Opady śnieżne** 390—391.
- Opaska resoru** 68.
- Opierzenie pudła wagonu** 73.
- Opis techniczny budowy dr. żel.** 242.
- Oplata za przewóz końmi** 17, 26; kanałami 25; na drogach żel. 16—17, 25, 26, 163—164.
- Opornice** 410; odstęp w osadzie iglicy 415, 418; wygięcie 422; przytwierdzenie 425; występ przed iglicą 441; w rozjeździe angielskim 448—449.
- Opór ruchowi po różnych drogach** 2, 166—167; tarcia posuwistego kół 104, 274, 315; mechanizmu parowozu 106, 118; powietrza 105; od uderzeń koła 105, 361; osuwaniu się gruntu 249—250; przewodu sztywnego 586, 601.
- Opór pociągu** 101, 104—108; na prostej poziomej 190, 230—231, 524; w łukach 70, 106—108, 118—119, 171, 201, 524; sposoby określenia 109—114; wzory 115—119; na kolejach wąskotorowych 119, 120.
- Opórki przeciw uciekaniu szyn** 370, 371.
- Organizacja zarządu dróg żel.** 28, 54—58; pierwszych dróg żel. 55—56; dróg żel. w Polsce 57—58.
- Organizacja dr. żel. francuskich** 31, 39; wydziału drogowego 388—389.
- Organy administracji dróg żel.** 55—57.
- Osada iglicy** 423, 426—427.
- Osie pojazdu kolejowego** 66; napędne i pociągowe parowozu 77, 84; zwrotne, wolne i sprzężone 71—72; pęknięcie 67, 631.
- Oś torowiska**—wytknięcie 376; toru 263—264, 450—451, 453, 480.
- Osiadanie gruntów** 247; nasypów 259; belki na podłożu sprężystym 290—294; na podporach sprężystych 296—307; sprężyste podkładów 284, 286—287, 294, 296, 323, 382; szyn 299—300, 306—307, 308—311; toru

323, 365, 366, 383, 389 — 395, 632; legarów podłużnych 403.

Oskardy do podbijania podkładów 381, 382.

Ostoja pojazdu kolejowego 65; wagonu 73.

Ostojnice wagonowe 73; parowozowe 77.

Ostrze iglicy 410, 415, 420, 423, 441; przesuwy 418, 441, 443, 445, 449, 597, 598.

Osuszenie (p. Odłączenie, Odwodnienie) torowiska 346.

Osuwiska 246—247, 249, 250, 254—259.

Oświetlenie terytorium stacyjnego a bezpieczeństwo personelu 638.

Otwieranie z odległości rogatek przejazdów 218.

Otwory mostów i przepustów 212—213, 215, 240, 244; mostów nad drogami zwyczajnymi 219, 222; w szynach 368; w podrojazdnicach metalowych 430.

Oznaczniki w tablicach zależności 618, 619

P

Palenisko kotła parowozu 78, 79.

Palisady przeciw zaspom śnieżnym 392.

Paliwo—wybór 79; rozchód 148—150; spalanie 80, 86, 145; ładowanie 145, 151, 152; składowanie 152.

Palmer—kolej jednoszynowa 7.

Pambour—opór pociągu 115.

Panewka 67.

Państwowa Rada Kolejowa w Polsce 57.

Para przegrzana 87, 90, 11; wsteczna 120.

Parowozownie—typy 145, 116; rozmieszczenie 205; położenie 478, 483, 477; na stacjach postojowych 511, 513; rozrządowych 536.

Parowozy—ustrój ogólny 77—83; jednoprzęne i dwuprzęne 81, 82; syst. Mallet'a 82, 100; o parze nasyczonej i przegrzanej 90, 93; ruchy szkodliwe 93—96, 631, 632; typy 96—97; pośpieszne i osobowe 97; towarowe 98—99, 194; beztrendowe 80, 100—101; dane o wymiarach i ciężarze 11, 102—103; zmiana 145, 459; obieg 146; przebieg 147, 148, 478; naprawa 479; obsługa 145—146, 628; manewrowe 100, 460, 476—478, 500, 501, 520, 522—534; na st. czołowych 457, 500—501; na st. postojowych 510, 513; pociągowe, użyte do przetaczania 460, 472—475; do popychania 194; sygnały 550—552.

Parowóz pierwszy Trevithick'a 10; Stephenson'a 10; „Rakieta“ 11, 12.

Pasy ochronne od pożaru 257; zalesione 392 łączące w zwrotnicach 425.

Pedały szynowe 608—609, 612; działające na czas 609—610, 612.

Perony zewnętrzne i międzytorowe 461, 462, 463, 470, 485, 486, 497; wyspowe 463, 489; poprzeczne 502; długość 461, 470, 483, 497; wysokość 462, 482, 483; na mijankach 463, 465—466; dojścia 485, 487—483, 497, 502; dojście w poziomie 475, 476, 502, 504; układ torów 491; bezpieczeństwo podróżnych 463, 476, 485, 488, 491; pokrycie 486, 502; bagażowe 487, 497, 502, 503; przepisy polskie 481, 482; na st. Tczew 497; na st. Strasburg i Kolonja—498, 500; na st. Warszawa Gl. 505, 506, 510; na st. Frankfurt nad M. 509.

Petardy 545, 550, 554;

Petrow—opory pociągu 105, 114; nacisk dynamiczny koła 308, 310, 311.

Pęknięcie osi i obręczy 67, 68, 631; podkładów 326; podkładek 392; krzyżownic lanych 438, 439.

Piasecznica 80.

Piasek, jako podsypka 318.

Picard—koszt przewozu 17; kanały 25.

Piece płomienne Siemens-Martin'a 336, 337.

Pierścienie sprężynowe pod naśrubki 369.

Piesek drąga sygnałowego 567, 584, 625.

Place ładunkowe 516—518.

Plan rozwoju sieci dróg żel. w Polsce 52; wykonania robót 243; wyłączenia gruntów 244; przebudowy węzła warszawskiego 496—497.

Plany linii projektowanych 228, 240, 241, 243; stacyj 483, 618; urządzeń nastawczych 618—619.

Planowość budowy sieci kolejowej 39, 40.

Plessner—koszt budowy dróg żel. 189, 181.

Plaszcz paleniska 78.

Płomieniówki 78, 80, 81.

Płotki do wzmocnienia stoków 251, 252.

Płoty żywe przeciw zaspom śnieżnym 392.

Płozy hamujące 523, 534, 539, 606, 607.

Pługi do usuwania zasp śnieżnych 391.

Płytki podiglicowe 424, 425.

Płyty podzwrotnicowe 425, 430; pod krzyżownicami 436.

Pobocze torowiska 263.

Pochylenia linii kolejowej 106, 138; urojone 138; na różnych liniach 167, 174—176; kolei zębnicowych 168; krańcowe 190—193; miarodajne 190—195; szkodliwe i nie-

- szkodliwe 195; rozmieszczenie 197; zastępcze 202; wpływ na pracę parowozów 106, 137—138, 189; na koszt eksploatacji 190; na uciekanie szyn 315; na położenie sygnałów 553; torów stacyjnych 205, 522, 523; grzbietów rozrządowych 523, 524, 526, 538; w tunelach 193; przepisy polskie 204, 205, 480, 512.
- Pochylenie wjazdów na przejazdy** 218; stoków 250—252, 320, 322; podłużne rowów 252, 256; poprzeczne w odkładach i ukopach 253, 257; szyny zewn. w łukach 276, 280; poprzeczne szyn 270, 403, 422; płaszczyzn przyleganiu łubków 343, 351; poprzeczne rozjazdu 428; zejść do tuneli 485.
- Pociągi** — rodzaje 131, 156—157; porządek ustawiania taboru 133, 460, 468, 501; numeracja 156; osobowe 131, 463, 475—477, 489—493, 500—505; os. pośpieszne 466; podmiejskie 157, 463, 465, 466, 511; towarowo-osobowe 475; towarowe 132, 520—522; towarowe pośpieszne 513; robocze 377, 394; krzyżowanie i wyprzedzanie 459, 463—465, 472, 485; zmiana składu 460, 484, 490, 491; zabezpieczenie przebiegu 481, 554—557, 561, 564, 572, 576—577; sygnalizacja 550—551; wykolejenia i zderzenia 627—628, 633.
- Pociągowe wydatki eksploatacyjne** 185, 187, 188.
- Poczekalnie dla publiczności** 461—463, 486—487; umieszczenie względem przepustów biuletowych 487—489.
- Poczta** 1, 485, 487, 502, 503, 513, 514.
- Podbicie podkładów, trwałość** 317, 323.
- Podbijaki** 381, 382, 395.
- Podbijanie podkładów** 316, 382, 388, 392, 395, 399; krótkich 323, 382; metalowych 331, 332; żelazobetonowych 336; odległość między podkładami 347, 366.
- Podgrzewacz** 83, 89.
- Podkładki szynowe** 324, 342, 353, 355; pękanie 392; drewniane do równania wysadzin 393; podiglicowe 424—425; sprzężyste pod naśrubki 369.
- Podkłady**—osiadanie sprzężyste 284, 286—287; układanie 284, 347, 377; podbijanie i jego trwałość 316, 317, 323, 382; zasypywanie 320; przyłączone 360, 361, 367; łączenie 370; nasuwanie 378; wymiana 388; 394—396, 399; porównanie z legarami 403; pod rozjazdami, patrz Podrozdżadnice.
- Podkłady drewniane**—wymiary 322—324; zaciścywanie 324; nawiercanie 325; rodzaje drzewa 326; suszenie 326; trwałość 327, 330, 396, 397, 401; zabezpieczenie od zniszczenia mech. 327; nasycanie 328—330; metalowe 330—334; żelazobetonowe 335—336.
- Podłoga wagonu** 74.
- Podniebienie skrzyni paleniskowej** 79.
- Podnoszenie toru** 377, 382, 395, 399.
- Podnośnice kubelkowe do węgla** 152; szuflowe do żwiru 318.
- Podpory szynowe**—rodzaje 267, 268, 405.
- Podrozdżadnice** 430, 440.
- Podróżni** — drogi na dworcach 487, 502; bezpieczeństwo dojścia do pociągów 463, 485—487; przesiadanie się 491; wypadki 627—630, 636—640.
- Podsady szynowe** 404—405.
- Podsyпка** 263, 316—322; znaczenie 316, 397, 400, 632; materiały 316—318, 394; zniszczenie 317, 394, 403; ściśliwość i sprężystość 287, 318, 319; przekroje poprzeczne 319—322; grubość warstwy 319, 403, 405; wpływ na pracę złącza 363; dowożenie 376; podbijanie 382; ilość na km 387; dosypywanie i oczyszczanie 388, 394, 395, 397, 399; wymiana ciągła 395—397.
- Podwyższenie szyny zewnętrznej w łukach** 273—275; w łuku zwrotnym 422, 427, 428; dna łubków 432; skrzydeł krzyżownicy 432; kierownic 434; iglic w torze zwrotnym 488.
- Podział administracyjny linii kolejowej** 218.
- Podziałka planów i przekrojów** 240, 241.
- Pojemność zbiornika wody na stacjach** 153.
- Pokrycie peronów** 486.
- Polityka kolejowa** 28, 38, 39; taryfowa 40.
- Polska**—historja dr. żel. 34; potrzeby komunikacyjne 46; wytwórczość 48—50; dane o gęstości sieci kolejowej 50, przewozy i gęstość ruchu 51—52; rozwój stacyj 53; drogi żel. wąskotorowe 53, 54; organizacja zarządu dróg żel. 57—58; ustawodawstwo kolejowe 60—63; hamulce zespolone 121; procent ciężaru hamowanego 130; skład pociągów 132; szybkość pociągów 134; praca taboru 147, 148; przebiegi i opłata przewozowa 163, 164; ilość przewozów 166; drogi żel. górskie 167; szerokość toru 170, 269, 270; podział dróg żelaznych 177; kosztorysy budowy dr. żel. 178, 179; koszt i współczynnik eksploatacji 182, 185; obciążenie mostów 217; przekroje poprzeczne torowiska 250—252, 263, 264; pochylenie poprzeczne szyn 270; przesuwność osi wagonów 272; ustrój toru w

- łukach 273, 276; podsypka 318, 321, 322; typy podkładów 323, 325, 326; nasycanie podkładów 330; podkłady metalowe 334; materiał szyn 338, 342, 344; typy szyn 343, 349; materiał łuków 363, 364; obrotnice 407; wymiary zestawów kół 418; latarnie zwrotnicowe 428, 429; plany małych stacyj 470; węzeł warszawski 494—497, 505, 506, 510, 512—513, 518, 520; st. Tczew 497; sygnały zasadnicze na drogach żelaznych 546—550; przyrządy blokowe Siemens'a i Halske'go 558; zarządzanie ruchem pociągów 554, 561, 572, 610; sygnalizacja w punktach odgałęzienia 571; semaforów wjazdowe, wjazdowe i drogowaskazowe 572—574; zamki zwrotnicowe 597; przewody do zwrotnic 602; blokada syst. Rank'a 614, 615; tablice zależności 618; wypadki na drogach żelaznych 627—629; przepisy obowiązujące na drogach żel., p. Przepisy.
- Połączenia torów** 407—455; zwyczajne i krzyżowe—414, 415, 494; ratunkowe 469; na stacjach węzłowych pomiędzy pociągami 484.
- Pomiar szerokości toru** 380, 390.
- Pomiary** przy poszukiwaniach 227—228, 238—239.
- Pomieszczenia odpoczynkowe dla drużyn parowozowych i konduktorskich** 479, 483, 513.
- Pomosty** na przejazdach w poziomie 384; na obrotnicach 407; ładunkowe 470, 471, 479, 515—517, 520; przeładunkowe 517, 520.
- Pompa powietrzna** w hamulcach Westinghouse'a 124.
- Pompownia wodociągu kolejowego** 153.
- Popielnik parowozowy** 78.
- Poprawianie szerokości toru** 392, 399.
- Porządek ustawiania taboru w pociągu** 133; ruchu pociągów na drogach żelaznych 154; przyjmowania i wyprawiania pociągów 457, 520—522.
- osadowienie nasypów** 208, 257—258.
- Posterunki blokowe pośrednie i krańcowe** 558, 561—565; w punktach odgałęzienia 571—572.
- Posterunki ruchu** 485, 610, 617.
- Postój pociągów na stacjach** 204, 490; wagonów 14.
- Poszerzenie toru** wskutek ruchu 270; w łukach 271—272, 273, 276, 419; na podkładach metalowych 356, 358; w rozjazdach 418—420, 442.
- Poszukiwania ekonomiczne** 161, 162—166; techniczne 162, 222—245; ogólnikowe 222—235; szczegółowe 223, 236—243; ostateczne 243—245.
- Potrzeby komunikacyjne** Polski 46.
- Powierzchnia toczna obręczy** 66; ogrzewalna kotła 80.
- Poziom wody** w kotle parowozowym 80.
- Poziomy** w przekroju podłużnym linii 68, 196, 198.
- Poziomowanie linii—różnice dopuszczalne** 239.
- Półwozaki** 72.
- Praca parowozu** — dane, doświadczalne 87, 88, 90, 92; parowozu przy różnych szybkościach 149; parowozu najkorzystniejsza 198; parowozu, wpływ na koszt eksploatacji 186; taboru 145—148; taboru wagonowego, kontrola 147; oporów 112, 127; oporu na wzniesieniach większych, niż miarodajne 192; siły pociągowej w zależności od pochyłości i łuków 189, 195—198, 201, 202; haków i wkrętów 352; złącz 362—364; stacji a specjalizacja torów 461; stacji w projektach urządzeń nastawczych 617.
- Prawidło** do podkładów 377; do sprawdzania wzniesienia szyny zewnętrznej 382; do otworów w podrozjazdnicach metalowych 430.
- Prawidłowość ruchu** na drogach żel. 17.
- Prawo zatwierdzania projektów** budowy 40;
- Prąd elektryczny** w przyrządach blokowych 557—559; w odcinku izolowanym 608.
- Preliminarz** dochodu i rozchodu przedsięwzięcia 161.
- Pręt przyciskowy** przyrządu blokowego 558, 559, 611; jego zastawka 559, 569; zastawka pomocnicza 561, 562; zastawka pomocnicza bez czopka 569; zasuwowy przyrządu blokowego 559, 564, 611; jego zapadka 569; zatraskowy przyrządu blokowego 559, 564, 611.
- Prężność pary** w kotle 84; w cylindrach 84; 85, 88.
- Procent** hamowanego ciężaru pociągu 129—130.
- Procenty** od kapitału budowy 188.
- Progi** w rowach ochronnych 256.
- Projekt** przedwstępny drogi żel. 241—243; ostateczny drogi żel. 245; sfinansowania przedsięwzięcia 243; urządzeń nastawczych 617.
- Projektowanie** drogi żel. 158—245; dworców ze względu na rozwój stacyj 470, 479; urządzeń nastawczych 615—620.
- Promień łuków** najmniejszy 167, 171, 172, 199, 419; krzywizny torów głównych na stacjach

- 480; łuków zwrotnych w rozjazdach 413, 416, 427, 431, 440 — 447, 449, 450, 452; krzywizny iglicy 416, 441; krzywizny rozjazdu 431; łuku zwrotnego w rozjeździe 440, 441; zaokrąglenia załomów przekroju podłużnego 198, 199, 523; zaokrąglenia grzbietów 523, 526, 538; zaokrąglenia główki szyny 343.
- Prony** — siłomierz 109.
- Prowadzenie** linii kolejowej przy poszukiwaniach techn. 224.
- Próby** i oględziny szyn 337, 338; spajanie szyn 376.
- Prucie zwrotnic** 410, 428; urządzenia, umożliwiające prucie 580—582, 595—597.
- Prusy** — koszt eksploatacji dr. żel. 182; szerokość warstwy podsypki 321; przekrój budowy wierzchniej 321; typy szyn 347—350; przytwierdzenie szyn do podkładów metalowych 357; powierzchnia magazynów towarowych 515; ilość wypadków 628, 629.
- Przebieg** dzienny taboru, określający jego pracę 145; wagonów ładownych i próżnych 132; jednostek taboru 147, 148; ładunków 163; pociągów, wpływ na koszt eksploatacji 185; parowozów a umieszczenie powozowni 478; taboru w czasie rozrządzenia 522, 526, 528, 531.
- Przebiegi** pociągów — określenie 577; pociągów w tablicy zależności 618; łączenie w grupy 614; sprzeczne 578, 613, 614; sprzeczne—zabezpieczenie 620; sprzeczne — ograniczenie 620.
- Przebijanie** haków 388, 392, 399; otworów w podrozdnicach metalowych 430.
- Przechowywanie** towarów 514, 515.
- Przeciążenie** osi i kół 313, 314.
- Przecięcie** skośne drogi zwyczajnej 218; wododziału linią kolejową 225; torów głównych w poziomie 474, 485, 503—505, 531; torów przy układzie linjowym i kierunkowym 490—493; torów głównych przy wyciąganiu wagonów 473, 474, 476 — 478, 497, 504, 531; torów rurami wodociągowymi 478.
- Przegrzewacze** pary 81, 82.
- Przejazdy** dołem i górą 219.
- Przejazdy** w poziomie szyn 217, 218, 383, 384; ochrona 217, 640; nieobsługiwane 218; unikanie na stacjach 481; wypadki kolejowe 628, 638, 640.
- Przejście** taboru na tor odmienny 170; taboru po krzyżownicach lanych 439; rzek i parowozów 209, 214; od toru normalnego do poszerzonego 421, 422, 442; przez tory główne na stacjach 462, 463, 465, 475, 476, 485, 487, 488; podróźnych i przewóz bagażu w poziomie szyn 485; według przepisów polskich 481, 482; pociągów w ruchu bocznym 490—493.
- Przejścia biletowe**—urządzenie i rozmieszczenie wg. przepisów polskich 481.
- Przekładki** sprężyste 355.
- Przekrój podłużny** linii—wykonanie 240—241; torów głównych ze względu na wyciągi 472.
- Przekrój poprzeczny**—wykonanie 241; warstwy podsypki 319—322; torowiska 252, 256; szyny, rozmieszczenie materiału 339—343; szyny pod względem walcowania 401; szyn na legarach i podkładach 404; nowszych typów szyn 346—349, 352; łuków 359, 364; haków 352; podkładów drewnianych 323—325; iglic 422, 423.
- Przelotność**—patrz Zdolność przepustowa linii.
- Przeładunek** towarów 517, 529, 536, 538.
- Przemysł** polski 48—50.
- Przemysławanie** kotłów parowozów 146.
- Przepisy** ruchu 40, 61, 561, 610, 633; przewozowe 40, 61; służbowe, instrukcje 62.
- Przepisy obowiązujące** na drogach żelaznych w Polsce — wykaz 60—63; kształt linii w planie 171—172, 199—201; w przekroju podł. 192—193, 198; położenie stacyj 205; zdolność przepustowa 204; skrajnia budowli i taboru 220; parowozownie i stacje wodne 209, 252; przejazdy 221—222; skład projektu dr. żel. 242; tor w łukach 273, 277; podsypka 321—322; podkłady 325—326; szyny i łubki 338—339, 363—364; stacje osob. 479—483; postojowe 512; ładunkowe 517—518; rozrządowe 525—526, 538; sygnalizacja 546—552; urządzenia nastawcze 618—619.
- Przepustnica** 80, 116, 120, 139.
- Przepusty**—rodzaje i urządzenie na drogach żel. 211—213; wyznaczenie otworów 212, 215; wysokość konstrukcyjna i objętość muru 216; biletowe 487, 488, 510.
- Przepuszczanie** pociągów pośpiesznych 466.
- Przesiadanie** podróźnych, wpływ na układ torów na stacji 491.
- Przestawianie** zwrotnic zwyczajnych i angielskich 428, 429; parowozów i wagonów bagażowych na stacjach czołowych 457, 500, 501.
- Przesuw** boczny osi i półwozaków 70, 72, 421; ostrza iglicy 418, 441, 443, 445, 449; przewodu sztywnego 582; drutowego 580,

591; iglic zwrotnicy z zamkiem rozpruwalnym 597, 598.

Przesuwanie iglic sprężystych 427.

Przesuwownia 145, 407, 409, 460, 507; zabezpieczenie położenia 590.

Przesuwność boczna osi 70—71.

Przesyłki zwyczajne i pośpieszne 182; pośpieszne i poczta, trudności w ruchu osobowym 513, 514.

Przesysak (syfon) 210.

Przetaczanie wagonów na małych stacjach 460; uniezależnienie od ruchu po torach głównych 472, 473, 481, 483, 504; parowozem pociągowym 474, 475; parowozami manewrowymi 460, 476, 477, 478, 500, 501, 520, 522; wózków po peronach 502.

Przewody do nastawiania zwrotnic, sygnałów i in.—rodzaje 430, 575—576; przesuw 580, 582, 591; sztywne do zwrotnic 585, 586, 587; giętkie zwrotnicowe i zasuwowe 587; różnica w długości pod wpływem temperatury 598; drutowych pęknięcie, zastawki zwrotnic 589, 599—600; zwrotnicowe sztywne a podwójne drutowe 600, 601, 602; stosowana długość 601, 616; opór 586, 601; sygnałowe pojedyncze i podwójne 587—590; zabezpieczenie w razie pęknięcia 604, 605 kosztą 625.

Przewody do czyszczenia i zaopatrzenia pociągów na st. postojowych 511, 513.

Przewozowe wydatki eksploatacyjne 185, 187, 188.

Przewozy osobowe 131, 513; towarowe, rodzaje 132; dochód 46, 188.

Przewóz ładunków drogami wodnymi wewnętrznymi 4; morzem a drogami żelaznymi 3; drogami zwyczajnymi 6; masowy drogami wodnymi 23; drogami żel. 18, 132; przez Polskę 47.

Przybory kotła 78—80.

Przychód eksploatacji na dr. żel. rosyjskich 188.

Przycisk blokowy 558, 559, 571, 572; szynowy 566, 568, 606—608, 611—612. 619, 626.

Przyczepność kół do szyn 77; współczynnik 83, 126, 127, 191; zwiększenie zapomocą piasku 80; zębnice Trevithick'a i Blenkinsop'a 10; doświadczenia Hedley'a 10.

Przyjmowanie i wyprawianie pociągów na stacjach 456, 457, 472, 485, 500, 501, 503, 520—522; towarów na stacjach ładunkowych 514.

Przyleganie łubków do szyn 342, 343, 362, 364; iglicy do opornicy 416, 417.

Przynależności drogowe i stacyjne 179.

Przypory z suchego muru 254; ziemne 258, 260.

Przyrządy do ruszania z miejsca 83; do zdjęć rozpoznawczych 228; do badania sprężystych odkształceń toru 284, 285; do gięcia szyn 380; samoczynne do pomiaru szerokości toru 390; do miarkowania luzów szyn 393; działające samoczynnie przy przejechaniu sygnału „stój” 633, 634; sygnalizujące przerwanie przewodu 590; blokowe 558, 561—563, 565, 610, 626; pierwotne 557; syst. Siemens'a i Halske'go 558—562; porządek ich obsługi 562—563; syst. Rank'a 615; hamulcowe 124; napędne do zwrotnic 598, 599, 626; na semaforach i tarczach ostrzegawczych 604, 626; nastawcze 579—585, 600, 625; typu „Einheit” 585; sygnałowe 545—550, 603—605, 626; przy zwrotnicach 429; przy rozrządzaniu 541; wyrównawcze na mostach 385; przewodów sztywnych i giętkich 586, 587, 588—590, 598, 601, 605; zależności kłuczowe 576, 602, 603; pomiędzy zwrotnicami i sygnałami 581, 582.

Przystanki 461—463, 466.

Przystawianie i odstawianie wagonów 460, 466, 468.

Przyspieszacz w hamulcach systemu Westinghouse'a 125.

Przyśpieszenie przewozu 17, 19.

Przyśpieszenie biegu pociągu—pomiar bezpośredni 113; skutek nadwyżki siły pociągowej 139, 140; odjemne przy zatrzymaniu pociągu 141.

Przytwierdzenie szyn o stopie płaskiej do podkładów drewnianych 352—355, 380; szyn o dwóch główkach 267, 268, 355, 356, 358; szyn do podkładów metalowych 356—358; szyn w złączach na pierwszych drogach żel. 358, 364; siodełek na łukach 381; płyt podzwrotnicowych 425, 430; iglic sprężystych 427; szkielec barwnych do ramion semaforów 545.

Pudło pojazdu kolejowego 65, 73.

Pulsometr do zaopatrywania tendrów 152, 153.

Punkty stałe poziomnicze 239, 240.

Punkty węzłowe w rozkładach jazdy 157.

R

Rada kolejowa we Francji 39.

Rampa ładunkowa 517, 518, 520.

Ramsbottom—zaopatrywanie tendrów w wodę 154.

- Rank**—blokada stacyjna 614, 615.
- Regulacja rzek we Francji i Niemczech** 4.
- Regulator pompy powietrznej w hamulcach** 124.
- Resory** 67, 68, 95, 312; wahania 311—313.
- Reynolds**—plytki z surowca 6.
- Richard**—dane o ilości przewozów 165.
- Roboty ziemne** 208—209, 241, 246—264; przy utrzymaniu toru 387—400.
- Rogatki na przejazdach** 217, 218; zwodzone z odległości 218.
- Rosja**—historja dróg żelaznych 33; dane o pracy taboru 147, 148; dane o przebiegu podróży i opłacie przewozowej 163; drogi żel. górskie 167; szerokość toru 169; podział dróg żelaznych 176, 177; koszt budowy 178; koszta eksploatacji dróg żel. 182, 185; ogólna wysokość wzniesień ciągłych 197; normalne typy szyn 346, 349, 350; rodzaje przewodów do zwrotnic 601, 602; ilość wykolejeń i zderzeń pociągów 628, 629.
- Roth**—przytwierdzenie szyn 357.
- Rowki odsączające** 253.
- Rowy poboczne** 252, 253; ochronne górne 253, 256; oczyszczenie 399.
- Roy**—przejście taboru w łukach 420.
- Rozchody budowy dr. żel.** 161; eksploatacji 188.
- Rozchód pary i wody w parowozach** 85—86, 88, 89, 148, 186; paliwa 89; wody i paliwa obliczenie 148—150, 206; wody w czasie rozpędu 149.
- Rozczłonkowanie dużych stacyj** 484.
- Rozjazdy**—określenie 407, 409; bezpieczeństwo ruchu 419, 422; zwyczajne 411, 440—442, 448, 451; podwójne 412, 443—446, 451, 452, 455; łukowe 412, 446—448, 451, 452; angielskie 413, 448—451, 452; splecione 413; angielskie o krzyżownicach potrójnych 413, 414, 450; główne wymiary 452; kreślenie według wymiarów osiowych 450—451; wysokość i nachylenie szyn 422; w torach równoległych 414, 415; w łukach istniejących 447, 448, 480; w torach głównych 481; na stacjach rozrządowych 538; układanie na pochyłościach 538; skupienie w grupy 453, 454, 469, 481; skupianie przy projektowaniu urządzeń nastawczych 616; ich następstwo 411—412, 441, 443, 445.
- Rozkład jazdy pociągów** 154, 155; robót przy naprawie toru 399, 400; pomieszczeń na dworcach 487.
- Rozkręcanie naśrubków w złączach** 369.
- Rozmieszczenie pochyłeń** 197; stacyj 202—203; parowozów i wogociągów 205, 206; budynków drogowych 218; masy koła względem osi 309; materiału w szynie 339—343, 351; złączy 378; podkładów 366, 430, 440; mostownic 384; wagonów w pociągu 460; przejść biletowych 481.
- Rozpatrzenie map przy poszukiwaniach tech.** 223—226.
- Rozpęd pociągu przed wzniesieniami** 192—193; przy wyjściu ze stacji 204.
- Rozplanowanie dworców osobowych** 486—488.
- Rozpływy**—ich przyczyny 247.
- Rozprężanie pary pojedyncze i podwójne** 81, 84, 87.
- Rozprowadzenie przewodów na st. postojowych** 511.
- Rozrząd pary** 80, 81.
- Rozrządzanie pociągów** 520—542; przez grzbiet 523—525, 529—531, 534; na spadku ciągłym 523, 525, 531—535, 537; podług kierunków i stacyj 521, 522, 524, 527; przy ruchu bocznym 528, 529; dwoma parowozami 531; szybkość 531, 534, 540, 541, 542; koszta 542; na st. Łazy 534.
- Rozstaw osi skrajnych w wagonach osobowych** 74, 75; towarowych 76, 271, 272; sztywny w parowozach 99, 108, 199.
- Rozstawienie podkładów normalne** 284; torów 263—264, 453, 480, 538; wpływ na nałożenie w szynie i podłożu 300, 301.
- Rozszerzalność stali szynowej** 368.
- Roztwór chlorku cynku do nasycania podkładów** 328.
- Rozwinięcie linii**—sposoby uzyskania 225, 226; wypadki korzystnego zastosowania 232—233.
- Rozwój sieci dróg żel.**—czynniki od których zależy 45; stacyj węzłowych w Polsce 53; sieci dróg żel., przewidywania 470, 478, 479, 512; techniki w związku z rozwojem dróg żelaznych 22.
- Równanie hamulców** 127, 128; różniczkowe belki na ciągłym podłożu sprężystem 291; pionowego przesunięcia punktu styczności koła z szyną 303; pięciu momentów 301, 302, 303.
- Równia pochyła samoczynna** 9.
- Równoleżność osi** 68, 69; wpływ na ruch taboru po łukach 107, 274, 314.
- Równoważenie objętości nasypów i wykopów** 208; dochodów i wydatków dróg żel. 89, 161.

Röckl—opór na łukach 119, 524.
Ruch na drogach żel. świata 18; na drogach zwyczajnych 26, 27; osobowy i towarowy, znaczenie dla rozwoju sieci 45; osobowy i towarowy w rozkładzie jazdy 156, 157; towarowo-osobowy i towarowy bezpośredni, w układzie torów 475; masowy, w wykresach maksymalnych 156; wydatki 182; pociągów na linii, zabezpieczenie od zderzeń 552, 554 556, 557, 564; pociągów w razie zepsucia się telegrafu, semaforów lub przyrządów blokowych 555—556; pociągów, zarządzenia na stacjach 561, 572, 610; wpływ na wybór urządzeń bezpieczeństwa 615, 616; zboczny na stacjach węzłowych 490, 491, 492, 493, 528, 529, 535; podmiejski w układzie dworca 487; podróży na dworcach osobowych 486, 487, 510; uwzględnienie nierównomierności przy obliczaniu torów ładunkowych 516, 518, 520.
Ruchy szkodliwe parowozu 93—95; jako przyczyna wykolejeń 631, 632.
Rury na przepusty pod torowiskiem 210; wodociągowe 478, 510; w przewodach do zwrotnic 585, 586.
Ruszt paleniska 78; torów 537, 538.
Rüping—sposób nasywania podkładów 329—330.
Rüppell—złącza szynowe 374, 385.
Rynki zbytu po wybudowaniu dr. żel. 19, 20.

S

Sal bufetowe na dworcach 478, 479, 487, 488, 506; rewizyjne na dworcach granicznych 486.
Samoходowa komunikacja 27.
Sanzin—praca parowozów 87.
Sarda—przytwierdzenie szyn do podkładów żelazobetonowych 336.
Saxby—przyrządy nastawcze 600.
Schematy rozjazdów według wymiarów osiowych 451.
Schleifer—hamulec samoczynny 123.
Schmidt—przegrzewacz płomienicowy 82.
Schodki w styku szyn 364, 394, 398.
Schrabetz—przyrząd do gięcia szyn 380.
Schubert—sposzczenia nad utrzymaniem toru 317, 319, 320, 332, 400.
Schüler—przytwierdzenie szyn do podkładów metalowych 357.
Séguin—rury płomienne 11.
Semafory—wymiar i materiał 544—545, 552, 570, 573, 603; drogowskazowe 573; wjazdowe

i wyjazdowe 572—574; nastawianie 553, 558, 564, 565, 583, 584, 590, 604, 616; samoczynne opadanie ramion 568, 569, 587, 604, 605, 612; na dr. żel. angielskich 570, 571; na polskich dr. żel. 546, 548; uzależnienie 602, 603; blokowanie 557, 559, 561, 562, 563, 564, 565, 569, 611; sprzęg elektryczny 568—569; oznaczniki 618—619; koszty 626.
Siarczan miedzi do nasywania podkładów 328.
Siarka w stali szynowej 338.
Siatki ochronne między torami 462, 480.
Siemens-Martin—stal szynowa 336, 337.
Siemens Werner—trakcja elektryczna 12.
Siemens i Halske—przyrząd blokowy 558, 559, 569, 610, 614; sprzęg elektryczny ramienia semaforu 563; zamek zwrotnicowy 593—595.
Silnik w komunikacji 2, 8—10.
Silniki spalinowe w trakcji kolejowej 12; żywe, jako środek przewozu 9.
Siła ciężkości—zastosowanie do wciągania próżnych wagonów pod górę 9; hamowania pociągu 126—128; nośna mostów na drogach żel. polskich 217.
Siła odśrodkowa w nacisku pionowym koła 308; w nacisku bocznym koła 313, 314; w ruchu po łukach 107, 273; we wskaźnikach szybkości 112.
Siła pociągowa parowozu—określenie 83, 84; spostrzeżenia Dedouits'a i Nadał'a 87, 88; największa 83, 92—93, 98, 100, 190; sposoby doświadczalnego określenia 109—114; wykresy 136—139; w kosztach eksploatacji 182.
Słomierze do określ. siły pociągowej 109, 115.
Siodełka do szyn Stephenson'a 264—267, 358, 375, 400—401; na podsadach 405; do szyn Vignoles'a 355; na przejazdach 384; podgiglowe 424, 425.
Skład chemiczny stali szynowej 338.
Skład pociągów towarowych 132—133, 190; wyznaczenie 137; średni 148; roboczych 377; osobowych, zmiana 460, 490—491.
Składy paliwa—urządzenie 152, 479; umieszczenie 459, 483; pociągów na postoju 478, 490—505, 510—512; pociągów, uprzążanie 500, 501; pociągów, ilość 512.
Skok cięgła zwrotnicy 428.
Skrajnia budowli 219—220; podwyższenie kierownic 434.
Skrajnia taboru 133, 219—220.
Skrajniki 517, 518.
Skrzydła krzyżownicy 410; odległość od dzionba 431; podwyższenie 432; długość 436; ruhome 437, 438.

- Skrzynia paleniskowa** 78.
- Skrzynka suwakowa** 80; zależności 576, 577, 611, 113; na klucze uzależnione 602; zaworowa 577; pneumatyczna pedalów, działających na czas 609; zależności, koszt 625.
- Skrzyżowania kąt w krzyżownicy** 413, 427, 431; torów 410, 411; stosunek 431, 434, 444, 452, 481; torów w poziomie, dołem lub górą 490—493, 504—505; torów sygnalizacja 553.
- Smar do maźnic** 67.
- Smoczki (injektory) na parowozie** 80.
- Smola kreozotowa do nasycania podkładów** 328, 329.
- Sonne**—obliczenie ilości przewozów 164, 165.
- Sortownia paczek pocztowych na st. Czyste** 497.
- Sośnina na podkłady** 326.
- Spadki poprzeczne korony torowiska** 264; torów rozrządowych 525, 531, 532, 534; grzbiotów rozrządowych 523, 526, 538.
- Spajanie szyn** 375, 376.
- Specjalizacja torów** 461, 472, 511.
- Spoistość gruntu** 249, 250.
- Spokój jazdy** — poziom szyn 270, 276, 277; szerokość toru 272, 419; stałość podkładów 321; ciężar szyn 344; w złączach 374—378; na mostach 213, 384, 385; przy wejściu na zwrotnicę 416, 417; na rozjazdach 419, 422, 431; na krzyżownicach 436, 438.
- Sposoby doświadczalne określenia siły pociągowej parowozu i oporu pociągu** 109—114; wyznaczenia najkorzystniejszego położenia linii kolejowej 236—237; rozrządzania wagonów 522—525.
- Spostrzeżenia nad pracą parowozów** 87—91; nad tarciem klocków hamulcowych 127, 128; nad ugięciem resorów 314; nad odkształceniami sprzężystemi budowy wierzchniej 285—290, 314, 315, 345; nad bocznym naciskiem kół 315; nad sygnałami wzrokowymi 543, 544.
- Spód pojazdu kolejowego** 65—72; parowozu 77, 82.
- Sprawdzanie położenia złącz** 379; wzniesienia szyny zewnętrznej w łukach 382, 399; krzywizny łuków 382; toru 389, 390, 399; przejścia taboru w łukach 420, 421; tablicy zależności 620.
- Sprawność silników statków wodnych** 23; parowozów 93, 230; stacyj postojowych 511; stacyj rozrządowych 541, 542.
- Sprawozdania dróg żelaznych** 181.
- Sprężystość budowy wierzchniej** 283—290; stali szynowej i drzewa 290, 344; podsypki 318, 319.
- Sprzęg elektryczny ramienia semaforu** 568—569.
- Sprzęganie zwrotnic przy ześrodkowaniu nastawianiu** 578; wagonów—wypadki kolejowe 638.
- Sprzęgła pojazdów kolejowych** 73; samoczynne 638; wytrzymałość 194.
- Spulchnienie podsypki** 377, 396, 398.
- Stacja Warszawa Główna** 505, 506, 510; Warszawa Gdańska 518—520; osobowa Czyste 494—497, 506; postojowa Szczęśliwice 496, 512—513; pocztowa Czyste 497; Tczew 497; rozrządowa Zajątkowo-Tczewskie 497, 529—531; Łazy 531—532, 534—535; rozrządowa Arlon 525, 526; rozrządowa Drezno 533; Osterfelde 527; ładunkowa w Hanowerze 520; osobowa we Frankfurcie nad M. 508—509; Saint-Lazare w Paryżu 507; Strasburg 499, 500.
- Stacje** — przeznaczenie 202, 203, 456; wybór miejsca 204, 205, 457; typy 457, 458; krańcowe i pośrednie 457, 458, 483, 488; krańcowe 503, 504; przechodnie 458, 488, 489, 490; czołowe 457, 501, 504, 505; węzłowe 458, 460, 483, 488, 504, 528; widłowe 458, 490, 491; krzyżowe 492—497, 504; małe 466—471; średniego znaczenia 472—483; duże 483, 484; duże osobowe typu przechodniego 488—497; duże osobowe typu czołowego 500—510; klasy 458, 459; ładunkowe 494, 494, 514—520; postojowe 484, 494, 496, 510—513; rozrządowe 484, 494, 520—542; rozrządowe jednokierunkowe i dwukierunkowe 526—529, 531, 532, 535, 536; rozrządowe na spadku ciągłym 525, 531; rozrządowe, długość i powierzchnia 536; sprawność 541, 542; warsztatowe 484; graniczne 486, 492; celne i przeladunkowe w Polsce 53; wodne 154, 206, 207; macierzyste 147; specjalizacja torów 461; zdolność przepustowa 504; przewidywanie rozwoju 470, 478, 512; linii jednotorowych, projektowanie 475; położenie 204, 480; długość równi 205; przetaczanie parowozami manewrowymi 476, 477; część pociągów kończy bieg 477, 478; plany według przepisów polskich 483; zarządzanie ruchem 561; okręgi nastawcze 577, 616, 617.
- Stal szynowa**—warunki dobrotci 336, 337, 338;

- utwardzenie 338, 439; ścieranie 342; sprężystość 344; rozszerzalność 368.
- Stany Zjednoczone A. P.**—historja i organizacja dróg żel. 30; szybkość pociągów 135; praca taboru 148; przebiegi i opłaty przevozowe 163; promienie łuków 171; kapitał budowy 178; współczynnik eksploatacji 185; budowa wierzchnia 316, 320, 321; podsypka 321; szyny 341, 348—350, 354; nacisk osi i ciężar pociągów 307, 348; złącza 378; obrotnice 407; krzyżownice 437, 439; tunele osobowe 485; sygnalizacja 545, 572; zawiadowcy ruchu 555; hamulce zespolone 126, 634; statystyka wypadków 628—629, 635—637, 639—640; sprzęgła samoczynne 638.
- Starszy robotnik (torowy)** 389, 390, 395.
- Stateczność** podpór mostu 214; budowy spodniej 207, 246; wierzchniej 323, 344, 346, 347, 366, 400, 401; pojazdu 313; podkładów 323, 335, 347, 382; szyny 341, 342; iglic 423; rozjazdu 430.
- Statystyka kolejowa** 40, 41; kosztów eksploatacji 229; wypadków 627—629, 635—637, 639.
- Stawidło** parowozowe 80, 81.
- Steinkeller Piotr**—budowa dr. żel. Warszawsko-Wiedeńskiej 34.
- Stephenson Jerzy** — pierwsze parowozy i drogi żelazne 10, 167; opór pociągów 115; szerokość toru 169.
- Stephenson Robert** — typ szyny 339, 343, 358, 359; porównanie z szynami Vignoles'a 400—402; szyny w rozjazdach 425, 436.
- Stevens**—szyna o stopie płaskiej 267.
- Stok naturalny** 250.
- Stoki nasypów i wykopów kolejowych** 249—257; podsypki 320, 322; rowów 255, 256; wzmocnienie 251.
- Stolik mierniczy** przy poszukiwaniach 228, 236.
- Stopień napełnienia** cylindrów parowozowych 81.
- Stopa szyny Vignoles'a** 342, 350.
- Stosunek państwa do dróg żel.** 37, 38, 55; skrzyżowania w krzyżownicy 427, 431, 433, 434, 444, 452, 481.
- Stozkowatość** obręczy kół 69—70, 314.
- Strahl** — praca parowozów 87, 89, 90, 91; opór pociągów 117, 118.
- Strata czasu biegu** przy rozpędzaniu i hamowaniu pociągu 135, 139, 140, 141, 142; wzniesienia 197.
- Stróż mostowi** 389.
- Struganie iglic** 416—417, 421—424, 427; szyn w krzyżownicach 435.
- Styk szyn**—nasuwanie do węgielnicy 388, 393, 396—399.
- Sublimat** do nasycania podkładów 328.
- Substancje przeciwnilne** 328, 329.
- Suszenie** podkładów 326, 328.
- Suwaki** cylindrów parowych 80.
- Syfon** pod torowiskiem dr. żel. 210.
- Sygnalizacja kolejowa**— cel i środki 543—550; 634; pociągowa 550—552; linjowa pociągów 552—572; elektrodzwonowa 553; w punktach odgałęzienia 571, 572; angielska i niemiecka 570, 571; stacyjna 572—585; przy rozrządaniu 581, 584, 540.
- Sygnalizowanie** położenia zwrotnic 429; gotowości drogi 429; pociągu nieprzewidzianego w rozkładzie 551, 552; przy rozrządaniu 541; rozprucia zwrotnicy 581.
- Sygnaly** wzrokowe 543, 544, 545—550; słuchowe 543, 544, 545, 550; pociągowe 548, 550—552; linjowe 552, 553; zagradzanie miejsc niebezpiecznych na szlaku 388, 390, 394, 553, 554, 569, 570; stacyjne wjazdowe i wyjazdowe 562, 572, 578, 610; zwrotnicowe 429, 549; uzależnione od zamków ręcznych 430, 464; na posterunkach blokowych 556, 557; manewrowe 552, 574, 606; świetlne przy rozrządaniu 541; stałe jako wskaźniki 549; ręczne 548, 549; odległość ustawienia 546, 547, 553, 572, 573, 616; uzależnienie sygnałów i zwrotnic 575, 576, 581, 612; ustawienie w zależności od kierunku jazdy 547; sprzeczne osadzenie 613, 614; na polskich drogach żel 546—550, 571.
- Systemy** gospodarki kolejowej 38, 39.
- Szaber** w podsypce 290, 316—318.
- Szarpania parowozu** 94.
- Szerokość toru** 269, 270, 392, 399, 419; stosowana w różnych krajach 169, 170; dróg żel. wąskotorowych 171; wpływ na koszt budowy 180—181; międzytorza 263, 264; międzytorza a bezpieczeństwo personelu 638.
- Szlaki komunikacyjne** 43; kolejowe transkontynentalne 45; wodne wewnętrzne 45; o różnym wzniesieniu miarodajnym 194.
- Sznur sygnałowy** 550.
- Sztolcman**—przewozy w Polsce 51.
- Sztolnie** górnicze do odwodnienia 254.
- Sztywność** szyn względem osi pionowej 340, 341, 345, 401; złącz szynowych 359, 360, 364, 368, 372, 373; toków przy złączach na-

przemianległych 378; podkładów 323, 332; złącza w osadzie iglic 426; boczna iglic sprężystych 427; krzyżownic lanych 439.

Szufle parowe wirujące do usuwania zasp śnieżnych 391.

Szwajcaria — kolej z zębnicą poziomą 168; przewody sztywne do zwrotnic 601.

Szybkość pierwszych parowozów 10; parowozu kołami a drogą żel. 17; parowozu konstrukcyjna 96; pociągów, jako cecha charakterystyczna urządzenia i eksploatacji drogi żel. 173; na drogach żel. trzeciorzędnych 176; na drogach drugorzędnych 177; przy popychaniu 194; pociągów, w związku z sygnalizacją 553; pociągów, rodzaje 133; zasadnicza 134, 138; krańcowa 134; najkorzystniejsza pociągów towarowych 142—145; pomiary 112, 134; na dr. żel. polskich i zagranicznych 134, 135; obliczenie 137; najmniejsza 92, 138; na kolejach zębnicowych 168; w związku z ustrojem toru 402; na rozjazdach 422, 427, 438, 573; wagonów przy rozrządzaniu 523, 524, 531; rozrządzania 531, 534, 540, 541, 542; ruchu w związku z bezpieczeństwem 630, 634; wiatru 105; przepływu wody w rurach 211.

Szyjka szyny 343, 374.

Szyny Curr'a 6, 7; Jessop'a 6, 8, 265, 402; z żelaza kutego 6; lane 6, 264, 265; walcowane 265, 266; z żelaza płaskiego 266, 267; Stephenson'a na siodełkach 266, 267; Brunel'a 267; Vignoles'a 267; Vignoles'a i Stephenson'a, porównanie 363, 375, 400—402, bezpośrednio na podsypce 267, 268, 405, 406; na legarach żelaznych Hilf'a 402, 403; Haarmann'a 405; materiały 336, 337, 338; wyrób i odbiór 337; długość 337; przekrój 339—343, 351, 404; typy normalne 348, 349, 350—351; nowsze typy 350—351; odkształcenia i naprężenia 298—307; osiadanie 306, 307; odkształcenia w złączach 363—366, 374; uciekanie 315, 321, 363, 369, 370, 393, 404; skręcanie i wywracanie 315; trwałość 327, 343; naprężenia dopuszczalne 344; ciężar 344—345, 350; układanie 354, 378, 379, 381, krótkie w lukach 379; zewnętrznej podwyższenie 200, 273—277; spajanie 375, 376; wymiana pojedyncza 338, 394, 399; wymiana ciągła 397, 398; o 2-ch główkach, wymiana 398; zapasy do wymiany 388; pęknięcie 390, 611; osiadanie w złączu 366; cięcie 379; wyginanie 300; przytwierdzanie 352—358, 380, odbojowe 383—385; do wyrobu iglic 410,

422, 423, 436—437; do wyrobu krzyżownic 435, 436; Williams'a 436, 437; nachylenie boczne w rozjazdach 422; izolowane 568, 608, 612, 619.

Ś

Ściągacze do szyn 404.

Ściąg i łubki spodnie 372; do płyt podzwrotnicowych 425; do iglic 428.

Ścieranie główki szyny 342; niejednostajne w złączach 374.

Ściśliwość podsypki i gruntu 287.

Ślizganie kół po szynach 68, 69, 70, 104, 126; szyn na podporach 315.

Średnica cylindrów 84; kół napędnych 97, 100; kół wagonów 271; rur wodociągowych 153, 154; rur pod torowiskiem 210; obrotnic 407.

Środek ciężkości przekroju szyny 339, 351; krzywizny iglicy 416.

Śruby i łapki do przytwierdzania szyn 356, 357; złączowe 368, 369, 426; do kierownic 439.

Światła sygnałowe 544, 545, 547, 570.

Świder do nawiercania podkładów 377; z grzechotką, do szyn 379.

Świstawki parowe i ręczne w sygnalizacji 545, 550.

T

Tablice ostrzegawcze przed przejazdami 218; zależności 577, 617, 625; w blokadzie syst. Rank'a 614, 615; sprawdzanie 620.

Tabor kolejowy 9, 65—83, 96—101, 179; ilościan 43; dróg żel. polskich 53; wyzyskanie 132, 148, 536; ustawianie w pociągu 133, 460; koszt eksploatacji 182; skrajnia 219, 220; wahania na resorach 311—312, 313; przejście w lukach 420, 421; przyjscie po krzyżownicach lanych 439; czyszczenie i naprawa 456, 510, 511, 518; przebiegi przy rozrządzaniu 522, 526, 528, 531; uszkodzenia 522, 628, 631; zderzenia przy przetaczaniu 634, 635.

Tachometr przy poszukiwaniach technicznych 236.

Tarcie posuwiste po szynach 83, 104; czopów osiowych w panwiach 104; wpływ na nacisk boczny koła 274, 275; gruntu 249, 250; podkładów o podsypkę 320, 321, 334; resoru 311, 312; kół hamowanych, wpływ na uciekanie szyn 315.

- Tarcza przyrządu blokowego** 558; ruchome i przenośne 544, 545, 547, 548, 553, 554; niebieskie 548, 549, 574, 605; na pociągu 551, 552; ostrzegawcze 546, 547, 553, 573, 574, 603; przyrządy napędne 604; nastawianie 553, 604—605; koszta 626.
- Tarczka sygnalizująca rozprucie zwrotnicy** 581.
- Taryfy kolejowe** 28, 38, 39.
- Technik mierniczy i poziomniczy przy poszukiwaniach dr. żel.** 238, 239.
- Technika komunikacyjna** 2; związek z ekonomiką dróg żel. 28.
- Telefon**—zastosowanie na drogach żel. 1, 553.
- Telegraf optyczny braci Chappe** 543; zastosowanie na drogach żel. 1, 554, 555; w kosztorysach budowy 179, 180; pomieszczenie na dworcach 470.
- Temperatura przegrzania** 87; szyn 368; metalu do spajania szyn 376; wpływ na przewody 586, 587, 588, 589, 590, 598.
- Tendry**—ich pojemność 80, 101, 150; ładowanie paliwa 151, 152, napełnianie wodą 153, 154, 459.
- Teren**—wpływ na układ torów stacyjnych 457, 484, 525, 536.
- Termin koncesji** 243.
- Thompson*—złącze ciągłe 371, 372.
- Timoszenko*—obliczenie szyny 300.
- Tomas*—sposób wyrobu stali 336.
- Tor kolejowy** 7; Brunel'a 169; normalny 170, 269, 270; wąski 171; poszerzenie w łukach 271, 418—420; budowa 376—387; podnoszenie 377, 382, 395, 399; podbijanie i nasuwanie 382, 383, 388, 392, 395; ustrój na przejazdach 383—384; na mostach 384—385; utrzymanie 387—400; dozór i ochrona 387, 388; naprawa i odbudowa 388, 397, 398, 399; oględziny i sprawdzanie 389, 390.
- Tory stacyjne**—ich specjalizacja 461; odległość wzajemna 480; długość użytkowa 453—455, 480; układ ze względu na potrzeby ruchu 475, 476; rozprowadzanie rur wodnych względem torów 478; numeracja 483; doprowadzenie do peronów 484, 485, 489, 504; układ linjowy i kierunkowy 457, 458, 490, 491, 492, 493, 494, 503, 504, 505; skrzyżowanie 410, 411, 490—492, 493, 504, 505; zależność układu od urządzeń nastawczych 616; towarowe, położenie względem dworca 473, 474; do czyszczenia wagonów 511, 512, zapasowe 467, 472, 485, 511, 514, 521, 532; trakcyjne przy parowozowniach 409, 511; ładunkowe 466—468, 476, 514, 515, 516, 518, 521; podawcze na st. ładunkowych 518; ładunkowe na st. Warszawa Gdańska 518, 519; przyjazdowe i odjazdowe 472, 477, 500, 501, 503, 511, 512, 521, 522, 525, 526, 529, 532, 537; rozrządowe 409, 521, 522, 525, 527, 529, 531; podziałowe 521, 523; przekazowe 521, 528; naprawowe 521; postojowe 475, 477, 478, 486, 489—493, 500, 501, 503—505, 511, 512, 521; sprzęgowe i odjazdowe 521, 522, 525, 526, 532; kierunkowe 522, 525, 526, 527, 529, 532, 535, 537; porządkowe 510, 522, 525, 526, 527, 528, 529, 532, 537; objazdowe przy grzbietach 526, 538; do postoju wagonów bagażowych 537, przeładunkowe 517, 529, 536, 538; obiegowe 472, 473, 477, 478, 494, 497, 500, 501, 511, 532, 537; wyciągowe 472—475, 481, 497, 511, 514, 522, 523, 525, 529; łączące zwrotnicę z krzyżownicą 409, 411; główne i boczne 456, 457, 472; dla ruchu towarowego miejscowego 483; mijankowe i prześcigowe 459, 463—467, 469, 473—476, 481, 485, 489; główne dodatkowe na stacjach 489; dla pociągów kończących bieg 478, 489, 490, 497; postojowe na st. Tczew 497; ładunkowe na st. Tczew 497; peronowe na st. Warszawa Główna 505, 506; peronowe, połączenia krzyżowe 404; układ na stacjach rozrządowych 521, 522, 526, 527, 528, 529, 531, 532, 535, 536, 538.
- Toromierz** 380; samoczynny Dorpmüller'a 389, 390.
- Torowisko**—jego stateczność 207, 257, 258; kształt 263, 264; wyrównanie przed układaniem toru 376; koszt 179, 180.
- Towary**—ładowanie 514, 516, 517; przeładunek 517, 529, 536.
- Trakcja parowa na pierwszych drogach żelaznych** 10—11; elektryczna na drogach żel. 12, 15; podwójna 194.
- Trasowanie linii** 207, 208, 238, 239.
- Trąbki sygnałowe** 532, 541, 545, 550, 553.
- Trésaguet*—system budowy dróg szosowych 5.
- Trevithick*—pierwszy parowóz 10.
- Trójkąt torów** 469, 483.
- Trzon tłoika** 81.
- Tschertou*—koszta budowy dróg żel. 171.
- Tulejki przy kierownicach** 439.
- Tunele**—ich stosowanie 208, 209; zmniejszenie pochyleń krańcowych 193; peronowe 485, 487, 497, 500, 502, 638; na st. osobowej we Frankfurcie nad M. 509.
- Tytan w stali szynowej** 338.

U

Uciekanie szyn 315, 321, 363, 369, 370, 393, 404.

Uderzenia kół boczne 314; w złączach 361, 364, 365, 394; o iglicę 416, 418; o dziób krzyżownicy 432, 436; o kierownicę 433, 434.

Ugięcie podkładów 286, 294; szyny 297, 312, 364, 365, 401; szyn ze wzgl. na nacisk koła 303—309; resoru 312; iglicy sprężystej 427.

Układ pociągów równoległy i wykresy maksymalne 156.

Układ torów kierunkowy i linjowy 457—458, 490—494, 497, 505; ze względu na urządzenia wodociągowe 478; ze względu na urządzenia nastawcze 616.

Układanie podkładów 377; szyn 354, 378—379, 381; krzyżownic 411, 440, 444; zwrotnic 425, 430, 445, 466, 525; rozjazdów 411, 412, 411, 443, 445; rozjazdów w łukach istniejących 447, 448, 480; rozjazdów na pochyłościach 538.

Ukopy 256, 257.

Ukresy 453.

Ulice dojazdowe do torów ładunkowych 516, 518.

Umowa o wzajemnem użytkowaniu wagonów towarowych 147; o jedności technicznej dróg żel. 63, 170.

Umowy sąsiedzkie i międzynarodowe 60.

Urządzenia przeciw uciekaniu szyn 363, 369—371; ułatwiające przejście taboru po łukach 70—72; przeładunkowe i trakcyjne na st. rozrządowych 536; umożliwiające prucie zwrotnic 580—582, 595; wyrównawcze przy semaforach 605; bezpieczeństwa 554—572, 574—627; dodatkowe w torach 605—610; samoczynne 633; wybór urządzeń bezpieczeństwa 615—616.

Urządzenia blokowe pierwotne 557; nastawcze, ich cel i rodzaje 574—578; projektowanie 615—620; przykłady 620—625; na st. Zajątkowo-Tczewskie 531; koszta 625—626; ochronne na mostach 384—385; ładunkowe 466—467, 470—471, 514—520.

Ustawianie wagonów w pociągach 460, 468, 501, 510.

Ustawodawstwo kolejowe 28, 59—63.

Ustawy o wywłaszczeniu nieruchomości 59; o udzielaniu koncesyj w Polsce 60, 177,

242; w byłych obcych dzielnicach Polski 62; o klasyfikacji dróg żelaznych 176, 177.

Ustępy na dworcach osobowych 470, 479, 487—488.

Uszkodzenia krzyżownic 439; taboru przy rozrządaniu 522; taboru a wykolejenia pociągów 631.

Utrzymanie toru 387—400; koszta 182, 399, 400, 405; wypadki kolejowe 632.

Utwardzenie stali szynowej 338.

Uzależnienie wzajemne drągów nastawczych 576, 577, 581, 582; nastawni od biura dyżurnego ruchu i między sobą 577, 610, 613, 614, 616, 617, 620—625; zwrotnic i sygnałów 602, 603, 610; sygnałów od biura dyżurnego ruchu 610; ogniów blokowych 613, 614.

V

Vuillemin — opór pociągów 115.

Vautherin — podkłady metalowe 331, 356.

Vignoles — szyny o stopie płaskiej 267, 337, 340—343, 359, 375, 440—402.

W

Wagi pomostowe 480, 517—518, 549—550.

Wagony pierwszych dróg żel. 9; ustrój ogólny 73—74; osobowe 74—75, 131, 147, 475, 490; towarowe 75—77; specjalne 74—75, 390, 513, 537; silnikowe 12; ustawianie wagonów w pociągu 460, 466, 468, 483, 501; hamulcowe 76; rozmieszczenie 133; próżne 147; przetaczanie 460, 468, 472—475, 476—478, 481; drobna naprawa 510; zaopatrzenie i ogrzanie 510—511; naładunek i wyładunek 513—515, 518; odcyszczanie i odkażanie 510—511, 518; rozrządzanie 521—525, 527, 542; przekazywanie 521; hamowanie przy rozrządzaniu 523, 539—540; sprzęganie i obsługa a wypadki 638.

Wahacze 68.

Wahadło dynamometryczne 113, 116.

Wahania pionowe parowozu 95; taboru na resorach 311—314; warunki zbieżności 312; wpływ na nacisk kół 313—314.

Walce do gięcia szyn 380.

Walcowanie szyn 337, 401.

Warsztaty do naprawy parowozów 146, 479. do naprawy taboru 484, 510, 513.

Warunki techniczne projektowania dróg żel. 189—222; na dostawę szyn 337—338.

- Wasiutyński* — wydatki eksploatacyjne 187; badania odkształceń toru 285—289; boczny nacisk koła 314; normalne typy szyn 349.
- Webb* — wpływ kształtu linii na koszt eksploatacji 229.
- Wellington* — najmniejsze promienie łuków 171—172; wpływ kształtu linii na koszt eksploatacji 229.
- Wentyl potrójny** w hamulcach Westinghouse'a 124.
- Westinghouse* — hamulce samoczynne, 123—124.
- Węgielnica** przy budowie i naprawie toru 379, 388, 393, 396—398.
- Węzły kolejowe** 45; węzeł kolejowy warszawski 494—497, 505, 506, 510, 512—513, 518—520.
- Węże gumowe** w hamulcach 124.
- Wężykowanie** wagonów 69, 270; parowozu 94, 313.
- Whistler* — szerokość toru na dr. żel. rosyjskich 169.
- Wiadukty** 208—209, 217, 221, 492, 504—505.
- Wiaty** peronowe 486, 502.
- Wiązary** korb osi napędnych 81.
- Wiązki** do wzmocnienia stoków 251—252; torów 537.
- Wichert* — współczynnik tarcia klocków hamulcowych 127—128.
- Widły** maźniczne 68.
- Wielka Brytania** (patrz Anglja) — kapitał budowy dróg żel. 178; współczynnik eksploatacji 185.
- Wiertarki** do podkładów 353, 377.
- Wieszadła** resorowe 68.
- Więźba** wagonu 73.
- Williams* — szyny 437.
- Wkręty** do szyn 352—353, 370, 380.
- Włazy** w kotłach parowozu 80.
- Włochy** — ilość przewozów 166; podkłady żelazobetonowe 336; przewody sztywne do zwrotnic 601.
- Woda** do zasilania parowozów 206.
- Wodociągi** kolejowe — rozmieszczenie 205—206; zapotrzebowanie wody 206—207; położenie na stacjach 478, 483; w kosztorysach budowy 179—180.
- Wodowskaz** parowozowy 80.
- Wodziki** w przyrządzie blokowym 558; w napędzie semaforów 604.
- Wozak** pojazdu kolejowego 65.
- Wozy** silnikowe poruszane parą 10.
- Wóz** w komunikacji 2; jego ulepszenie 9.
- Wózki** bagażowe 487; robocze 377—378, 388.
- Wöhler* — nacisk boczny kół 315.
- Wrota** na przejazdach 217.
- Wsiadanie** z peronów 462—463.
- Wskaźniki** przy sygnalach 549, 573—574; szybkości 112.
- Współczynnik** obciążenia 234; oporu pociągu 127—128; przyczepności 83, 126—127, 191, 193; podłoża 288—290, 344; podsypki 289—290; torowiska 289—290; sprawności kotła 86, 89; sprawności parowozu 93, 190; sprężystości drzewa 290; sprężystości stali szynowej 290; sprężystości toru 307; tarcia resoru 312; tarcia szyny o podporę 315; tarcia czopów osiowych 104, 126; tarcia klocków hamulcowych 126, 128, 141; tarcia obręczy o szynę 105, 107, 315; zastępczy do obliczania czasu biegu pociągu 138—139; zastępczy do obl. siły pociągowej 149—150; zastępczy eksploatacyjny 183—185, 235.
- Wstawki proste** pomiędzy łukami 200—201; na krzywe przejściowe 279; w rozjazdach zwyczajnych 440—441; podwójnych 443—446; łukowych 447.
- Wstrząśnienia** przy wjeździe na przyczółki 213; na krzyżownicach lanych 439; przy hamowaniu wagonów 539.
- Wybór** miejsca pod stację 204—205, 457; typu drogi żel. 162; dzieła sztuki 210; wstawek prostych w rozjazdach 443; źródła wody 206.
- Wyciąganie** pneumatyczne kurzu 510.
- Wyczystki** w kotłach 80.
- Wydażność** kotła 86, 88; stacyj wodnych 206—207; zórawi wodnych 153.
- Wydatki** eksploatacji według sprawozdań 181—182; całkowite 188, 229—233; na jednostkę mierników 184—188, 229; zależne i niezależne od ruchu 182—183; ogólne budowy i eksploatacji 179, 185, 186.
- Wydział** mechaniczny i ruchu 148; drogowy 388—389.
- Wygięcie** szyn w złączach 311, 363, 378; iglicy 421, 423, 424; opornicy 422.
- Wyginanie** podkładów metalowych 332; szyn 380.
- Wykolejenia** pociągów 391, 409—410, 627—628, 630—632; wagonów 409—410, 539, 634.
- Wykolejnice** 605—606, 626.
- Wykopy** 207, 208, 225, 249—256, 391.
- Wykresy** siły pociągowej parowozu 87—88; szybkości i przyspieszeń 111; hamowania

pociągu 114; oporu pociągu 119, 136; mocy i siły pociągowej parowozu 136—138; szybkości pociągu w zależności od pochyleń linii 137; współczynników zastępczych do obliczania czasu biegu pociągu 139; ruchu przyspieszonego i zwolnionego 140—141; najkorzystniejszej szybkości pociągu towarowego 144; obiegu parowozów 146, 205; do wyznaczania siły pociągowej 150; jazdy pociągów 154—156, 203; kosztów eksploatacji i ich mierników 183—184; ciężaru pociągu w zależności od wzniesienia 191; pracy belki na podłożu sprężystem 293; pracy podkładu kolejowego 295, 296.

Wymiana pojedyncza szyn, złączek i podkładów 388, 394, 398—399; ciągła szyn, złączek, podkładów i podsypki 388, 395—399; szyn o 2-ch główkach 398; części krzyżownic 439; wagonów 510, 521.

Wypadki kolejowe—rodzaje 627—628; rejestracja 628; przyczyny 630—631, 636—637; z pociągami i taborom 627—628, 634—635; w związku z ruchem 628, 635, 638—640; podróży 638; personelu 638; osób postronnych 638.

Wyparzanie podkładów 328.

Wyprawianie pociągów 472, 485, 500—501, 520—522, 555—556; towarów 456, 473, 514.

Wyprzedzanie pociągów 459, 463—465, 475—476.

Wyrób stali szynowej 866—867.

Wyrównanie torowiska pod budowę wierzchnią 376; sztorców szyn 379; osiadania szyn 366; naprężeń w przewodach drutowych 588—589.

Wysadziny torowiska 247; równanie 388, 393—394, 399; bezpieczeństwo ruchu 632.

Wytrzymałość sprężel 194; drzewa 324; stali szynowej 337—338, 344; stali do wyrobu łubków 363—364; stali manganowej 439; szyny 340—341; haków i wkrętów 352; łubków 363, 364; budowy wierzchniej z szyn Vignoles'a i Stephenson'a 400—401; iglic 423, 430; dziobów krzyżownic 436—437, 439; przewodów giętkich 587.

Wytwórczość Polski 48—50.

Wytykanie linii 238, 376; łuków 239; krzywych przejściowych 279—280; rozjazdów 450—451.

Wywłaszczenie gruntów—przepisy 60—61; kosztorys 178; plany 244; pod drogi wzdłuż granic 257; wpływ na położenie stacyj 484.

Wywracanie szyny 315.

Wywrotki patrz Wykolejnice.

Wyznaczenie położenia toru 376; otworów mostów i przepustów 215; najkorzystniejszego położenia linii 236.

Wyzyskanie taboru towarowego 132, 147—148, 156.

Wzmocnienie budowy wierzchniej 344—346, szyn 347—349; złącza o łubkach bocznych 360—375; złącz szyn o stopie płaskiej 366—374; złącz szyn o dwóch główkach 375; przekroju iglic 422—423; dzioba krzyżownic 436—437, 439; stoków 251—252.

Wzniesienie miarodajne 47—48, 190, 192—194; przebiegane siłą rozpędu 192; szyny zewnętrznej w łukach 200, 313, 385, 422, 427—428; tracone przy dojazdach do peronów 487—489, 497.

Z

Zabezpieczenie podkładów od zniszczenia 321, 327—328, 330, 354; szyny od wywrotu 341; szyny w razie pęknięcia 390; toru od zasp śnieżnych 391, 392; pociągów w czasie jazdy na szlaku 552, 554—557, 564—568, 572; odgałęzień na szlaku między stacjami 569—572; położenia zwrotnic 429—430, 464—467, 578, 590—600, 602; pociągów w obrębie stacyj 481, 574—578, 615—618, 620; w drągu nastawczym na wypadek rozprucia zwrotnicy 580, 583; położenia zwrotnicy w razie; pęknięcia przewodu drutowego 583; sygnału na wypadek pęknięcia drutu 604—605; przebiegów zapomocą blokady 577, 610—615, 620; zwrotnic od przedwczesnego przedstawienia 606, 608—609, 612.

Zabierak zawory mechanicznej 564—567.

Zabijanie haków 380; otworów po hakach 392.

Zaciosywanie podkładów 324, 353—354, 377.

Załadowanie pociągów roboczych 377.

Załomy przekroju podłużnego 188—199, 283; grzbietów rozrządowych 523, 526, 538.

Zamki zwrotnicowe 429—430, 464, 590, 593—599, 626; rozpruwalne 595—599; hakowate 596—597; zdolność wyrównawcza 598; kosza 626.

Zamykanie zwrotnic nastawianych ręcznie 429—430, 590, 602; z odległości 430, 574—582, 590—600, 615—626.

Zaopatrywanie tendrów w paliwo i wodę 151—154, 456, 459, 536; pociągów na torach postojowych 478, 504, 510—512.

Zapadka drąga nastawczego 580—582; pręta zasuwowego 569, 572.

- Zapadki** do zamykania obrotnic i przesuwnic 409.
- Zapas wody** i paliwa w tendrze 80, 101, 150; na parowozach beztendrowych 100—101; na parowozie a wzniesienia ciągle 196; na stacjach 205—206.
- Zapotrzebowanie** dzienne wody 206—207.
- Zapory torowe** 590, 605.
- Zarząd dróg żelaznych** 54—58.
- Zarządy budowy** kolei państwowych w Polsce 58.
- Zasilanie kotła** parowozu 80, 196.
- Zasłony** odśnieżne 209, 391—392, 399.
- Zaspy śnieżne** 224, 390—392, 399.
- Zastawka** pręta przyciskowego w aparacie blokowym 559, 569; zawory mechanicznej 564—567; zawory elektrycznej 566—567; pomocnicza pręta przyciskowego 561—562, 572; pomocnicza bez czopka 569.
- Zastawki** na wypadek pęknięcia przewodu do zwrotnic 589, 598—600.
- Zasuwki** do zamykania obrotnic i przesuwnic 409.
- Zasuwy** zwrotnicowe 590—593, 602—603, 610, 626; pojedyncze, proste i krążkowe 590—591; podwójne 592; krążkowe, pośrednie i krańcowe 592—593; uzależnione ręczne 602—603, 610; „Simplex“ 602.
- Zасыpywanie** sztorców podkładów 320; okienek pomiędzy podkładami 321, 383, 395; wierzchu podkładów 321.
- Zawiadawca** ruchu (train dispatcher) 555.
- Zawora** mechaniczna przycisku blokowego 564—566, 572, 619; elektryczna przycisku blokowego 566—567, 572, 619; jednokrotna 567—568, 572, 619; przebiegowa 612, 619; przebiegowo-sygnałowa 612—613, 619.
- Zawory** przy blokach 564—568, 572, 577, 612—613, 619.
- Zawór** bezpieczeństwa na parowozie 80; samoczynny w hamulcach 124, 125.
- Zbiornik** czyli dzwon parowy 80.
- Zbiornik** główny i pomocniczy w hamulcach Westinghouse'a 124.
- Zderzaki** 73.
- Zderzenia** pociągów 627, 628, 630, 633—634, 636—637; taboru przy przetaczaniu 634—635.
- Zdolność** przepustowa drogi żel. 141, 173, 194, 203—204, 485, 564; przepustowa dworca 487, 510; stacji 504; przewozowa drogi żel. 171—172, 203; wyrównawcza zamka rozpruwalnego 597—598.
- Zejścia** do tuneli osobowych 485, 487.
- Zespórki** kotła parowozu 79.
- Zestawy kół** 65, 77; o kołach rozsuwnych 170.
- Zębica** przy kolei szynowej 10, 11, 14, 168, 192.
- Zimmermann** — współczynnik podłoża 289; odkształcenia budowy wierzchniej 293—294; działanie dynamiczne taboru 308; nacisk boczny kół 315; złącza 370—372.
- Złącza szynowe** pierwszych dróg żel. 358—359; podparte i wiszące 358—360; 365—367; 375; działanie 362—364; ugięcie i osiadanie 364—366; wzmocnienie 366—375; na 2-ch podkładach 367; Zimmermann'a 370—372; o ustroju specjalnym 370—376; z klinem 370—372; ciągle Thompson'a 371—372; o łubkach podpartych 371—372; ze ściąganiem 372; mostowe 372—373; o łubkach nośnych 373; z szyną poboczną 373—374, 385; Ruppell'a 374, 385; Neumann'a 373—375; szyn o 2-ch główkach 375; o łubkach bocznych a złącza specjalne 375; naprzeciwległe i naprzemianległe 378—379; szyn Vignoles'a i Stephenson'a 401; szyn, układanych bezpośrednio na podsypce 406; w osadzie iglic 426—427; krzyżownic 436, 440; opornic przed iglicami 441.
- Złączki** szynowe 352—376; wymiana pojedyncza 388, 394, 399; wymiana ciągła 397—398.
- Znaczenie** dróg żel. w Polsce 47.
- Zuzel** z wielkich pieców, użycie na podsypkę 317.
- Zużycie** obręczy kół 66, 342, 361; szyn 272, 337, 342, 419; dzioba krzyżownic 436, 439.
- Zwały** mas ziemi 247; śnieżne 391.
- Zwężenie** toru 270.
- Związek Zarządów** dróg żel. niemieckich 62, 631.
- Zwolnienie** biegu i zatrzymanie pociągu 120.
- Zwrotnice**—ustrój 409—410, 415—430, 448—449; amerykańskie 409—410; prucie 410, 428, 580—582, 595, 597; przebiegane pod ostrze 429, 464, 468, 481, 590, 593, 616; przebiegane tylko z ostrza 459, 466, 467, 469; koszt 430; z obiema iglicami w torze zwrotnym 438; skupienie 469, 481, 616; nastawianie zespolone 428—429, 575—576, 585—587, 590, 598—602, 616, 638; układanie 411—412, 425, 430, 441, 443, 445, 466, 525, 538; sygnalizowanie położenia 429, 549—550; uzależnienie od sygnałów 575—576,

581—582, 602—603; zabezpieczenie położenia 566, 568, 578, 590, 606, 608—609; sprzęganie przy ześrodkowanym nastawianiu 578; zasuwanie 590—593; zamykanie 429—430, 593—597, 602—603.

Zwrotniczowie 389, 638.

Zwrotniki 428—429.

Zwroty parowozu 94, 95.

Zysk społeczny z potaniaenia opłat przewozowych 17, 158—160.

Zyskowność budowy drogi żel. 158—162, 189, 233; przewozu kolejami istniejącymi 189, 235.

Ż

Żeberka ładunkowe 466—469; mijankowe i prześcigowe 463—464; ochronne 481, 534, 602, 605.

Żłobek krzyżownicy 431—432, 434, 439—440.

Żórawie do ładowania węgla 150; do podnoszenia ciężarów 480, 517; wodne 153, 459, 483, 550.

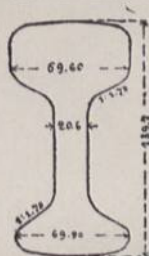
Żwir na podsypkę 317—318.

Ź

Źródła wody dla wodociągów 206, 226.

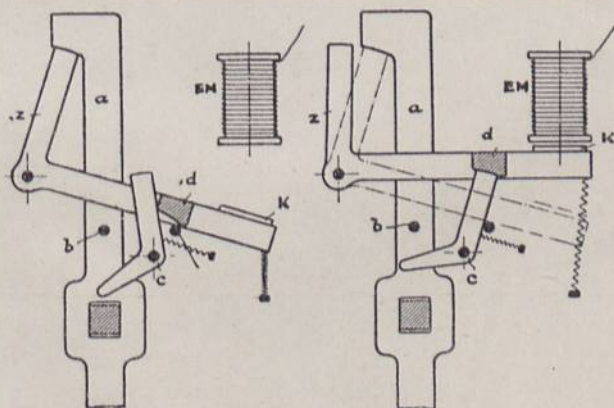


Do str. 339.



Rys. 215. Angielskie dr. żel. Północno-Zachodnie.
Ciężar 44,6 kg/m.

Do str. 567.



Rys. 594 a i b. Zawora elektryczna przycisku blokowego (schemat).



Fig. 212. Axielista de 250 Politehnică-București
Cămin 115, 116



De ar. 20

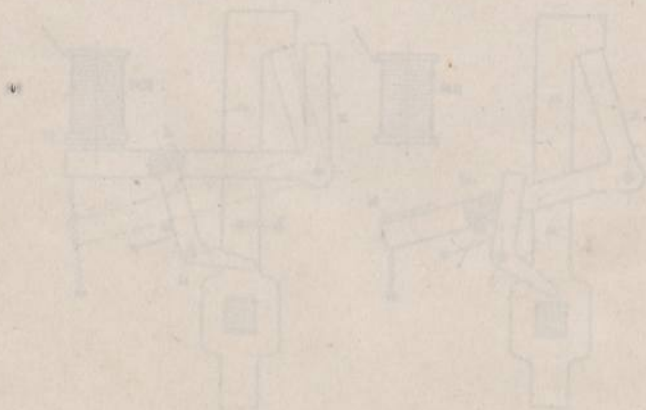


Fig. 213. Axielista de 250 Politehnică-București
Cămin 115, 116



BIBLIOTEKA GŁÓWNA

342640L/1