CZĘŚĆ DRUGA.

KOLEJE ŻELAZNE.

TREŚĆ.

Strona

Pojazdy kolejowe. Napisał inż. Kazimierz Zipser, profesor politechniki (Lwów) 129

I. Zasady ogólne 129
II. Parowozy 129
III. Wagony 138
IV. Tabor kolei wąskotorowych . 144
V. Opory ruchu 145

Zasady ruchu. Napisał inż. Kazimierz Zipser, profesor politechniki (Lwów) 148

Budowa i utrzymanie toru. Napisał dr. inż. Karol Wątorek, profesor politechniki (Lwów) 159

I. Szyny 160
II. Podkład poprzeczny drewniany 165
III. Nawierzchnia poprzeczna drewniana 166
IV. Nawierzchnia żelazna 169
V. Podkłady żelbetowe 172
VI. Złącze stykowe 173
VII. Migracja toru 177
VIII. Podłoże żwirowe 179
IX. Obrachowanie nawierzchni . . 180
X. Układanie toru 183
XI. Utrzymanie toru 189

Połączenia torów. Napisał dr. inż. Karol Wątorek, profesor politechniki (Lwów) 189

I. Rozjazdy i skrzyżowania . . 189
II. Zastosowanie rozjazdów i skrzyżowań do połączeń torów 211
III. Obrotnice 217
IV. Przesuwnice 221

Trasowanie. Napisał dr. inż. Karol Wątorek, profesor politechniki (Lwów) 223

I. Trasowanie handlowe 223
II. Trasowanie techniczne . . . 226
III. Opracowanie trasy 241

Strona

IV. Kosztorys 250
V. Postępowanie przy projektowaniu i budowie kolei 253

Stacje. Napisał inż. Kazimierz Zipser, profesor politechniki (Lwów) 256

Koleje nadrożne i tramwaje. Napisał inż. Józef Lenartowicz, dyrektor tramwajów miejskich (Warszawa) 282

I. Ogólne 282
II. Prowadzenie linji i układ toru 283
III. Ustrój toru 285
IV Podtorze 292
V. Wielkość naprężeń w budowie wierzchni torów 293
VI. Opór trakcji i zużycie pracy 294
VII. Urządzenie elektryczne . . . 295
VIII. Tabor 297
IX. Budynki 298
X. Ruch 299

Koleje miejskie szybkie. Napisał inż. Józef Lenartowicz dyrektor tramwajów miejskich (Warszawa) 300

I. Ogólne 300
II. Prowadzenie linji 302
III. Tabor 303
IV. Budowa wierzchni i jezdni . . 303
V. Urządzenia stacyjne 306
VI. Ruch 308
VII. Koszta budowy 309

Koleje strome. Napisał dr. inż. Karol Wątorek, profesor politechniki (Lwów) 310

I. Koleje zębate 310
II. Koleje linowe terenowe . . . 313
III. Koleje linowe wiszące . . . 315

Urządzenia ochronne na kolejach. Napisał inż. Michał Swoboda, doc. politechn. (Lwów) 319

Pojazdy kolejowe.

I. Zasady ogólne.

Pojazdy kolejowe winny mieścić się w obrębie przyjętej dla danej kolei skrajni taboru.

Koła pojazdów kolejowych osadzone stale na osi, tarczowe lub szprychowe, z żelaza zlewnego lub ze zlewnej stali. Obręcz koła, walcowana ze stali z jednej sztuki bez spawania, łączy się z kołem przy pomocy śrub, nitów, krążków lub pierścieni. Koła tarczowe wagonów odlewa się także wraz z obręczą z jednej sztuki.

Obręcz opatrzona rąbkiem (obrzeżem), jeżeli jednak we wspólnej ostoi (ramie) mieszczą się więcej niż dwie osie, koła osi wewnętrznych nieprzesuwnych mogą być bez obrzeża. Szerokość obręczy 130—150 *mm*. Grubość obręczy mierzona w płaszczyźnie okręgu tocznego nie powinna być mniejsza niż 25 *mm*. Stożkowatość obręczy 1 : 20 (w Ameryce 1 : 40). Wysokość rąbka (obrzeża) mierzona pionowo od wierzchu szyn przy normalnem położeniu kół na torze prostym i poziomym 25—36 *mm*. Grubość rąbka mierzona w odległości 10 *mm* pod okręgiem tocznym najmniej 20 *mm*.

Odstęp kół na osi (prześwit) między wewnętrznemi płaszczyznami obręczy na kolejach normalnotorowych 1357—1366 *mm*. Odstęp zewnętrznych punktów rąbków kół, mierzony 10 *mm* poniżej okręgu tocznego, 1405—1425 *mm*.

Obciążenie osi zależy od wytrzymałości nawierzchni i mostów. Dla obliczeń orjentacyjnych przyjmuje się nacisk jednego koła w spokoju w tonnach równy $^1/_5$ ciężaru szyny w kilogramach na metr bieżący. Największy dozwolony nacisk osi w tonnach wynosi na kolejach europejskich 15—25, w Ameryce nawet przeszło 30.

Nacisk koła w spokoju powiększa się w czasie ruchu wskutek działania siły odśrodkowej, przeciwwagi kół napędnych, a nadto z powodu nierówności w torze i uderzeń na stykach, z którego to powodu przeciążenie, względnie odciążenie osi dochodzi do 30—35% nacisku koła w spokoju, w torze starannie utrzymanym i przy parowozach nowszej konstrukcji.

II. Parowozy.

Wymiary parowozu ograniczone skrajnią dla parowozów i tendrów (fig. 149).

Główne części parowozu są: kocioł, maszyna parowa, podwozie.

Kocioł (fig. 150). Ogólnie używa się kotłów leżących. Kocioł przeważnie w formie walca; także o średnicy w tylnej części kotła większej od średnicy w przedniej części; przejście stożkowate. Materjał: żelazo zlewne. Średnica kotła (walczaka) średnio 1,5—1,75 *m*; istnieją kotły o średnicy ponad 2 *m*, zwłaszcza w Ameryce. W tylnej części, zwanej stojakiem, skrzynia paleniskowa (ogniskowa) z blachy miedzianej, w Ameryce z blachy stalowej; także w Europie w czasie wojny zaczęto używać żelaza do skrzyń paleniskowych (ogniskowych). Skrzynia ogniskowa łączy się z płaszczem żelaznym zapomocą zespórek bocznych i stropowych, długość jej 1—3 *m*, szerokość 1,15 *m*

i więcej, jeżeli leży nad ostoją; u dołu zaopatrzona w ruszt poziomy lub pochyły o powierzchni od 1 do 5 m^2, w Ameryce nawet do 10 m^2. Pod rusztem popielnik z klapami otwieranemi ze stanowiska maszynisty dla regulowania dopływu powietrza. Od przodu skrzyni paleniskowej drzwiczki do wrzucania paliwa stałego (węgiel, drzewo). Przy opalaniu ropą odpowiednio skonstruowane palniki rozpylające ciecz. Z tylnej ściany skrzyni paleniskowej wychodzą płomieniówki, które kończą się w dymnicy. Płomieniówki z żelaza zlewnego, we Francji i Anglji z mosiądzu lub miedzi. Przy złej wodzie zaopatruje się także płomieniówki żelazne od strony ogniska w miedziane nasadki. Płomieniówki o średnicy wewnętrznej 38—57 *mm*, długie 3,5—7 *m*, o ściance grubej 2—3 *mm*. Ilość ich zależna od wymaganej powierzchni ogrzewalnej i średnicy kotła, wynosi średnio 150 do 280 sztuk, dochodzi do 500. Przy parowozach o parze przegrzanej płomieniówki górne o ścianach 5—8 *mm* grubych mają średnice 120—130 *mm* dla pomieszczenia przegrzewaczy.

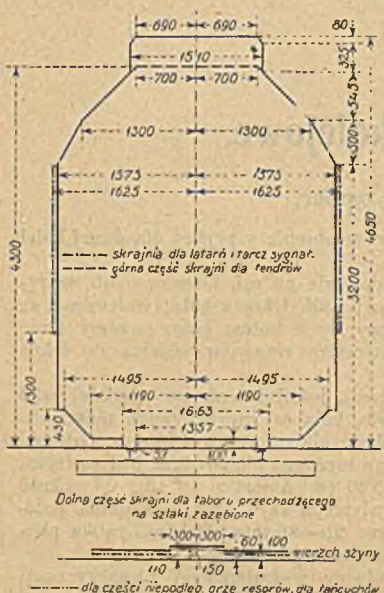


Fig. 149.

Powierzchnia ogrzewalna całkowita od 125 do 250 m^2 i więcej, w Ameryce nawet ponad 250 m^2.

W kotłach Brotana ściany skrzyni paleniskowej utworzone z szeregu gęsto obok siebie ustawionych rurek wodnych, znajdujących u góry ujście w kotle walcowym połączonym z walczakiem. Kotły wodnorurkowe nie znalazły dotąd większego zastosowania. Ciśnienie pary w kotle 12—16 atmosfer.

Na kotle zbiornik dla pary, na większych parowozach dwa zbiorniki połączone ze sobą rurą.

U przodu kotła dymnica, do której uchodzą płomieniówki. Przez dymnicę odchodzi para odlotowa z cylindrów przy pomocy dyszy. Na dymnicy nasadzony komin zaopatrzony w przyrząd do tłumienia iskier.

Na kotle znajdują się: prężnomierz z zaznaczonem najwyższem dozwolonem ciśnieniem, wodoskaz wskazujący stan wody w kotle, kurki probiercze, zawory bezpieczeństwa, działające, gdy tylko ciśnienie pary w kotle dosięgnie najwyższej dopuszczalnej granicy, urządzenia do zasilania kotła wodą z tendra, najczęściej smoczki, — przynajmniej dwa, z których każdy wystarcza do zasilenia kotła, gwizdawka parowa, nadto smarownice, kurki spustowe, piaseznica, wyczystki, włazy itp.

Kocioł otoczony dla ochrony przed utratą ciepła płaszczem szczelnym (aby powietrze izolujące było w stanie spokoju). W nowszych czasach używa się do izolowania także filcu, asbestu, drzewa itp. między kotłem a płaszczem.

Maszyna parowa. Ogólnie maszyna tłokowa. Cylinder żeliwny, tłok ze stali, uszczelnienie przy pomocy pierścieni żeliwnych. Skok tłoka dla parowozów pośpiesznych i osobowych 0,3—0,4, dla towarowych 0,4—0,55 średnicy koła napędnego, średnio 550—660 *mm*. Średnica tłoka zależy od żądanej siły pociągowej.

$$d_{cm} = \sqrt{\frac{ZD}{\alpha p l}}$$ dla parowozów jednoprężnych;

$$d = \sqrt{\frac{ZD2}{\alpha p l}}$$ dla cylindra o niskiem ciśnieniu,
dla parowozów dwuprężnych o dwu cylindrach, . . (1)

gdzie Z siła pociągowa w kg,
D średnica koła napędnego w cm,
p ciśnienie pary w kotle w atm.,
l skok tłoka w cm,
α spółczynnik, który określa stosunek $p_i : p$, średniej prężności w cylindrze do prężności w kotle.

Spółczynnik α zależy od rodzaju parowozu (para nasycona czy przegrzana — maszyny jedno- czy dwuprężne) — od stosunku pojemności cylindra

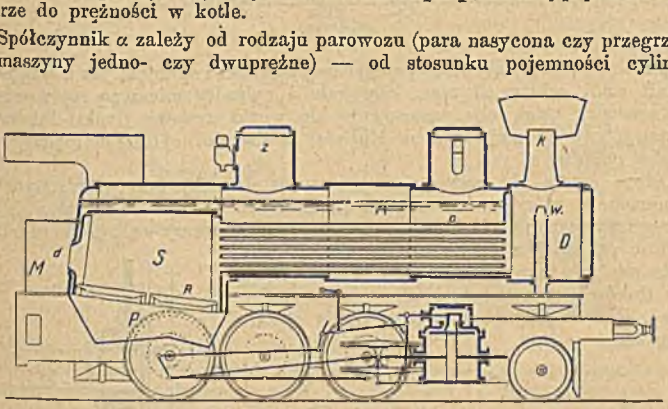


Fig. 150.

o wysokiem ciśnieniu do cylindra o niskiem ciśnieniu, — od stopnia napełnienia; średnio wynosi dla parowozów jednoprężnych od 0,50 do 0,60, dla dwuprężnych od 0,40 do 0,50. — Stosunek objętości cylindrów niskoprężnego l_n do wysokoprężnego l_w wynosi 2,0—2,4 przy dwu, 2,4—3,0 przy czterech cylindrach.

Cylindry umieszcza się poziomo lub nieco pochylone równolegle do osi parowozu wewnątrz lub zewnątrz ostoi (ramy). Przy cylindrach wewnętrznych ruch parowozu spokojniejszy, natomiast utrudniony dostęp do cylindrów i oś musi być wygięta. Istnieją parowozy o 2, 3 i 4 cylindrach, w Ameryce i więcej. Przy parowozach dwuprężnych: o dwu cylindrach, cylinder prawy jako wysokoprężny — o trzech cylindrach, jeden wysokoprężny wewnątrz ostoi i dwa niskoprężne nazewnątrz, lub dwa wysokoprężne zewnątrz a jeden niskoprężny wewnątrz — o czterech cylindrach albo dwa wysokoprężne zewnątrz i dwa niskoprężne wewnątrz lub przeciwnie, albo wreszcie po jednym cylindrze wysokoprężnym i jednym niskoprężnym z każdej strony parowozu i to albo jeden nad drugim albo jeden za drugim. Przy parowozach systemu Malleta dwa cylindry wysokoprężne na ostoi głównej, dwa niskoprężne na ostoi zwrotnej. Rozrząd pary odbywa się przy pomocy stawidła kulisowego Stephensona, Goocha, Allana, najczęściej Walschaerta, zwanego także stawidłem Heusingera (fig. 151). W nowszych czasach zaczęto używać stawidła zaworowego Lentza. Do uruchomienia stawidła znajduje się na stanowisku maszynisty nastawnica śrubowa lub dźwigniowa.

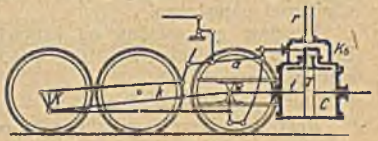


Fig. 151.

Podwozie parowozu stanowi silna ostoja (rama) żelazna wraz z zestawami kół. Ostoja (fig. 152) składa się z belek podłużnych połączonych poprzecznicami.

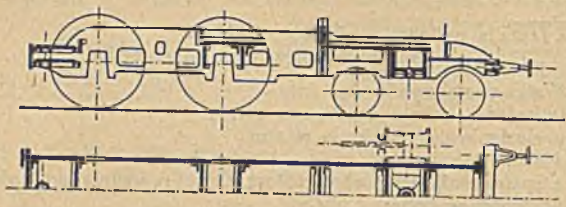


Fig. 152.

Na przedniej (czołowej) belce poprzecznej zderzaki i sprzęgła jak u wagonów. Kształt ostoi zależy od tego, czy koła i cylindry mieszczą się wewnątrz czy zewnątrz ostoi, czy zastosowuje się wózki zwrotne (truki) lub ustrój dyszlowy, czy wreszcie (system Malleta) zamiast jednej ostoi dwie przegibnie ze sobą połączone.

Ostoja spiera się przy pomocy resorów do niej przytwierdzonych na maźnicach, w których mieszczą się panewki do przyjęcia osi stalowej. Dla lepszego wyrównania ciśnień na osie łączy się często resory wahaczami (fig. 153).

Ilość osi zależna od ciężaru parowozu. Rozróżnia się osie napędne, na które przenosi się ruch tłoków w cylindrach i osie toczne (luźne, nośne), służące jedynie do podtrzymania ciężaru parowozu.

Fig. 153.

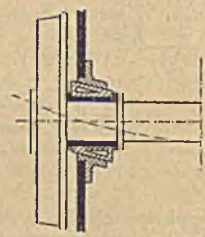


Fig. 154.

Ilość osi napędnych zależy od żądanej siły pociągowej. Korby osi napędnych połączone więzarami. Średnica kół osi tocznych jak u wagonów lub nieco większa. Średnica kół napędnych zależy od przeznaczenia parowozu, mniejsza dla żądanej znacznej siły pociągowej, większa dla żądanych znacznych prędkości, zawisła od ilości obrotów, która wynosi od 180 do 360 na minutę, zależnie od konstrukcji parowozu.

$$D_{mm} = \frac{1000}{n \cdot \pi} V\,m/s \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (2)$$

V — prędkość, n — ilość obrotów w sekundzie.

Na kołach napędnych umieszcza się przeciwwagę dla zrównoważenia siły odśrodkowej, pochodzącej od części obracających się i sunących mechanizmu napędnego.

Rozstaw osi zależny od krzywizn na danej linji. Według N. Z. dla: łuków o promieniu 75, 100, 125, 150, 180, 210, 250, 300, 400, 500 m. stały rozstaw osi nie
powinien przekraczać 2,0 2,3 2,6 2,9 3,2 3,5 3,8 4,1 4,8 5,4 m.

Przy większych rozstawach osi stosuje się dla osi tocznych osie zwrotne; oś Adamsa (fig. 154), ustrój dyszlowy (fig. 155), przy którym oś dana tkwi w osobnej ostoi, połączonej niejako dyszlem przegibnie z ostoją główną; wózki zwrotne (truki) (fig. 156), dwuosiowe wózki o małym rozstawie osi 2,0—2,7 m skręcalne około czopa, na którym spiera się ostoja główna, możliwe także boczne przesunięcia, a więc ułatwione ustawianie się wózka

w krzywiznach, co zaleca go do użycia dla parowozów zwłaszcza o znacznych prędkościach. Dla osi sprzęgniętych (sprzężonych) używa się osi przesuwnych, lub systemu Klien - Lindner, Klose, Helmholtz.

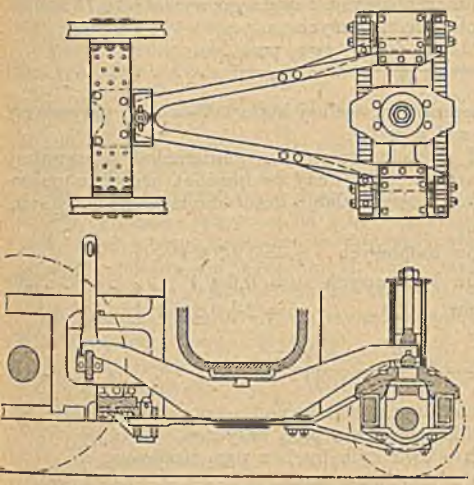


Fig. 155.

Siła pociągowa, moc parowozu. W odniesieniu do ciężaru napędnego parowozu L_a, siła pociągowa $Z = f \cdot L_a$, gdzie f = spółczynnik przyczepności (adhezyjny) zależny od stanu szyn i kół, średnio 1/7 do 1/6; w warunkach

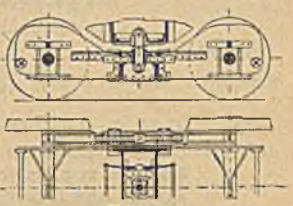


Fig. 156.

korzystnych (przy suszy, zakurzonych szynach) może podnieść się do 1/5, a nawet do 1/4; w warunkach niekorzystnych (przy szynach wilgotnych, pokrytych lodem) może spaść do 1/10, a nawet do 1/12; można go zwiększyć, sypiąc piasek na szyny.

Dla oznaczenia ciężaru napędnego parowozu przyjmuje się spółczynnik przyczepności wedle tablicy 1.

Tablica 1.

Dla parowozów	Na linjach z długiemi wzniesieniami	Na linjach z krótkiemi wzniesieniami
osobowych i pośpiesznych	0,150—0,160	0,170—0,200
towarowych	0,155—0,175	0,165—0,180
górskich	0,145—0,165	—

Ciężar napędny (adhezyjny) parowozu, to jest ciężar spoczywający na osiach napędnych

$$L_a = \alpha L \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (3)$$

gdzie L ciężar całkowity parowozu wraz z tendrem,

α spółczynnik oznaczający stosunek ciężaru napędnego do ciężaru całkowitego; waha w zależności od ilości osi związanych od 0,2 do 1,0 (dla tendrzaków o wszystkich osiach związanych).

Siła pociągowa mierzona na obwodzie koła napędnego określona podług silnika wynosi

$$Z\,kg = \eta \frac{d^2 l}{D} p_i, \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (4)$$

gdzie d średnica tłoka w cm, p_i średnia prężność pary w cylindrze w atm.,
l skok tłoka w cm, D średnica koła napędnego w cm,

η spółczynnik, określający stosunek siły pociągowej mierzonej w cylindrze do siły pociągowej na obwodzie koła, mniejszej od pierwszej wskutek strat pochodzących od tarcia mechanizmu napędnego, wynosi od 0,75 do 0,90.

Moc parowozu w koniach mechanicznych

$$N = \frac{Z^{kg}\, V^{m/s}}{75} = \frac{Z^{kg}\, V^{km/g}}{270} \quad \ldots\ldots\ldots (5)$$

W zależności od powierzchni ogrzewalnej kotła: $N = \mu H$, przyczem H oznacza powierzchnię ogrzewalną w m^2.

Spółczynnik μ zależy od stosunku rusztu do powierzchni ogrzewalnej, prężności pary, rodzaju maszyny (jedno- czy dwuprężne), stosunku pojemności cylindrów do powierzchni ogrzewalnej i ilości obrotów kół napędnych. wynosi według Franka:

dla parowozów osobowych $\mu = 1{,}17\sqrt{V}$
dla parowozów towarowych $\mu = 0{,}6\sqrt{V}$
dla tendrzaków . . . . . $\mu = 2 + 0{,}8\sqrt{V}$ . . . . (6)

według Richtera:

$$\mu = 0{,}1\left(a - \frac{n}{100}\right)\sqrt{n}, \quad \ldots\ldots\ldots (7)$$

gdzie n ilość obrotów kół napędnych w minucie,

$a = 6{,}0$ dla parowozów bliźniaczych z parą nasyconą,
6,5 dla dwuprężnych o dwu cylindrach z parą nasyconą,
7,0 dla bliźniaczych z parą przegrzaną,
7,5 dla dwuprężnych o czterech cylindrach z parą nasyconą,
8,0 dla dwuprężnych o czterech cylindrach z parą przegrzaną.

Wartości dla μ według tabeli Boriesa („Eisenbahntechnik der Gegenwart") podaje tablica 2.

Tablica 2.

Rodzaj parowozów	Stosunek $\frac{H}{R}$ = pow. ogrz. / pow. rusztu	Ciśnienie p. w atm	Stosunek $\frac{I}{H}$ = obj. cyl. w l. / pow ogrz. w m^2	Ilość obrotów kół napędowych na sekundę							
				1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	4,5
Pośpieszne i osobowe:											
jednoprężne o 2 cyl.	50 do 60	12	0,80	—	4,7	5,2	5,5	5,7	5,7	5,5	—
dwuprężne o 2 cyl.		12	0,75	—	4,6	5,3	5,9	6,3	6,4	6,3	—
„ o 4 cyl.	—	14	0,70	—	5,4	5,9	6,4	6,8	7,0	7,0	6,8
Towarowe:											
jednoprężne o 2 cyl.	60 do 70	10	0,85	3,7	4,2	4,6	4,9	5,0	—	—	—
dwuprężne o 2 cyl.		12	0,85	3,7	4,5	5,1	5,6	5,8	—	—	—

Strahl określa największą moc parowozu na podstawie powierzchni rusztu; według niego $N_{max} = \frac{R\,a}{\left(1 + 7\,\frac{R}{H}\right) D_i}$; przyczem oznacza:

R powierzchnię rusztu w m^2,
a dla parowozów o parze przegrzanej 3800
dla parowozów dwuprężnych o dwu cylindrach o parze nasyconej 4000
dla wszystkich innych o parze nasyconej 4500
przy nadciśnieniu pary 12 atmosfer.
H powierzchnia ogrzewalna w m^2
D_i najmniejszy rozchód pary w $kg/K\,M_i$ god.

11—12 *kg* dla parowozów bliźniaczych o parze nasyconej,
9,5—10 *kg* dla dwuprężnych o parze nasyconej,
6,5—7 *kg* dla jednoprężnych (bliźniaczych, czworaczych) o parze przegrzanej,
6,0—6,4 *kg* dla dwuprężnych.

Ilość wytwarzanej pary z m^2 powierzchni ogrzewalnej zależy w znacznej mierze od stosunku rusztu R do powierzchni ogrzewalnej H. Stosunek ten $\frac{H}{R}$ przeciętnie 50—70 dla parowozów osobowych i pośpiesznych, 60—90 dla towarowych, przy użyciu węgla długopłomiennego; przy użyciu drzewa jako paliwa wynosi stosunek ten w przybliżeniu 80.

Na metrze kwadratowym rusztu spala się w godzinie 350—500, a nawet do 600 *kg* węgla, przyczem na 1 *kg* węgla spalonego uzyskuje się 5—9 *kg* pary. Na 1 *kg* spalonego drzewa otrzymuje się około 3 *kg* pary.

1 m^2 powierzchni ogrzewalnej kotła wytwarza średnio w godzinie: 40 *kg* pary w parowozach towarowych, 50 w osobowych, 60 w pośpiesznych.

Na godzinę i konia mech. zużywa się średnio:

	pary *kg*	węgla *kg*
w parowozach o parze nasyconej		
jednoprężnych	11—12	1,6—1,9
dwuprężnych	9—10	1,3—1,5
w parowozach o parze przegrzanej		
jednoprężnych	7—8	1,1—1,3
dwuprężnych	6—6,5	1,0—1,2

Rodzaje parowozów. Rozróżnia się parowozy szerokotorowe, normalnotorowe i wąskotorowe, dalej parowozy adhezyjne, zębate i dla trakcji mieszanej. Według tego, czy zapas paliwa i wody mieści się na osobnym tendrze, czy też na parowozie, rozróżniamy parowozy z osobnym tendrem i tendrzaki (bez tendra). Na tendrzakach zapas paliwa umieszczony obok stanowiska maszynisty, zapas wody po obu stronach kotła, nad kotłem albo obok stanowiska maszynisty tuż pod paliwem. Parowozy te mogą biec z równą prędkością wstecz i wprzód, ciężar paliwa i wody zwiększa wagę napędną, natomiast waga ta ulega wahaniom w miarę zużycia zapasów, które trzeba częściej uzupełniać; dostęp do poszczególnych części parowozu utrudniony.

Parowozy rozróżnia się dalej: pospieszne, osobowe, towarowe, przetokowe. Parowozy osobowe i pospieszne przeznaczone dla większych prędkości mają średnicę kół napędnych zwykle ponad 1800 *mm* i 2 lub 3, na szlakach górskich nawet 4 osie sprzęgnięte, osie toczne umieszczone przeważnie w przedniej części parowozu, najczęściej wózki zwrotne (truki). Ze względu na szybkie ruszanie z miejsca, wymagana przewaga siły pociągowej nad oporem. Parowozy towarowe wymagają znacznej siły pociągowej, a więc znacznej wagi napędnej, posiadają koła małe (średnice 1,2—1,4), a wielką ilość osi napędnych, często wszystkie osie są związane; w Ameryce liczba osi sprzężonych dochodzi do 12. Najwyżej 6 osi sprzężonych umieszcza się w jednej ostoi, przy większej ich ilości lub w trudnych warunkach używa się typu Malleta, przy którym podwozie składa się z dwóch przegibnie połączonych ostoi, osie każdej ostoi popędzane przez parę cylindrów do danej ostoi umocowanych. Parowozy przetokowe wymagają szybkiego wprawiania w ruch i szybkiego przestawiania stawidła, znacznej siły pociągowej; zapas wody i paliwa na stacji można częściej uzupełniać, nadają się więc tendrzaki.

Ze względu na rodzaj użytej pary rozróżnia się parowozy o parze nasyconej i o parze przegrzanej (najczęściej do 300—350° C). Użycie pary przegrzanej wykazuje oszczędność na wodzie i paliwie w stosunku do pary nasyconej, wynoszącą dla parowozów jednoprężnych około 30% na wodzie i około 25% na paliwie, a dla parowozów dwuprężnych około 25% na wodzie i około 18% na paliwie.

Zależnie od sposobu użycia pary istnieją parowozy jednoprężne (o pojedynczem rozprężaniu pary) i parowozy dwuprężne (o podwójnem rozprężaniu pary). Parowozy dwuprężne wykazują oszczędność na paliwie w stosunku do jednoprężnych, a to 10—15% przy parze nasyconej, a 5—10% przy parze przegrzanej.

W ostatnich czasach rozpoczęto także konstruować parowozy turbinowe.

Oznaczanie parowozów. Ustrój parowozu oznacza się zapomocą ilości osi i to w różny sposób:

1. W liczniku podaje się ilość osi napędnych, w mianowniku całkowitą ilość osi, np.:

3/4 = 3 osie napędne, 1 toczna,
4/4 = wszystkie 4 osie napędne,
4/4 + 4/4 = system Malleta, dwie ostoje po 4 osie napędne.

2. Ilość osi napędnych oznacza odpowiednia litera alfabetu, ilość osi tocznych liczba arabska, ugrupowanie w porządku, w jakim osie po sobie następują np.:

1 *C* = 1 oś toczna, 3 osie napędne,
2 *B* 1 = 2 osie toczne (truk), 2 napędne, 1 toczna,
1 *D* + *D* 1 = system Malleta: w jednej ostoi 1 oś toczna, 4 napędne, w drugiej ostoji 4 osie napędne, 1 oś toczna.

3. We Francji oznacza litera *P* oś toczną, litera *B* wózek zwrotny, a cyfra ilość osi napędnych, np.:

B 2 *P* = wózek zwrotny (truk), 2 osie napędne, 1 oś toczna,
P 3 = 1 oś toczna, 3 osie napędne.

4. W Ameryce liczby wskazują ilość kół danego rodzaju w następującym porządku: toczne, napędne, toczne, np.:

2—4—0 = 1 oś toczna, 2 osie napędne,
0—8—0 = 4 osie napędne,
4—4—2 = wozek zwrotny (truk), 2 osie napędne, 1 oś toczna,
2—8—0—0—8—2 = system Malleta: w jednej ostoi 1 oś toczna i 4 napędne, w drugiej 4 osie napędne i 1 toczna.

P. K. P. oznaczają parowozy pośpieszne litera *P*, osobowe *O*, towarowe *T*. Tendrzaki oznacza się przez dodanie litery *K*. — Obok takiego znaku umieszcza się literą wskazującą układ osi według tablicy 3.

Na parowozach pomieszczają zarządy kolejowe oznaczenia składające się z liter i cyfr, lub z samych cyfr odpowiednio ugrupowanych tak, że wskazują odrazu serję (typ) parowozu i numer inwentarza.

Tender (jaszczyk) (fig. 157) zawiera zapas paliwa i wody. Zbiornik na wodę, w kształcie podkowy, otacza przestrzeń przeznaczoną na węgiel. Na tendrze

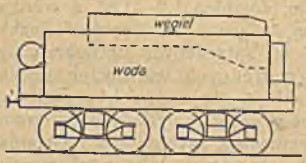


Fig. 157.

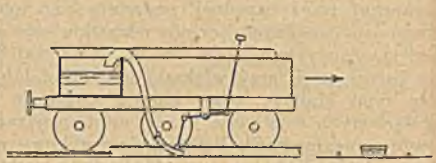


Fig. 158.

mieści się od 3 do 12 *t* węgla i od 8 do 32 m^3, wyjątkowo więcej wody. Ostoja tendra spoczywa na dwóch, częściej trzech osiach, większe tendry posiadają wózki zwrotne (truki) dwu, lub trzyosiowe. Ciężar własny tendra do 25 *t*, w stanie roboczym 20—70 *t*.

Napełnianie tendra wodą odbywa się w czasie postoju, jednak istnieją tendry do napełniania w czasie jazdy z koryta umieszczonego między szynami przy pomocy opuszczanej z tendra rury (fig. 158).

Tablica 3.

Liczba osi napędnych	Liczba osi tocznych	Układ osi	Znak
1	dowolna		*a*
2	—	OO	*b*
„	1	oOO OOo	*c*
„	2	ooOO OOoo	*d*
„	2	oOOo	*e*
„	3	ooOOo oOOoo	*f*
„	> 3		*g*
3	—	OOO	*h*
„	1	oOOO OOOo	*i*
„	2	ooOOO OOOoo	*k*
„	2	oOOOo	*l*
„	3	ooOOOo	*m*
„	3	oOOOoo	*n*
„	> 3		*o*
4	—	OOOO	*p*
„	1	oOOOO OOOOo	*r*
„	2	ooOOOO OOOOoo	*s*
„	2	oOOOOo	*t*
„	> 2		*u*
5	—	OOOOO	*v*
„	1	oOOOOO	*y*
„	> 1		*z*
6	dowolna		*x*
3 + 3	1 + 1	oOOO-I-OOOo	*i i*[1])

[1]) Dla parowozów z dwoma lub kilkoma odrębnemi wózkami napędnemi, zestawia się litery odpowiadające układom osi poszczególnych wózków, rozpoczynając z lewej strony literą odpowiadającą wózkowi przedniemu.

Tender łączy się z parowozem przy pomocy sprzęgła głównego i zapasowego; z drugiej strony opatrzony w sprzęgła i zderzaki jak u wagonów. Pływak wskazuje nazewnątrz stan wody w tendrze. Tender zaopatrzony w hamulec ręczny niezależnie od hamulca innego rodzaju.

* * *

Oprócz parowozów służą do trakcji także lokomotywy o motorach Diesla, o ściśnionem powietrzu, narazie bez szerszego zastosowania. W ostatnich czasach dążność do szerszego zastosowania trakcji elektrycznej przy pomocy lokomotyw elektrycznych (elektrowozów).

III. Wagony.

Podwozie składa się z ostoi i zestawów kół. Ostoja składa się z dwóch dźwigarów podłużnych i dwóch poprzecznych czołowych, w których osadzone są sprzęgła i zderzaki, nadto z belek podłużnych, poprzecznych, także ukośnych, służących równocześnie do umocowania pociągla sprzęgowego, hamulców, zbiorników gazowych itp. urządzeń wagonowych. Ostoja osadzona na osiach za pośrednictwem resorów spierających się na maźnicy zawierającej łożyska.

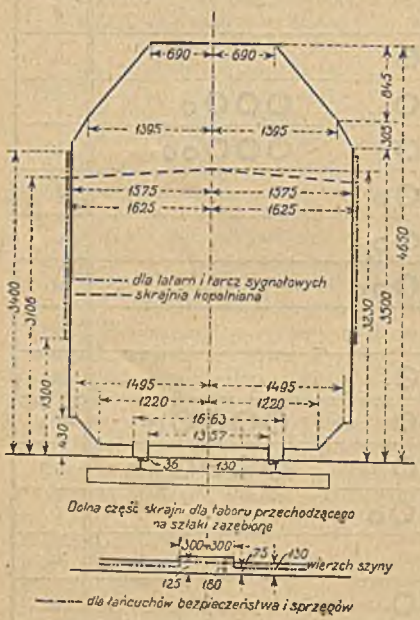
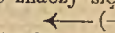


Fig. 169.

Rozróżnia się wagony dwu-, trzy-, cztero- i sześcioosiowe. Przy cztero- i sześcioosiowych ostoja umieszczona na dwuwzględnie trzyosiowych wózkach zwrotnych (trukach).

Osie ze stali zlewnej mogą być stale osadzone, przesuwne lub zwrotne.

Rozstaw osi zależy od promienia krzywizn toru. Rozstaw osi skrajnych (pomijając wózki zwrotne) nie powinien być mniejszy aniżeli 2,5 *m*. Do ruchu międzynarodowego dopuszczone są wagony o rozstawie osi nie większym aniżeli 4,5 *m*, przy większym rozstawie tylko wtedy, jeżeli osie ich mają przesuwność, dozwalającą na przejazd łuków o promieniu 150 *m*. Wagony takie znaczy się znakiem



Jeżeli we wspólnej ostoi mieszczą się więcej aniżeli dwie osie, a rozstaw osi skrajnych wynosi więcej niż 4 *m*, winny one posiadać taką przesuwność, aby wagon mógł przejeżdżać łuki o promieniu 150 *m*. Osie przesuwne mogą przesuwać się w kierunku poprzecznym wagonu wskutek gry między zgrubieniem czopa a panewką. Przesuwność ta wynosi od 5 do 63 *mm* dla osi środkowej, a to zależnie od rozstawu i od tego, czy oprócz osi środkowej także oś skrajna jest przesuwna.

Osie zwrotne osadzone są w ten sposób (np. luz między maźnicąa widłami), że mogą się ustawiać w kierunku promienia przejeżdżanej krzywizny. Osie zwrotne są swobodne, gdy każda z nich ustawia się niezależnie od osi sąsiednich

i sprzężone, gdy skręt jednej wpływa na skręt osi sąsiedniej, co osiąga się przy pomocy odpowiednich dźwigni. Przy wagonach trójosiowych wyzyskuje się poprzeczną przesuwność osi środkowej do nastawiania osi skrajnych. Dla t. zw. osi zwrotnych związkowych odchylenie osi w każdą stronę wynosi w *mm* 2,5 *l*, przyczem *l* = rozstaw osi w metrach.

Koła wagonów z żelaza zlewnego, najczęściej tarczowe, także szprychowe. Używane również koła odlane wraz z obręczą.

Nadwozie czyli pudło wagonu składa się z więzby (szkieletu) i opierzenia. Więzba z żelaza lub drzewa przytwierdzona do podwozia śrubami i kątownikami, składa się z wieńca górnego i dolnego połączonych słupami, ryglami i zastrzałami. Podłoga wagonu pojedyncza lub podwójna.

Opierzenie wagonów towarowych z desek, w wagonach osobowych wewnątrz z desek, zewnątrz z blachy żelaznej, na niektórych kolejach także z desek. W ostatnich czasach też pudła wagonów całe ze stali, a do wagonów towarowych użyto również żelbetu.

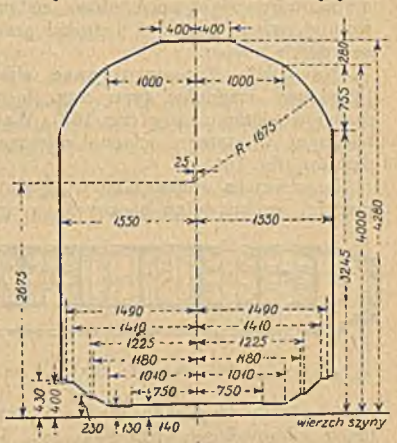


Fig. 160.

Wymiary pudła stosują się do szerokości toru, rozstawu osi, krzywizn, dozwolonych obciążeń osi itp.

Wagony muszą się mieścić w przyjętej skrajni fig. 159 (P. K. P.) i 160 (międzynarodowa).

Fig. 161.

Rozróżnia się wagony: *a*) osobowe, *b*) brankardy, *c*) pocztowe, *d*) towarowe i *e*) do specjalnych celów.

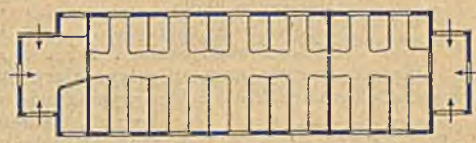


Fig. 162.

a) **Wagony osobowe.** Dwa typy zasadnicze: angielski (fig. 161), wagon podzielony na przedziały, dostęp do każdego przedziału z obu stron z boku, i amerykański (fig. 162), wagon przechodni bez przedziałów (ewent. przedzielony ścianką na dwie części), dostęp z obydwu końców wagonu albo przez otwartą platformę (drzwi w ścianie czołowej) albo przez krytą platformę (drzwi po obu stronach u końców ścian bocznych). Zaleta typu ang.: szybkie opróżnienie wagonu, możliwe grupowanie podróżnych, szersze siedzenia, natomiast pudło takiego wagon uosłabione licznemi drzwiami w ścianach bocznych mniej wytrzymałe, niewygodne wsiadanie z powodu stromych stopni, podróżni narażeni na wpływ niepogody przy każdem otwarciu drzwi, przykuci do miejsca nawet podczas dłuższej podróży, trudniejsze porozumie-

Fig. 163.

wanie się z personelem pociągu. Przy wagonach przechodnich wygodniejsze stopnie do wsiadania, ściany boczne wytrzymalsze, lepsza ochrona przed wpływami atmosfery, możność poruszania się i zmiany miejsca, łatwe komunikowanie się z personelem; natomiast opróżnienie wagonu odbywa się wolniej, więcej ruchliwi podróżni przeszkadzają tym, którzy nie ruszają się ze swoich miejsc.

Na lądzie Europy używane oba typy, także z pewnemi zmianami. Przedziały wagonów typu ang. łączy się w pewne grupy umożliwiając częściowo komunikację (fig. 163). Wagony przechodnie opatrzone korytarzem boczuym, w którego ściance mieszczą się drzwi do poszczególnych przedziałów (fig. 164).

Fig. 164.

Siedzenia umieszczone w regule poprzecznie do osi podłużnej wagonu, rzadziej wzdłuż ścian bocznych (w wagonach przechodnich), a to dla kolei miejskich i wąskotorowych. Okna zw. pojedyncze, w ostrym klimacie wskazane podwójne. Drzwi służące do wyjścia z wagonu otwierane na zewnątrz (przy przechodnich wagonach także na wewnątrz), opatrzone w zamki chroniące przed mimowolnem otwarciem się. Drzwi z korytarza bocznego do przedziałów albo na zawiasach albo zasuwane. Do przewietrzania wagonu okna i otwory wentylacyjne, zasuwki i klapy nad oknami i w dachu, w nowszych czasach zaczęto wprowadzać także przewietrzanie sztuczne.

Istnieją wagony klasy I, II i III, na niektórych kolejach także IV, albo wagony z przedziałami klas różnych I i II; II i III; I, II i III. Klasa I i II mają ławki wyścielane, III i IV twarde. Na niektórych kolejach także w III klasie ławki wyścielane. W klasie IV tylko pewna ilość miejsc siedzących, reszta wagonu przeznaczona na miejsca stojące.

Wagony osobowe są 2-, 3-, 4- i 6-osiowe. Dwu- i trzyosiowe lżejsze i tańsze od wagonów na wózkach zwrotnych, te ostatnie jednak przebiegają dobrze łuki, jazda w nich miękka, bieg spokojny i mniej hałaśliwy.

Długość wagonu wynosi:

dwuosiowego około	9—12 *m*
trójosiowego około	12—15 *m*
czteroosiowego około	15—21 *m*
sześcioosiowego około	22 *m* i wyżej.

Ciężar martwy wagonu przypadający na jednego podróżnego waha w szerokich granicach, zależnie od wyposażenia wagonu od 2000 *kg* do 3500 *kg* i wyżej, tak samo i powierzchnia przypadająca na jedno miejsce od 0,4 m^2 do 3,5 m^2 i wyżej.

Fig. 165.

Specjalne wagony osobowe: sypialne, restauracyjne, salonowe, szpitalne, wycieczkowe.

b) **Brankardy** (wagony bagażowe), (fig. 165) do przewożenia bagażu podróżnych, zarazem do pomieszczenia nadkonduktora. Składa się dwóch części. W części dla nadkonduktora znajdują się stoliki i półki dla niego i konduktora bagażowego, czasem system luster, który dozwala nadkonduktorowi z jego miejsca obserwować sygnały. Wejście zwykle od czoła platformy otwartej lub z boku z platformy krytej. Hamulec ręczny wewnątrz lub na platformie otwartej. W części dla bagażu, o drzwiach bocznych z obu stron, znajduje się klatka do przewożenia psów, czasem osobny przedział dla bagażu, podlegającego ocleniu. Brankardy bywają 2-, 3- i 4-osiowe, nowsze przeznaczone dla pociągów pośpiesznych, urządzone jako przechodnie.

c) **Wagony pocztowe** do przewozu poczty jako 2-, 3- i 4-osiowe, podzielone na dwie części, dla poczty listowej i poczty pakunkowej z półkami na listy i stolikami do załatwiania czynności biurowych (fig. 166). Drzwi dwuskrzydłowe z boku z obu stron. Na kolejach podrzędnych także wagony pocztowe połączone z brankardami, podzielone na trzy przedziały, dla nadkonduktora, dla bagażu i dla poczty.

d) **Wagony towarowe** są kryte i otwarte. Kryte, których ściany boczne przykryte stałym dachem, zaopatrzone po obu stronach w drzwi do zasuwania, 1,5—2,0 *m* szerokie, około 1,90 *m* wysokie, oraz w okienka wentylacyjne, służą do przewozu towarów wymagających ochrony od wiatru i wpływu powietrza i zabezpieczenia przed kradzieżą. Wagony otwarte albo bez ścian bocznych (platformy) albo ze ścianami bocznemi różnej wysokości (węglarki) z kłonicami lub bez. W ścianach bocznych z obu stron drzwi jedno- lub dwuskrzydłowe. Ściany czasem urządzone do odejmowania lub odwracania i to albo boczne, albo czołowe, albo też wszystkie, a wtedy wagon może służyć jako platforma. Wagony otwarte służą do transportu towarów niewymagających zbytniej ochrony: drzewa, węgla, rudy, cegły, kamieni itp. Platformy do przewozu materjałów ciężkich: maszyn, pojazdów, szyn itp. Do przewozu długich przedmiotów (drzewo długie, szyny), które nie mieszczą się na jednej platformie, używa się platform z kołowrotami (fig. 167).

Fig. 166.

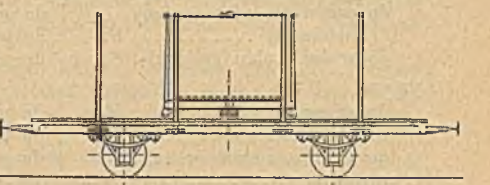


Fig. 167.

e) **Wagony specjalne:** do przewozu koni, bydła, świń i drobiu (te ostatnie jako dwu- i trzypiętrowe ze ścianemi przewiewnemi), do przewozu mięsa (chłodnie), ryb żywych (z basenami), piwa, masła, owoców, następnie wagony cysternowe do przewozu gazów i cieczy (ropa, spirytus itp.), wagony do przewozu węgla i rudy, umożliwiające szybkie wyładowanie. Dla celów służbowych budują wagony do robót budowlanych, wagony ratownicze, z żórawiami itp.

Wagony towarowe przeważnie dwuosiowe, czasem trzyosiowe, także cztero- i sześcioosiowe (nawet więcej: wagony specjalne).

Nośność wagonów 10, 12,5, 15 *t*, nawet do 20 *t*, dla dwuosiowych, do 30 *t* dla trzyosiowych, 50 i więcej dla cztero- i sześcioosiowych.

Ze względu na ekonomję ruchu, na stosunek ciężaru własnego do ciężaru ładugi korzystne są wagony o dużej nośności; wagony o mniejszej nośności dają się jednak lepiej wykorzystać dla ładunków mniejszych.

Oznaczanie wagonów. Wagony dzielą się na rodzaje, a te na kategorje. Na kolejach polskich przyjęto następujące oznaczenia na rodzaje i kategorje.

Wagony osobowe.

I klasa	*A*	I/II klasa	*AB*
II klasa	*B*	II/III klasa	*BC*
III klasa	*C*	III/IV klasa	*CD*
IV klasa	*D*	I/II/III klasa	*ABC.*

Dla oznaczenia wagonu sypialnego dodaje się „*S*“. Inne wagony:

wagon pocztowy	*F*	wagon służbowy	*N*
wagon bagażowy (brankard)	*G*	wagon sanitarny	*L*
wagon restauracyjny	*AR*	ogrzewacz	*H*

Dla oznaczenia wagonu czteroosiowego powtarza się ostatnią literę:

wagon I klasy czteroosiowy .... *A A* | wagon I/II klasy czteroosiowy *A B B*

Wagony towarowe oznacza się:

kryte ..... *K* | cysterny ..... *R*
węglarki ..... *W* | specjalne ..... *S*
platformy ..... *P*

Kategorje określa się przez dodanie małych liter:

kryte niżej 15 *t* nośności ..... *Km* | kryte z przewodami do zespolonego hamowania i ogrzewania *Kz*
kryte o nośności 15 *t* i więcej. *Kd* | kryte z piecami ..... *Kp*
kryte długie 10 *m* pojemności 75 m^3 (specjalnie długie) .... *Ks* | kryte czteroosiowe ..... *KK*

Węglarki:

małe niżej 15 ton ..... *Wm* | 8-metrowe z 4 kłonicami ... *Wkd*
15-tonowe i więcej ..... *Wd* | 10-metrowe z 8 kłonicami ... *Wks*

Platformy:

bez ścian ..... *Pb* | długie 8 *m* z kołowrotami i kłonicami ..... *Pdk*
z niskiemi ścianami ..... *Pn* | długie 10 *m* z kołowrotami i kłonicami ..... *Psk*
z niskiemi ścianami 10 *m* długie ..... *Pns* | czteroosiowe ..... *PP*
z kołowrotami i kłonicami małe ..... *Pk*

Specjalne:

do przewozu nierogacizny (świniarki) ..... *Sn* | do przewozu mięsa (lodownie). *Sl*
do przew. drobiu (gęsiarki). *Sg* | do przewozu piwa ..... *Sp*
| do przewozu wapna ..... *Sw*

Cysterny:

do przewozu benzyny .... *Rb* | do przewozu nafty ..... *Rn*
do przewozu gazu ..... *Rg* | do przewozu ropy ..... *Rr*
do przewozu kwasów ..... *Rk* | do przewozu spirytusu ..... *Rs*

Hamulce. Wstęgowe dla drezyn i wózków, używanych do robót około utrzymania kolei, zresztą klockowe. Klocki w ostatnich czasach prawie wyłącznie żeliwne. Uruchomić można hamulce: albo każdy oddzielnie albo wszystkie razem (z jednego miejsca); te ostatnie zwą się zespolonemi i mogą być niesamoczynne, jeżeli uruchomienie ich może nastąpić tylko przez personel pociągowy, i samoczynne, jeżeli uruchomienie następuje także wskutek wypadku (przerwanie pociągu, zepsucie się hamulców itp.).

Hamulce powinny być możliwie prostej konstrukcji i trwałe, władanie niemi powinno być łatwe, działanie silne, pewne i szybkie; dla pociągów o większych prędkościach winny nadto hamulce być zespolone i samoczynne, uruchomienie możliwe tak przez maszynistę, jakoteż konduktora i podróżnych; hamowanie w całym pociągu winno się odbywać możliwie jednocześnie i równomiernie bez ślizgania się kół po szynach.

Zależnie od rodzaju siły, która naciska na klocki hamulcowe, rozróżnia się hamulce ręczne, z przeciwwagą, sprężynowe, frykcyjne, elektryczne, parowe, powietrzne. Najbardziej rozpowszechnione są hamulce ręczne i powietrzne. Hamulce ręczne śrubowe uruchomiane oddzielnie.

Hamulce z przeciwwagą działają szybko, używane na tendrach.

Z hamulców zespolonych w użyciu są hamulce powietrzne i to albo o powietrzu rozrzedzonem tak zwane próżniowe (Hardy, Clayton, Korting), albo o powietrzu zgęszczonem (Westinghouse, Schleifer, Wenger, Lipkowski, Carpenter, Knorr).

Najwięcej rozpowszechniony hamulec Westinghouse o powietrzu zgęszczonem, szybkodziałający, samoczynny i hamulec samoczynny próżniowy Hardyego.

Wagony towarowe są albo bez hamulca albo z hamulcem ręcznym (śrubowym); na niektórych kolejach są wagony towarowe zaopatrzone w hamulce powietrzne względnie w przewody powietrzne.

Wagony osobowe urządzone zw. do hamowania zespolonego i ręcznego; wagony osobowe dla komunikacji międzynarodowej zaopatrzone często w hamulce różnych systemów.

Ogrzewanie. Najbardziej rozpowszechnione ogrzewanie parą z parowozu. Przy długich pociągach i bardzo niskiej temperaturze wstawia się jeszcze osobne ogrzewacze (kotły do ogrzewania).

Z jednego miejsca da się ogrzać pociąg złożony:

z 30—40 osi	przy	temperaturze	0° C
20—30 osi	„	„	— 5° C
15—20 osi	„	„	—10° C
15 osi	„	„	—15° C.

Przy ogrzewaniu parą przewód główny albo przechodzi przez wagon (regulowanie temperatury trudniejsze), albo umieszczony jest pod wagonem. Przewody poszczególnych wagonów łączy się kiszkami gumowemi lub metalowemi. Z przewodu głównego dostaje się para do ogrzewalników (rury żelazne), umieszczonych w przedziałach wzdłuż ścian lub pod siedzeniami. Do ogrzewania używa się albo pary o wysokiem ciśnieniu trzech do czterech atmosfer (regulowanie temperatury odbywa się dla każdego przedziału z osobna przez podróżnych) — albo pary o niskiem ciśnieniu: para z przewodu głównego przechodzi przez zawór redukcyjny i jako para o nieznacznem ciśnieniu dostaje się do przewodu wagonowego (regulowanie zwyczajnie dla całego wagonu przez personel pociągowy). Używane również ogrzewanie zapomocą systemów połączonych.

Ogrzewanie wodą gorącą, którą podgrzewa się przy pomocy osobnego pieca, lub parą o wysokiem ciśnieniu, dostarcza temperatury przyjemnej, łatwo dającej się regulować, jest kosztowniejsze, używane w wagonach sypialnych i salonowych.

Ogrzewanie przy pomocy piecyków opalanych koksem lub węglem nie nadaje się do wagonów z przedziałami; używane do ogrzewania wagonów towarowych krytych, gdy służą do transportu ludzi, wagonów IV klasy, brankardów, wagonów pocztowych i salonowych. Ogrzewanie przy pomocy koszów żelaznych, w których spala się mieszanina koksu i węgla drzewnego, umieszczonych w cylindrach żelaznych pod wagonami, skąd ogrzane powietrze dostaje się przez otwory w podłodze do przedziałów. System przestarzały.

Ogrzewanie przy pomocy puszek żelaznych napełnionych gorącą wodą lub piaskiem jest niedostateczne.

Urządzenia do ogrzewania wagonów towarowych: tylko w wagonach, służących do przewozu towarów wymagających ochrony przed zmarznięciem (piwa, owoców itp.).

Oświetlenie olejem rzepakowym (w krajach południowych oliwą, w zimie dodaje się nieco nafty) wychodzi coraz więcej z użycia, daje słabe światło zależnie od konstrukcji lampy 3—7 świec Hefnera. Lampy o knocie płaskim lub okrągłym umieszczone u sufitu zużywają na godzinę średnio około 0,03 *kg* oleju. Oświetlanie naftą o sile 8—10 świec, zużycie na godzinę średnio około 0,03 *kg*.

Oświetlenie gazowe przeważnie żarowe. Pod wagonem znajduje się zbiornik na gaz, cylinder z żelaza lub stali o średnicy od 0,35 do 0,7 *m*, długi 1,5—7,5 *m*, napełniony gazem ściśnionym do 6 atm., z którego doprowadza się gaz przewodem do poszczególnych lamp. Przy pomocy aparatu redukcyjnego zmniejsza się ciśnienie gazu, zanim dostanie się do lampy, do 25—60 *mm* słupa wody dla palników zwyczajnych, a do 150—160 *mm* dla żarowych. Siła światła dla zwykłych palników 5—22 świec Hefnera

przy godzinnem zużyciu 15—60 litrów gazu, dla palników żarowych 30—70 świec przy zużyciu na godzinę 16—30 *l*. Używany gaz olejowy i węglany.

Oświetlenie elektryczne żarówkami o sile 16—32 świec Hefnerowskich, po jednej lub dwie w przedziale. Prądu dostarcza albo dynamomaszyna umieszczona na parowozie lub w brankardzie, albo też akumulatory umieszczone w brankardzie lub w pierwszym i ostatnim wagonie. W nowszych czasach każdy wagon otrzymuje osobne urządzenia do oświetlenia elektrycznego. Akumulatory i dynamomaszyna poruszana obrotem osi, umieszczone pod wagonem dostarczają prądu. Napięcie 48—80 wolt, gdy prąd dla całego pociągu dostarcza się z jednego miejsca, 16—36 wolt, gdy każdy wagon posiada własne źródło prądu.

Koleje elektryczne pobierają prąd do oświetlenia z przewodów dla ruchu, przyczem napięcie wynosi 100—110, czasem 150—250 wolt.

IV. Tabor kolei wąskotorowych

musi odpowiadać przyjętej skrajni toru, przyczem skrajnia dla taboru między poziomami wzniesionemi na 100 do 1000 *mm* nad wierzchem szyn, może się zbliżać do skrajni toru najwyżej na 30 *mm*, a ponad poziomem wzniesionym o 1000 *mm* nad wierzchem szyny na 100 *mm*. Między poziomami wzniesionemi na 50—100 *mm* ponad wierzch szyn należy zachować miary podane dla kolei normalnotorowych. Wyjątki dopuszczalne za zezwoleniem M. K. Z.

Największy nacisk kół w spokoju zalecony dla kolei o szerokości toru:

1000 *mm*	$4^1/_2$ ton
750 *mm*	4 ton
600 *mm*	$3^1/_2$ ton

Odnośnie do szerokości obręczy obowiązują następujące przepisy:

przy szerokości toru	1000, 750, 600 *mm*
i prześwicie między kołami zestawów	930, 685, 540 *mm*

szerokość obręczy ma wynosić conajmniej 110, 100, 90 *mm*, przyczem luz między rąbkiem koła a szyną, mierzony, gdy drugie koło zestawu przypiera rąbkiem do szyny, ma wynosić od 5 do 20 *mm*.

Rozstaw osi musi być przystosowany do promieni łuków danej linji. Przepisy techniczne o budowie i eksploatacji silnikowych kolei żelaznych normalnotorowych III rzędu i wąskotorowych zalecają jako największy rozstaw osi (w metrach) cyfry podane w tablicy 4.

Tablica 4.

Przy promieniu.	25	40	50	75	100	125	150	180	210	250	300
W parowozach.	1,1	1,5	1,6	2,0	2,3	2,6	2,9	3,2	3,5	3,8	4,1
W wagonach ..	1,4	1,8	2,0	2,5	2,9	3,3	3,6	3,9	4,3	4,6	5,1

Przy większych rozstawach należy stosować częściowo osi przesuwne, zwrotne lub wózki zwrotne.

Wspomniane przepisy wymagają, by podwozia taboru z wyjątkiem wagonów roboczych i towarowych, przeznaczonych do ruchu o prędkości nie większej, aniżeli 20 *km*/godz., były odsprężynowane względem osi.

Parowozy kolei wąskotorowych, zazwyczaj tendrzaki, muszą być zaopatrzone w hamulec ręczny, zaś przeznaczone do ruchu osobowego winny posiadać nadto hamulec mechaniczny (powietrzny, parowy lub elektryczny).

Wagony osobowe, w regule przechodnie z przejściem środkowem, przeznaczone do pociągów o prędkości ponad 30 *km/g* muszą posiadać hamulec zespolony.

V. Opory ruchu.

Całkowity opór pojazdu składa się z oporów na prostej poziomej i z oporów dodatkowych z powodu krzywizn i spadków toru.

Na opór na prostej poziomej składają się:

a) Opór z powodu tarcia czopów osiowych w panewkach łożyskowych, który da się określić wzorem

$$f_1 P \frac{d}{D}, \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (8)$$

jeżeli d oznacza średnicę czopa, D — średnicę koła, P — obciążenie czopa, f_1 — spółczynnik tarcia na obwodzie czopa.

b) Opór z powodu toczenia się kół po szynach (tarcie potoczyste) da się oznaczyć wzorem

$$f_2 \frac{P}{D}, \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (9)$$

przyczem f_2 oznacza spółczynnik tarcia między szyną a kołem.

c) Opory, których przyczyna leży we właściwościach toru i ruchu pojazdów po torze, które powstają wskutek nierówności w ułożeniu toru, uderzeń na stykach, z powodu ślizgania się kół po szynach, a na których wielkość wpływa prędkość ruchu. Przyjmując zależność tych oporów od kwadratu prędkości (niektóre wzory uwzględniają tę zależność tylko od prędkości w pierwszej potędze), można te opory wyrazić wzorem

$$\mu v^2 P, \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (10)$$

oznaczając przez v prędkość, a przez μ współczynnik zależny od stanu toru.

d) Opór powietrza wskutek bezwładności cząstek powietrza, wprawianych w ruch powierzchniami prostopadłemi do kierunku ruchu pociągu, który wynosi

$$k \frac{\gamma}{g} F v^2, \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (11)$$

gdzie F = powierzchnia w m^2 prostopadła do kierunku ruchu, v prędkość w m/s, $\frac{\gamma}{g}$ masa jednostki objętości powietrza, k spółczynnik doświadczalny zależny od kształtu powierzchni opierającej się powietrzu. Wedle Franka $k = 0{,}553$ dla koła, zaś 0,582 dla kwadratu. Dla pojazdów kolejowych, których rzuty ograniczają proste i łuki, przyjmuje Frank na k wartość średnią z tych liczb, a wstawiając za masę jednostki objętości powietrza $\frac{\gamma}{g} = 0{,}1225$, otrzymuje opór powietrza

$$0{,}07 F (v\ m/s)^2 \text{ czyli } 0{,}54 F \left(\frac{v\ km/g}{10}\right)^2 \quad \ldots\ldots \quad (12)$$

Ze względu na bryłowatość parowozu powiększa Frank powierzchnię jego rzutu o 10%.

Na opór powietrza przy poruszaniu się pociągu wpływa nietylko powierzchnia pierwszego pojazdu (parowozu), lecz częściowo także ściany czołowe następujących po nim wagonów, dla których Frank oznaczył następujące powierzchnie zastępcze:

dla wagonu osobowego lub towarowego krytego	0,56 m^2
dla towarowego otwartego próżnego	1,62 m^2
dla towarowego otwartego ładownego	0,32 m^2
dla wagonu krytego następującego za otwartym dodatkowo	1,00 m^2
dla wagonu pierwszego postępującego za parowozem (brankard)	2,00 m^2

Przy poruszaniu się parowozu występują jeszcze opory wewnętrzne mechanizmu napędnego, jak opory tarcia tłoków, korb, suwaków, ekscentrów, krzyżulców, pary zużytej i gazów. Opory te, których zależność jeszcze nie jest dokładnie zbadana, są we wielu wzorach włączone do oporu całkowitego parowozu.

Suma wszystkich wymienionych oporów daje całkowity opór na prostej i poziomej, na którego oznaczenie posługują się najczęściej wzorem o formie

$$w_o = a + b\,v^2,$$

gdzie w_o oznacza opór jednostkowy na prostej poziomej w *kg* na 1 *t* ciężaru, a spółczynnik dla oporów niezależnych od prędkości, b spółczynnik dla oporów zależnych od prędkości, przyjmując zależność tę od kwadratu prędkości.

Istnieją także wzory o formie:

$$w_o = a + b\,v + c\,v^2 \quad \ldots\ldots\ldots \quad (13)$$

Najczęściej używane wzory doświadczalne dla oporu jednostkowego w_o:

Wzór Clarca, ważny dla całych pociągów:

$$w_o\ kg/t = 2{,}4 + \frac{(v\ km/g)^2}{1300} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (14)$$

Według Dedonits'a wynoszą opory:

$$\left.\begin{array}{l} \text{dla parowozu wraz z tendrem } w_o\ kg/t = 4 + 0{,}9\,v\,\dfrac{v+40}{1000} \\ \text{dla wagonów dwuosiowych } w_o\ kg/t = 1{,}6 + 0{,}3\,v\,\dfrac{v+90}{1000} \\ \text{dla wagonów na wózkach zwr. } w_o\ kg/t = 1{,}4 + 0{,}2\,v\,\dfrac{v+90}{1000} \end{array}\right\} \quad \ldots\ldots \quad (15)$$

Według Franka:

$$\left.\begin{array}{l} \text{dla parowozu z tendrem} \\ w_o\ kg/t = 2{,}5 + \left(0{,}000142 + 0{,}0054\,\dfrac{1{,}1\,F}{L}\right).\,v^2 \\ \text{dla wagonów w pociągu} \\ w_o\ kg/t = 2{,}5 + \left(0{,}000142 + 0{,}0054\left\{\dfrac{2+nf}{Q}\right\}\right).\,v^2 \end{array}\right\} \quad \ldots\ldots \quad (16)$$

gdzie v — prędkość w *km/g*, F powierzchnia rzutu pionowego parowozu na płaszczyznę prostopadłą do kierunku jazdy, f powierzchnie zastępcze poszczególnych wagonów w pociągu, których wielkości podano powyżej, — n ilość wagonów każdej kategorji, L ciężar parowozu wraz z tendrem, Q ciężar wszystkich wagonów w tonach.

Hruschka podaje następujące wzory:

dla elektrowozów (lokomotyw elektr.) $w_o\ kg/t = 2{,}5 + 0{,}00065\,(v\ km/g)^2$. (17)

dla wagonów w pociągu

dla osobowych . . . . . $w_o\ kg/t = 2{,}5 + 0{,}00055\,v^2$

dla osobowych na wózkach zwrotnych . . . . . $w_o = 2{,}5 + 0{,}0004\,v^2$

dla towarowych . . . . . $w_o = 2{,}5 + 0{,}0007\,v^2$

dla całych pociągów

ekspresowych i luksusowych . . . . . $v =$ do 120 *km/g*

$$w_o = 2{,}5 + 0{,}00045\,v^2$$

dla pośpiesznych i osobowych . . . . . $v =$ do 105 *km/g*

$$w_o = 2{,}5 + 0{,}0005\,v^2$$

dla towarowych . . . . . $v =$ do 60 *km/g*

$$w_o = 2{,}5 + 0{,}0007\,v^2$$

dla pociągów kolei podrzędnych i wąskotorowych . . . . $v =$ do 45 *km/g*

$$w_o = 2{,}5 + 0{,}001\,v^2$$

Strahl uwzględnia także wpływ wiatru. Dla średnio silnego wiatru bocznego wzór jego brzmi:

na opór parowozu wraz z tendrem

$$W_p\ kg = 2{,}5\ G_1 + c\ G_2 + 0{,}6\ F\left(\frac{v+12}{10}\right)^2, \quad \ldots\ldots \quad (18)$$

gdzie

G_1 = ciężar tendra i obciążenie osi tocznych (luźnych) parowozu
G_2 = obciążenie osi sprzężonych
F = powierzchnia zastępcza parowozu, w obecnych warunkach równa ok. 10 m^2
v = prędkość w km/g
c = spółczynnik, który wynosi

5,8	dla	parowozów	o	2	osiach	sprzężonych	i 2	cylindrach
6,0	„	„	o	2	„	„	i 4	„
7,3	„	„	o	3	„	„	i 2	„
7,5	„	„	o	3	„	„	i 4	„
8,4	„	„	o	4	„	„	i 2	„
8,6	„	„	o	4	„	„	i 4	„
9,3	„	„	o	5	„	„	i 2	„
9,5	„	„	o	5	„	„	i 4	„

Na opór wagonów w pociągu:

$$w_o\ kg/t = 2{,}5 + \frac{1}{x}\left(\frac{v+12}{10}\right)^2 \quad \ldots\ldots \quad (19)$$

gdzie v = prędkość w km/g

za x należy wstawić:

dla pociągów pośpiesznych i ciężkich towarowych	40
dla pociągów osobowych	30
dla pociągów towarowych pośpiesznych	25
dla pociągów towarowych zwyczajnych o mieszanym składzie	20
dla pociągów towarowych próżnych złożonych z wagonów dwuosiowych	10

Na spadkach uwzględnia się działanie składowej siły ciężkości, równoległej do toru, która przy jeździe pod górę zwiększa opory ruchu, a przy jeździe w dół zmniejsza je. Ten opór dodatkowy

$$w_s\ kg/t = \pm s \quad \ldots\ldots \quad (20)$$

przyczem s oznacza spadek linji w $^0/_{00}$.

W łukach zwiększa się opór ruchu z powodu zwiększonego tarcia rąbków kół o szynę. Na wielkość tego dodatkowego oporu wpływa: promień łuku, rozstaw osi i ich rodzaj (osie sztywnie osadzone, czy nastawne), wielkość przechyłki toru i luz między rąbkiem koła a szyną.

Opór dodatkowy w łukach według Roekla:

$$w_r\ kg/t = \frac{650}{R-55} \quad \ldots\ldots \quad (21)$$

Według Hoffmana:

$$\left.\begin{aligned} &\text{dla wagonów o stałym rozstawie osi } w_r\ kg/t = 2\,l\,\frac{4\,l+l^2}{R-45} \\ &\text{dla wagonów o osiach nastawnych } w_r\ kg/t = \frac{40\,l}{R} + 0{,}4 \end{aligned}\right\} \quad (22)$$

Dla kolei podrzędnych używane są następujące wzory dla oporów dodatkowych w łuku:

$$\text{dla normalnotorowych } w_r\ kg/t = \frac{500}{R-30} \quad \ldots\ldots \quad (23)$$

BIBLIOTEKA BIURA PROJEKTOWANIA URZĄDZEŃ PRZEMYSŁU HUTNICZEGO

dla wąskotorowych:

$$\left.\begin{array}{l} \text{o szerokości toru } 1000\ mm\ \ w_r\ kg/t = \dfrac{400}{R-20} \\ \text{o szerokości toru } \ 750\ mm\ \ w_r\ kg/t = \dfrac{350}{R-10} \\ \text{o szerokości toru } \ 600\ mm\ \ w_r\ kg/t = \dfrac{200}{R-5} \end{array}\right\} \quad \ldots \quad (23)$$

We wszystkich tych wzorach oznacza: l rozstaw osi, R promień łuku.

Całkowity opór jednostkowy w kg/t

$$w = w_o \pm s + w_r \quad \ldots \quad (24)$$

a opór pociągu

$$W = w\,(L + Q), \quad \ldots \quad (25)$$

gdzie L ciężar parowozu wraz z tendrem, zaś Q ciężar wszystkich wagonów, przy posługiwaniu się wzorami, ustawionemi dla oporów całego pociągu wraz z parowozem. Natomiast przy stosowaniu wzorów oznaczających osobno opór dla parowozów, a osobno dla wagonów

$$W = w_p\,L + w_w\,Q, \quad \ldots \quad (26)$$

gdy w_p oznacza opór jednostkowy dla parowozu, a w_w takiż opór dla wagonów.

Zasady ruchu[1]).

Ogólne. Służba ruchu obejmuje zestawienie i przeprowadzenie pociągów. Ruch może być albo ciągły, odbywający się w dzień i w nocy, albo (na kolejach o słabym ruchu) tylko dzienny.

Stacje w najobszerniejszem znaczeniu są to miejsca, w których według rozkładów jazdy pociągi zatrzymują się. Ze stanowiska służby ruchu pod stacjami rozumie się takie miejsca zatrzymania się pociągów, które służą do regulowania ruchu pociągów i posiadają urządzenia dozwalające na wymijanie (krzyżowanie i wyprzedzanie) pociągów. Oprócz tego posiadają stacje w miarę swego przeznaczenia różne inne urządzenia potrzebne do wykonywania czynności związanych z ruchem pociągów, np. wodociągi, tory zapasowe, przetokowe itd., a nadto urządzenia do przyjmowania podróżnych i towarów. Stacje, służące wyłącznie tylko do przepuszczania pociągów (krzyżowania i wyprzedzenia) i nie posiadające urządzeń do przyjmowania podróżnych i towarów zwą się mijankami. Przystanki są to miejsca, w których zatrzymują się pociągi osobowe tylko dla wsiadania, wzgl. wysiadania podróżnych, nie służą zatem właściwym celom ruchu.

Granicę między stacją a szlakiem stanowi sygnał wjazdowy, a na linjach bez takich sygnałów zwrotnica wjazdowa.

Dla zwiększenia przelotności linji dzieli się szlak między stacjami na odcinki, ograniczone sygnałami odcinkowemi. Posterunki umieszczone przy tych sygnałach regulują następstwo pociągów po sobie na zasadzie, że w odcinku ograniczonym sygnałami może się znajdować tylko jeden pociąg.

Pociągi dzielą się na:

1. stałe, kursujące codziennie i

2. niestałe, a więc: dodatkowe, kursujące według przewidzianego rozkładu jazdy, lecz nie codziennie a tylko w miarę potrzeby; nadzwyczajne,

[1]) Z uwzględnieniem „Przepisów ruchu“ P. K. P.

kursujące według osobnego rozkładu jazdy; służbowe, kursujące ze względów służbowych, ewentualnie bez rozkładu jazdy.

Podług przeznaczenia pociągów dzieli się je na:

a) pośpieszne, *b*) osobowe komunikacji bezpośredniej, *c*) osobowe miejscowe (lokalne), *d*) mieszane, *e*) wojskowe, *f*) towarowe pośpieszne, *g*) towarowe, *h*) służbowe (robocze, ratownicze itp.).

Kolejność ta określa równocześnie ważność i pierwszeństwo pociągów. Kolejność pociągów służbowych (ratowniczych, pomocniczych, parowozowych, roboczych) zależy od ważności ich przeznaczenia.

Pociągi oznacza się numerami: pociągi dążące w jednym kierunku (od punktu początkowego linji ku końcowi linji) oznacza się numerami nieparzystemi, pociągi dążące w kierunku przeciwnym numerami parzystemi. System numerowania tak ułożony, że numer wskazuje kategorję pociągu (pośpieszny, osobowy czy towarowy) i linję, po której dany pociąg kursuje.

Przetaczanie (służba przetokowa) obejmuje wszelkie ruchy parowozów, pojedynczych wagonów, części pociągów i całych pociągów w obrębie stacji i na bocznicach.

Zadaniem służby przetokowej jest:

a) obsługa miejsc naładunkowych (magazyny, ładownie, place ładunkowe, bocznice),

b) zestawianie wagonów w pociągi, w razie potrzeby przegrupowanie wagonów w pociągu, odczepianie i doczepianie do pociągu wagonów poszczególnych lub w grupach,

c) przeprowadzenie pociągów z torów przyjazdowych na tory przetokowe (rozrządowe) i rozdzielenie ich na grupy wagonów stosownie do ich przeznaczenia.

Przetaczanie odbywa się zapomocą: siły ludzkiej, zwierząt, parowozów, także zapomocą siły ciężkości (na osobnych dworcach przetokowych). Na stacjach mniejszych używa się do przetaczania parowozu pociągowego, na stacjach większych osobnych parowozów, przeznaczonych do tego celu. Przetaczania dokonują wyznaczeni pracownicy, a w braku tychże (na stacjach mniejszych) drużyna pociągowa, pod kierunkiem upoważnionego pracownika, który winien czuwać nad bezpieczeństwem wykonawców przetaczania i innych osób, nad bezpieczeństwem ruchu i zachowaniem odnośnych przepisów. Kierownik przetaczania i jego pomocnicy muszą posiadać potrzebne przyrządy sygnałowe i winni sygnały podawać w ten sposób, by maszynista mógł je widzieć bezpośrednio, a jeżeli to niemożliwe, aby mógł być o nich powiadomiony przez pośrednika w sposób pewny. Prędkość przy przetaczaniu parowozem winna być taka, aby można było osiągnąć największą wydajność pracy, nie narażając przez to ani bezpieczeństwa osób ani ruchu. Zasadniczo nawet w niekorzystnych warunkach można dopuścić 15 *km/g*, jeżeli parowóz znajduje się na czele przetaczanych wagonów, zaś 10 *km/g*, gdy je popycha. Przy popychaniu jeden ze spinaczy winien znajdować się na wagonie czołowym dla podawania sygnałów, w warunkach niekorzystnych (toru nie widać na odległość) winien iść przed popychaną grupą wagonów.

Parowóz dostawia wagony przetaczane na miejsce albo je odrzuca. Nie odrzuca się, lecz dostawia na miejsce wagony, w których znajdują się osoby, żywe zwierzęta, materjały wybuchowe lub towary łatwo łamliwe a także wtedy, jeżeli odrzucone wagony mogłyby najechać na wagony zawierające wyżej wspomniane rodzaje ładunków. Tak samo nie powinno się odrzucać wagonów na tory, które krzyżują się lub łączą się z torem, na którym oczekuje się pociągu, także na tory, na których znajdują się obrotnice, przesuwnice, budynki, niezamknięte przejazdy w poziomie, lub na których odbywa się równocześnie przetaczanie z drugiej strony stacji, jeżeli niema pewności, że odrzucone wagony będą zatrzymane, zanim dobiegną do

wspomnianych budowli, względnie że nie wjadą w obręb przetaczania po drugiej stronie stacji.

Przetaczanie angielskie, przy którem przestawia się zwrotnicę po przejeździe pierwszej grupy, ciągnionej przez parowóz a przed zdążającą za nią ze zmniejszoną nieco prędkością drugą grupą, odczepioną od pierwszej podczas jazdy, bywa często wzbronione.

Znaczne zaoszczędzenie czasu przy przetaczaniu wagonów uzyskuje się przy zastosowaniu siły ciężkości na torach przetokowych, ułożonych w spadku ciągłym, lub gdy tor wyciągowy założony w spadku z grzbietem, lub bez, a wagony wypchane na górę, staczają się następnie pod wpływem siły ciężkości na odpowiednie tory. Do regulowania prędkości wagonów staczających się służą hamulce torowe; hamowanie następuje na pewnym odcinku toru zapomocą ułożonego na szynie płoza hamującego, który w pewnem miejscu wskutek umieszczonego obok szyny klina lub wskutek odgięcia szyny (jak skrzydło krzyżownicy) zostaje usunięty z toru (fig. 168 i 169), albo też przy pomocy tarcia wywołanego naciskiem szyn ruchomych umieszczonych wewnątrz toru na rąbki toczących się kół (fig. 170).

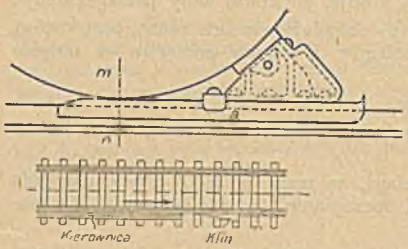


Fig. 168.

Zatrzymanie wagonów w danem miejscu odbywa się przy pomocy hamulców wagonowych, płozów hamujących, a przy powolnym biegu wagonów także przy pomocy drągów 1—1,5 *m* długich, które wkłada się między dźwigar ostoi, a resory i wywiera nacisk na toczące się koło. Nie wolno drągów takich zakładać między szprychy koła.

Wagony stojące w stacjach lub bocznicach winny być ze sobą spięte i zabezpieczone przed poruszeniem się z miejsca, a to przez przyciągnięcie hamulców, lub przez podstawienie pod koła specjalnych klinów (fig. 171).

Przetaczanie odbywa się w regule na torach ładunkowych i bocznych, na większych stacjach na osobnych torach przetokowych. Na torach wjazdowych można przy przetaczaniu ustawiać wagony tylko za zezwoleniem dyżurnego ruchu.

Fig. 169.

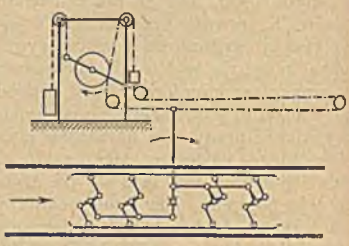


Fig. 170.

Z wyjątkiem małych stacji, gdzie przetaczania są niewielkie, istnieją na stacjach osobne tory wyciągowe, aby uniknąć wyciągania wagonów na tory wjazdowe. Przy przetaczaniu na torach wjazdowych można dojeżdżać tylko do pewnej oznaczonej granicy, która w stacjach, zabezpieczonych sygnałami wjazdowemi i ostrzegawczemi, znajduje się w odległości 50 *m* przed sygnałem wjazdowym od strony stacji, a przy stacjach bez sygnałów ostrzegawczych

w połowie odległości między sygnałem wjazdowym a zwrotnicą wjazdową. Poza tę granicę można wyjeżdżać tylko za zezwoleniem dyżurnego, który może na to pozwolić tylko wtedy, jeżeli na szlaku aż do sąsiedniej stacji, czy sąsiedniego posterunku niema pociągu zdążającego do stacji i jeżeli porozumiał się z sąsiednią stacją lub posterunkiem, że aż do ukończenia przetaczania nie wyprawią żadnego pociągu w kierunku stacji. Jak długo oczekuje się przybycia pociągu, nie można przetaczać po torze, na który pociąg ma wjechać lub wyjechać. Na torach sąsiednich wolno w tym czasie przetaczać tylko wtedy, jeżeli droga pociągu wjeżdżającego lub wyjeżdżającego jest tak zabezpieczona, że przecięcie tej drogi wagonami przetaczanemi jest niemożliwe.

Zestawienie pociągów. Do pociągu nie wolno wstawiać wagonów, których braki mogłyby zagrażać bezpieczeństwu ruchu. Niewolno więc używać wagonów bez znaków rewizyjnych lub takich, które zagrażają bezpieczeństwu przewożonych osób lub zwierząt, albo grożą uszkodzeniem towaru. Przy wagonach ładownych, należy według możności zbadać także sposób załadowania towaru. Ładunek na wagonach powinien być możliwie równo rozdzielony na osie, nadto musi być zachowana skrajnia dla wagonów i przyjęta skrajnia dla ładunku wagonów otwartych. Obciążenie osi i rozstaw osi muszą mieścić się w dozwolonych dla danej linji granicach. Wagony o kołach, których piasta, tarcza i obręcz odlane razem, można wstawiać tylko do pociągów o prędkości do 50 *km/g*. Zderzaki wagonów sąsiednich winny o ile możności stykać się centrycznie, w żadnym wypadku różnica środków zderzaków w kierunku pionowym nie może przekraczać 100 *mm*.

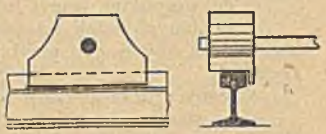


Fig. 171.

Stan i budowa wagonu muszą być takie, aby ruch wagonu przy największej dopuszczalnej prędkości odbywał się zupełnie bezpiecznie. Do pociągów pośpiesznych i osobowych o prędkości ponad 60 *km/g* wolno wstawiać wagony, których stan i budowa odpowiadają specjalnym warunkom. Do pociągów o prędkości ponad 80 *km/g* wolno doprzęgać tylko wagony posiadające hamulce zespolone. Do pociągów o prędkości mniejszej, hamowanych hamulcem zespolonym dozwola się doprzęgać także wagony bez hamulca zespolonego, jednak w ilości ograniczonej, określonej w przepisach w zależności od prędkości dopuszczalnej dla danego pociągu.

W składzie pociągów osobowych i pośpiesznych rozróżnia się wagony stale kursujące podczas całego biegu pociągu, wagony kursujące stale na pewnej części biegu, które przychodzą z linji sąsiednich lub na nie przechodzą; wagony dodatkowe, które dodaje się do pociągu albo w pewnych oznaczonych dniach, albo w miarę potrzeby przy wzmożonym ruchu. Skład pociągów osobowych i pośpiesznych odnośnie do wagonów kursujących stale lub dodatkowo w oznaczonych z góry dniach, oznacza się na cały okres danego rozkładu jazdy.

Wagony osobowe, przechodzące na obce koleje, posiadają często urządzenia dla różnych systemów hamowania, ogrzewania i oświetlania.

W pociągach osobowych o prędkości ponad 50 *km/g* wstawia się między parowóz a wagony osobowe wagon ochronny, niezajęty przez podróżnych. Wagony służbowe (brankardy) i pocztowe mogą być użyte jako ochronne. W pociągach podmiejskich i służbowych wagon ochronny niekonieczny.

Przy zestawianiu pociągów towarowych powinno się zasadniczo wagony, przeznaczone do odczepienia na stacjach pośrednich, grupować w kolejności stacji, co ułatwia odczepienie wagonów na odnośnych stacjach. Tak samo wagony doczepiane na stacjach pośrednich odrazu wstawiać w pociągu możliwie w miejsce odpowiadające kolejności stacji przeznaczenia.

Obieg wagonów w ruchu międzynarodowym regulują umowy zawierane w tym względzie przez odnośne zarządy kolejowe. Według zasad Międzynarodowego Związku Wagonowego dla wzajemnego użytkowania wagonów towarowych, wagony przechodzące z obcych kolei oznacza się na stacjach zdawczych nalepkami, na których jest uwidoczniona firma kolei zdawczej i odbiorczej, nazwa stacji przejściowej, dzień i miesiąc przybycia wagonu. Nalepki te muszą pozostać na wagonie aż do jego powrotu na kolej macierzystą.

Wagony obce należy zwracać natychmiast po wyładowaniu i o ile możności z ładunkiem a to:

a) do stacyj kolei macierzystej;

b) do stacyj leżących poza koleją macierzystą, jeżeli wagon musi przez nią przebiegać choćby tylko częściowo;

c) do wszystkich stacyj leżących na drodze biegu pierwotnego;

d) do innych stacji leżących w kierunku kolei macierzystej wagonu pod warunkiem, aby wagon przybliżał się w drodze powrotnej do kolei macierzystej.

Wagony próżne zwracać należy:

a) ze stacji leżącej na drodze pierwotnej na tę stację, przez którą przeszły w drodze pierwotnej;

b) z innych stacyj do najbliższej stacji, leżącej na drodze pierwotnej, lub do najbliższej stacji kolei macierzystej.

Za wzajemne użytkowanie wagonów płacą sobie koleje czynsze oznaczone w umowach, które przewidują także terminy, w jakich wagon winien przy uwzględnieniu różnych okoliczności wrócić na kolej macierzystą. Za przekroczenie warunków umowy są przewidziane grzywny.

Wagony cięższe umieszcza się zasadniczo z przodu pociągu przed wagonami lżejszemi. Wagony z ładunkiem łatwozapalnym umieszcza się możliwie najdalej od parowozów; muszą one być od niego oddzielone co najmniej jednym wagonem próżnym lub z ładunkiem obojętnym, jeżeli wagon z towarem łatwozapalnym jest kryty, a czterema, jeżeli otwarty. W pociągach mieszanych wagony takie oraz wagony z kwasami gryzącemi wstawia się za wagonami osobowemi i oddziela się od nich przynajmniej jednym wagonem z innym ładunkiem. Wagony z materjałem łatwopalnym lub samozapalnym muszą być także od wagonów z materjami wybuchowemi oddzielone sześcioma wagonami z ładunkiem obojętnym, a od wagonów hamulcowych przynajmniej jednym wagonem niehamowanym. Wagony z podróżnymi winny być zgrupowane razem, a w pociągach mieszanych znajdować się przed wagonami ze zwierzętami.

Dwie platformy z kołowrotami (ławami pokrętnemi), dźwigające wspólny ładunek, umieszcza się możliwie w końcu pociągu i od wagonów z ludźmi oddziela się je przynajmniej jednym wagonem ze ścianami poprzecznemi, lub z ładunkiem wyższym od ładunku na platformach z kołowrotem. Platformy z kołowrotem, połączone ze sobą rozworą lub ładunkiem, przewozi się tylko w końcu pociągu tuż przed końcowym wagonem hamulcowym (sygnałowym), przyczem ilość takich wagonów, jaką można doczepić do jednego pociągu, jest ograniczona w zależności od pochylenia danej linji.

Wagony specjalne do przewozu niezwykłych ciężarów przewozi się tylko niektóremi pociągami.

Materjały wybuchowe można przewozić tylko w wagonach krytych bez hamulców i zasadniczo tylko pociągami towarowemi, a gdzie takich niema, także mieszanemi. Ilość wagonów z takiemi materjami, którą można umieścić w jednym pociągu, jest ograniczona osobnemi przepisami. Wagony takie wstawia się jak najdalej od parowozów i nie wolno bezpośrednio przy nich umieszczać wagonu hamowanego.

Każdy pociąg winien mieć na końcu wagon hamulcowy z sygnałami oznaczającemi koniec pociągu; za tym wagonem wolno w razie potrzeby

doprząc tender lub najwyżej 2 osie przy wzniesieniach nad 10‰,
4 osie „ „ „ 5‰,
8 osi „ „ do 5‰,
jeżeli ostatni wagon nadaje się do umieszczenia sygnału końcowego.

Długość pociągu określa się ilością osi, przyjmując na oś pociągu towarowego 4,5 *m*; zależy ona od długości torów wjazdowych stacyjnych, od pochyleń i krzywizn toru oraz od prędkości. W pociągach o większych prędkościach dopuszcza się mniejszą ilość osi, aby przez zmniejszenie ciężaru pociągu ograniczyć jego żywą siłę. Ilość osi, dopuszczalna dla różnych kategoryj pociągów na pewnych odcinkach linji, podana jest w osobnych tabelach, dołączanych zwyczajnie do służbowych rozkładów jazdy.

Ważną rolę przy składaniu pociągu odgrywa jego ciężar, zależny od wytrzymałości sprzęgieł i siły pociągowej. Tabele, oznaczające ciężar pociągu, dopuszczalny dla różnych kategoryj parowozów, na danych odcinkach linji przy uwzględnieniu krzywizn i pochyleń toru, sporządza się według różnych zasad. Zasada t. zw. „jednostek ciężaru“ polega na tem, że każdy wagon zależnie od jego nośności i od rzeczywistego ładunku przedstawia pewną ilość jednostek, np. próżny wagon 10-tonnowy liczy się za jedną jednostkę, takiż wagon naładowany za trzy jednostki, a tabela wskazuje, ile jednostek można doczepić do danego parowozu na danym odcinku. Tabela dla ciężaru pociągu sporządza się także w ten sposób, że przyjąwszy jako ciężar średni osi obciążonej ładunkiem 5—7,5 *t*, określa się każdy wagon zależnie od jego nośności i od tego, czy jest próżny lub pełny, pewną oznaczoną ilością osi, niezależną od rzeczywistej ilości osi, np. wagon 10-tonnowy ładowny przedstawia dwie osie, takiż wagon 30-tonnowy sześć osi, ale wagon 10-tonnowy próżny tylko jedną oś. W ostatnich czasach sporządza się tabele dla dopuszczalnych obciążeń pociągów na zasadzie rzeczywistego ciężaru pociągu w tonnach. Przy obliczaniu ciężaru przyjmuje się rzeczywisty ciężar własny wagonu, z dodaniem ciężaru ładunku według wagi rzeczywistej lub wagi przeciętnej, przyjętej dla jednostki ładunku. Ilość osi hamowanych w pociągu zależy od spadków, prędkości pociągu i od długości drogi, na której pociąg winien się zatrzymać, od chwili dania sygnału do zatrzymania pociągu. Ilość hamulców czynnych, potrzebnych dla danego pociągu na danym szlaku, oznacza się na podstawie tabel, które albo podają, ile osi niehamowanych wypada na jedną oś hamowaną, albo też określają, jaki procent całego ciężaru pociągu winien spoczywać na osiach hamowanych.

Tabela w „Przepisach ruchu“ dla P.K.P. podaje dla kolei głównych procent hamowanego ciężaru dla spadków od 0 do 40‰ i dla prędkości do 60 *km*/godz. dla hamulców ręcznych, a do 115 *km*/godz. dla hamulców zespolonych, przyczem jako drogę hamowania przyjęto 700 *m*. Podane wartości odpowiadają wzorowi przyjętemu przez Związek kolei niemieckich:

$$C_h = \frac{K}{f}\left(\frac{x\,v^2}{l-b} - 0{,}1\,w + y\,s\right)$$

gdzie C_h % ciężaru hamowanego,

K spółczynnik = 1,3 dla hamulców zespolonych, a 1,5 dla ręcznych,

f spółczynnik tarcia klocków hamulcowych o obręcz koła,

v prędkość pociągu w *km*/godz.,

l droga hamowania,

b droga, jaką przebiega pociąg od chwili dania sygnału do hamowania, do chwili, w której hamulce zaczynają działać, a którą przyjmuje się 0,6 v dla hamulców zespolonych, a 3 v dla ręcznych,

w spółczynnik oporu na prostej poziomej,

s spadek w ‰,

x i y spółczynniki doświadczalne, zależne od prędkości pociągu i różne dla hamulców zespolonych i ręcznych.

Pociągi o prędkości ponad 60 *km*/godz. winny posiadać hamulec zespolony samoczynny; przy pociągach o prędkości ponad 80 *km*/godz. wszystkie osie powinny być zaopatrzone w hamulce.

Najmniejszy potrzebny ciężar hamowany oznacza się według największej prędkości dozwolonej dla danego pociągu na odnośnym szlaku i według największego pochylenia szlaku, jeżeli jednak największe pochylenie istnieje na długości mniejszej niż 1000 *m*, oznacza się ciężar hamowany według najw. pochylenia, jakie się uzyska na danym szlaku, łącząc dwa punkty odległe o 1000 *m*. Przy prędkościach mniejszych, aniżeli 15 *km*/godz. przyjmuje się ciężar hamowany taki jak przy prędkościach 15 *km*/godz.

Jako ciężar hamowany, przypadający na oś, liczy się przy hamulcach zespolonych tylko odnośną część ciężaru własnego wagonu, zaś przy hamulcach ręcznych odnośną część całego ciężaru (brutto) wagonu, z wyjątkiem wagonów czteroosiowych na wózkach zwrotnych (trukach), przy których liczy się:

dla wagonów osobowych połowę ciężaru wagonu bez względu na ilość osi hamowanych,

dla wagonów towarowych połowę ciężaru, jeżeli wszystkie osie są hamowane, a jedną trzecią ciężaru, jeżeli tylko dwie osie są hamowane.

Wagony hamowane rozmieszcza się w pociągu równomiernie, a jeżeli to niemożliwe, przeważnie w tylnej części pociągu.

Parowóz winien zasadniczo stać na czele pociągu, a parowóz z osobnym tendrem, kominem naprzód. Przy pociągach ratowniczych, lub dochodzących tylko do pewnego punktu między stacjami, oraz w warunkach nadzwyczajnych, gdy tego uniknąć nie można, umieszcza się parowóz w tyle pociągu. Do jednego pociągu można użyć najwyżej dwóch parowozów ciągnących i dwóch popychających. Z dwóch parowozów ciągnących jako pierwszy ustawia się parowóz zdolny do rozwinięcia większej prędkości.

Pociąg przygotowany do odjazdu winien być zaopatrzony w potrzebne przybory sygnałowe (chorągiewki, latarki, spłonki itp.); pociągi osobowe stosownie do pory dnia lub roku powinny być oświetlone, względnie i ogrzane. Na początku i końcu pociągu muszą być umieszczone przepisane sygnały.

Rozkład jazdy. Pociągi kursują:

1. Na zasadzie jednolitego rozkładu jazdy, jeżeli wszystkie pociągi biegną z jednakową prędkością w pewnych odstępach czasu, zależnych od wymagań ruchu. System używany na kolejach miejskich, podmiejskich, na których kursują pociągi jednej kategorji, także na kolejach głównych, które posiadają osobne tory dla ruchu podmiejskiego.

2. Na zasadzie dyspozycji z jednego miejsca. Dla pociągów osobowych regularnie kursujących istnieje rozkład jazdy; pociągi towarowe kursują bez rozkładu, w miarę potrzeby, a bieg ich reguluje się od stacji do stacji, podług wskazówek telefonicznych lub telegraficznych dyspozytora danego odcinka.

3. Na zasadzie ogólnego rozkładu jazdy, obejmującego pociągi różnych kategoryi, osobowe i towarowe, regularnie kursujące i dodatkowe, kursujące w miarę potrzeby. Pociągi nadzwyczajne kursują według rozkładów jazdy, sporządzonych osobno dla każdego wypadku, o czem powiadamia się odnośne urzędy kolejowe, o ile możności pisemnie, a w braku czasu telegraficznie.

Na rozkład jazdy wpływają potrzeby gospodarczo-społeczne danej okolicy, wymagania techniczne ruchu i charakter kolei (jedno-, dwu- lub więcejtorowa), ilość pociągów, jaką można pomieścić równocześnie na torach danej stacji, stan toru i taboru, krzywizny i spadki, od których zależy prędkość pociągów.

W poszczególnych państwach istnieją różne przepisy ograniczające największą prędkość pociągów. Najczęściej oznacza się dla każdej linji naj-

większą prędkość, której żaden pociąg przekroczyć nie może. Średnio kursują na kolejach głównych pociągi pośpieszne z prędkością 80—120 *km*/godz., osobowe 50—80 *km*/godz., towarowe 30—40 *km*/godz., towarowe pośpieszne 40—60 *km*/godz. Na kolejach podrzędnych prędkość pociągów nie przekracza 40 *km*/godz. przy stosowaniu hamulców zespolonych a 30 *km*/godz. przy hamulcach ręcznych.

Niezależnie od prędkości dozwolonej dla danego pociągu na danym odcinku musi być ta prędkość zmniejszona, jeżeli największa dopuszczalna prędkość parowozu jest mniejsza, aniżeli prędkość dozwolona dla danego rodzaju pociągu na danym odcinku. Dla pociągów hamowanych hamulcami ręcznemi prędkość nie może przekraczać 60 *km*/godz. Dla parowozów jadących tendrem naprzód prędkość nie może przekraczać 45 *km*/godz Pociągi z parowozem ciągnącym i parowozem popychającym mogą biec najwyżej z prędkością 50 *km*/godz., pociągi popychane bez parowozu ciągnącego tylko z prędkością 25 *km*/godz., a na linjach bez rogatek na przejazdach wpoziomie tylko 15 *km*/godz. Pociągi pośpieszne i osobowe mogą jechać przez zwrotnice zabezpieczone pod ostrze iglicy tylko z prędkością do 60 *km*/godz. w kierunku prostym, a do 40 *km*/godz. w odgałęzienie — przez zwrotnice niezabezpieczone pod ostrze iglicy w kierunku prostym z prędkością 40 *km*/godz., a w odgałęzieniu 30 *km*/godz. Największa prędkość dozwolona przy przejeździe przez zwrotnice pod ostrze iglicy dla wszystkich innych pociągów wynosi w kierunku prostym 25 *km*/godz., w odgałęzienie 15 *km*/godz. Przy jeździe przez zwrotnice z ostrza iglicy w kierunku prostym prędkość nie podlega zmniejszeniu, przy jeździe z odgałęzienia zmniejsza się prędkość dla pociągów osobowych i pośpiesznych do 40 *km*/godz., dla innych do 25 *km*/godz.

Podstawą dla sporządzenia rozkładu jazdy jest prędkość zasadnicza, to jest prędkość dozwolona dla danego pociągu na danym szlaku prostym i poziomym. Prędkość ta ulega zmniejszeniu w łukach i na wzniesieniach. Przy obliczeniu czasu jazdy należy to zmniejszenie prędkości uwzględnić, lub użyć do obliczenia czasu jazdy długości zastępczej (wirtualnej). Również uwzględnić trzeba stratę czasu na rozpęd i zatrzymanie pociągu, względnie na zwolnienie biegu na stacji przebieganej bez zatrzymania się.

Czas jazdy da się przeto określić wzorem ogólnym

$$T = \sum \frac{l}{v} 60 + t,$$

gdzie T oznacza czas potrzebny na przebycie drogi od jednej stacji do drugiej w minutach, l długość odcinków drogi w *km*, przebieganych prędkościami v w *km*/godzinę, a t stratę czasu w minutach na rozpęd i zatrzymanie wzgl. zwolnienie biegu. Straty t zależą od rodzaju budowy parowozu, prędkości, ciężaru pociągu i profilu toru; średnio wynosi strata czasu na rozpęd i zatrzymanie: dla pociągów towarowych 2—3 minuty, dla pociągów osobowych 1—2 minut. Strata czasu na zwolnienie biegu przy przejeździe przez stację bez zatrzymania wynosi średnio 1 minutę dla pociągów towarowych, a $^1/_2$ minuty dla osobowych.

Przy układaniu rozkładu jazdy uwzględnia się w pierwszym rzędzie pociągi kurjerskie światowe, następnie inne pociągi kurjerskie, pociągi osobowe dalekobieżne, pociągi lokalne, wreszcie towarowe pośpieszne i towarowe. Przyjazd i odjazd pociągów dalekobieżnych w wielkich środowiskach władz, przemysłu i handlu winien o ile możności przypadać niezbyt wcześnie rano i niezbyt późno w nocy. Rozkład jazdy dla pociągów osobowych winien podróżnym ze stacyj, na których się pociągi pośpieszne nie zatrzymują, umożliwić przejście do pociągu pośpiesznego w najbliższych stacjach znaczniejszych, względnie węzłowych, w których pociągi pośpieszne zatrzymują się. Pociągi lokalne winny umożliwić komunikację z większemi miastami sąsiedniemi w ten sposób, by podróżni mogli rano na czas zdążyć

do urzędów, szkół, fabryk, na targi itp. i w popołudniowych godzinach po zakończeniu swych czynności powrócić do domów.

Przy pociągach towarowych ważną rolę odgrywa wzgląd na szybki obrót wagonami. Zależnie więc od stosunków przewozowych na danej linji, będą tylko niektóre pociągi zbierać wagony ze stacyj mniejszych, które następnie na stacjach znaczniejszych dołączane będą do pociągów towarowych dalekobieżnych.

Pociągi dla ruchu światowego ustala się na konferencjach międzynarodowych.

Rozróżnia się rozkłady jazdy dla publiczności i dla celów służbowych. Pierwsze sporządza się w formie plakatów i książek, w których podaje się tylko rozkład pociągów służących do przewozu osób, oznaczając czasy przyjazdów i odjazdów dla poszczególnych stacyj, w których się pociągi zatrzymują, odległości stacyj, klasy znajdujące się w pociągu, kursy wagonów sypialnych i jadalnych, oraz wagonów przechodzących na linje sąsiednie itp.

Dla celów służbowych sporządza się rozkłady jazdy książkowe i wykresy jazd. Pierwsze zawierają rozkłady jazdy dla każdego pociągu osobno z podaniem dla każdej stacji czasu przyjazdu, postoju i odjazdu, nadto zawierają numery pociągów, które dany pociąg spotyka, zwyczajny i najkrótszy czas jazdy, procent ciężaru hamowanego, dozwolony ciężar pociągu zależnie od kategorji użytego parowozu itp. wskazówki.

Wykres jazd, na którym odcięte przedstawiają czasy, a rzędne odległości, daje wyraźny obraz biegu pociągów, ich postojów i położenia tras pociągów względem siebie. Pociągi różnych kategoryj wyróżniają się przez grubsze lub cieńsze, pełne lub kreskowane linje. Oprócz oznaczenia nazw stacyj i ich odległości, czasów przyjazdu i odjazdu, oraz numerów pociągów, zawierają wykresy różne inne dane jak największe spadki, najostrzejsze łuki, stacje wodne itp.

Oprócz tego sporządza się dla stacji i dla zwrotniczych rozkłady jazd według kolejności pociągów przyjeżdżających i odjeżdżających z oznaczeniem torów, na które wjeżdżają normalnie dane pociągi. Rozkłady jazdy dla dróżników i blokowych na szlaku zawierają czasy odjazdu i przyjazdu pociągów na obu sąsiednich stacjach.

Wyprawianie pociągów. Bezpieczeństwo ruchu wymaga ciągłego czuwania nad biegiem pociągów. W tym celu personel odnośny musi być powiadomiony o każdym pociągu, który ma kursować. Rozkład jazdy powiadamia personel o pociągach stale kursujących. Zapowiedzenie pociągów dodatkowych lub nadzwyczajnych odbywa się przy pomocy telegrafu lub telefonu, pisemnie, sygnałami dzwonkowemi i sygnałami na pociągach.

Pociągi stałe zajeżdżają zasadniczo na stale oznaczone tory, o czem powiadamia się maszynistów, konduktorów, zwrotniczych i inny odnośny personel stacyjny. Wjazd pociągu stałego na inny tor może się odbyć tylko na rozkaz dyżurnego, który powinien o tem zawiadomić wszystkich interesowanych pracowników. Droga wjazdu lub wyjazdu pociągu winna być tak zabezpieczona, aby wykluczone było spotkanie się na tej drodze z innym pociągiem lub taborem przetaczanym.

Wszystkie zwrotnice, przez które pociąg przejeżdża, winny być ustawione należycie i zabezpieczone w danem położeniu. Sygnały wjazdowe i tarcze ostrzegawcze normalnie winny być ustawione pierwsze na „stój“, drugie na „zwolnić bieg“. W położenie zezwalające na wjazd pociągu należy je ustawić dopiero wtedy, gdy się oczekuje pociągu i gdy wjazdowi jego nie grozi żadne niebezpieczeństwo.

Równoczesny wjazd albo wyjazd, oraz równoczesny wjazd i wyjazd pociągów na stację jest dopuszczalny tylko wtedy, jeżeli urządzenia stacyjne wykluczają spotkanie się pociągów.

Pociąg zatrzymujący się na stacji winien być tak ustawiony (między ukresami), aby nie przeszkadzał ruchowi innych pociągów, a przy pociągach osobowych należy uważać, aby wjazd względnie wyjazd pociągów nie zagrażał bezpieczeństwu podróżnych

Odjazd pociągu ze stacji nie może nastąpić przed czasem przewidzianym w rozkładzie jazdy. Na niektórych kolejach dozwolony jest wcześniejszy odjazd pociągów towarowych o pewien oznaczony (10—20 minut) czas i pod pewnemi warunkami. Odjazd pociągu może nastąpić tylko za zezwoleniem dyżurnego ruchu.

Pociągi kursują albo w odstępach czasu, albo w odstępach drogi. W pierwszym przypadku pociąg biegnie za poprzednim po upływie pewnego czasu 5—10 minut; wcześniej nadjeżdżający pociąg zatrzymuje się zapomocą sygnałów. W drugim przypadku przyjmuje się za zasadę, że na pewnym odcinku szlaku może się znajdować tylko jeden pociąg. Pociąg nadjeżdżający nie może tak długo wjechać w dany odcinek, póki pociąg poprzedni go nie opuści. Jako takie odstępy drogi przyjmuje się dla linij o słabym ruchu odstępy między stacjami; na linjach o ruchu wzmożonym dzieli się odstępy między stacjami na pewną ilość odcinków, chronionych sygnałami.

W zasadzie nie można wyprawić pociągu ze stacji na szlak, lub przepuścić pociągu przez posterunek odcinka, dopóki nie zostało stwierdzone, że pociąg poprzedni przybył do stacji sąsiedniej, lub przeszedł przez posterunek sąsiedni. Na linji jednotorowej musi być nadto stwierdzone przez porozumienie się obu stacyj, że droga dla danego pociągu jest wolna, to jest, że na linji nie znajduje się pociąg zdążający w przeciwnym kierunku i że takiego pociągu stacja przed przybyciem pociągu zapowiedzianego nie wypuści. Porozumienie między stacjami odbywa się telegraficznie lub telefonicznie z zachowaniem odnośnych przepisów, których celem jest osiągnięcie możliwej pewności, że odnośne dyspozycje pochodzą od osób do tego upoważnionych i że zostały należycie zrozumiane. Na linjach jednotorowych należy przed wyprawieniem pociągu ze stacji zapytać stację sąsiednią, położoną w kierunku jazdy pociągu o wolną drogę, a po otrzymaniu odpowiedzi twierdzącej i wyprawieniu pociągu, zawiadomić o czasie odejścia pociągu. Na linjach dwutorowych, na których pociągi każdego kierunku kursują na oddzielnych torach, wystarczy zawiadomić o odejściu pociągu. Stacja, na którą pociąg przybył, zawiadamia stację sąsiednią, która pociąg wypuściła, o przybyciu pociągu. Na linjach z dzwonkami sygnałowemi daje się przed odejściem pociągu odpowiedni sygnał dzwonkowy. Na linjach, na których szlak między stacjami podzielono na odcinki obsługiwane przez posterunki, pociąg można wyprawić, gdy pociąg poprzedni, wyprawiony w tym samym kierunku, przejechał dany odcinek, o czem posterunek powiadamia sąsiedni posterunek wstecz położony względnie stację telefonicznie a na linjach blokowanych, aparatem blokowym. Takie zawiadomienie, o przejściu pociągu w następny odcinek może nastąpić dopiero wtedy, gdy pociąg przejechał dany odcinek w zupełności i gdy odnośny sygnał posterunkowy ustawiono na „stój“.

Bez poprzedniego porozumienia się ze stacjami można wyprawiać pociągi tylko wtedy, jeżeli na danej linji do przewozu wszystkich pociągów w obu kierunkach służy jeden parowóz lub jeżeli wszystkie pociągi w obu kierunkach konwojuje ten sam przewodnik, bez którego pociąg nie może wyjechać na szlak.

Przy spóźnieniach pociągów i przełożeniu krzyżowania lub wyprzedzenia pociągów do stacyj innych, aniżeli to jest przewidziane w rozkładzie jazdy, zawiadamia się o tem pisemnie personel pociągowy. To samo uczynić trzeba, jeżeli stan toru lub inne okoliczności wymagają szczególnej uwagi personelu pociągowego. Przy pociągach kursujących bez rozkładu jazdy i bez zapowiedzenia (np. pociągi ratownicze), lub jeżeli z powodu przeszkód techni-

cznych nie można osiągnąć porozumienia między stacjami, względnie posterunkami, jazdy pociągów muszą się odbywać nadto tak ostrożnie, aby pociąg można przed ewentualną przeszkodą zatrzymać.

Jazda na szlaku. Nadkonduktor jest kierownikiem drużyny pociągowej, wydaje potrzebne zarządzenia podczas jazdy lub podczas zatrzymania pociągu na szlaku i prowadzi dziennik jazdy, w którym zapisuje się skład drużyny pociągowej, parowozy i wagony, rzeczywiste czasy jazdy i postojów, zapełnienie pociągów osobowych, ciężar pociągu, ciężar hamowany, przyczyny opóźnienia i postojów nieprzewidzianych i wszelkie nadzwyczajne wydarzenia. Przy pociągach roboczych służbę nadkonduktora może pełnić nadzorca szlaku, przy parowozach luzem biegnących maszynista pierwszego parowozu.

Podczas jazdy drużyna pociągowa winna zwracać uwagę na wszystko, co mogłoby zagrażać bezpieczeństwu pociągu i baczyć na ustawienie sygnałów stałych, oraz na dawane sygnały ręczne. Przy pociągach hamowanych ręcznie konduktorzy powinni znajdować się w pobliżu hamulców przydzielonych im do obsługi i uważać na dawane przez maszynistę sygnały. W razie zauważenia niebezpieczeństwa należy pociąg zatrzymać i, jeżeli dalsza jazda nie może nastąpić w przeciągu 5 minut, należy go chronić sygnałami.

W wypadku cofania pociągu wysyła się przed pociągiem pracownika z sygnałami na odległość hamowania (700 *m* na kolejach głównych, a 400 *m* na podrzędnych) aż do miejsca, z którego można porozumieć się ze stacją i upewnić się, że cofającemu się pociągowi nie zagraża żadne niebezpieczeństwo.

Przy użyciu dwóch parowozów na czele pociągu maszynista pierwszego parowozu reguluje jazdę i daje potrzebne sygnały. Parowóz popychający powinien być spięty z pociągiem, z wyjątkiem, jeżeli popychanie ma się odbywać tylko do pewnego punktu na szlaku lub do stacji, na której pociąg popychany nie zatrzymuje się. Popychanie odbywa się tylko na wzniesieniach; na poziomie lub na spadkach parowóz popychający wykonywa tylko pracę konieczną do utrzymania ruchu własnego.

Drezyny lub wózki robocze mogą kursować tylko pod kierunkiem odpowiedzialnego pracownika, obznajomionego z ruchem pociągów, a do obsługi musi być tylu ludzi, aby je można szybko z toru usunąć. Wyjazd ze stacji następuje za zezwoleniem dyżurnego ruchu. Na szlaku można rozpocząć jazdę dopiero po otrzymaniu na to zezwolenia telefonicznego ze stacji, a gdy porozumienie takie niemożliwe, dopiero po poinformowaniu się u najbliższego dróżnika o ruchu pociągów.

Dla wózków bez hamulca dopuszcza się prędkość jazdy 10 *km*/godz., z hamulcem 15 *km*/godz. Na szlakach o spadkach ponad 8‰ wózki muszą posiadać hamulce. Dla drezyn ręcznych i rowerów szynowych dozwolona prędkość 30 *km*/godz, a dla drezyn motorowych 45 *km*/godz. Na 10 minut przed nadejściem pociągu usuwa się drezynę, względnie wózki z toru.

Drezyny motorowe o wadze ponad 300—550 *kg*, jeżeli nie mają urządzenia, ułatwiającego usunięcie ich z toru i conajmniej dwóch pracowników (łącznie z motorowym) do obsługi, a drezyny o wadze ponad 550 *kg* bezwzględnie zawsze podlegają przepisom dla pociągów.

Po skończonej jeździe usuwa się wózki lub drezyny z toru i przechowuje pod zamknięciem lub pod dozorem w ten sposób, aby nikt do tego nieupoważniony nie mógł ich ustawić na torze.

Zadania służby drogowej odnośnie do ruchu pociągów. Służba drogowa sprawuje obok utrzymania toru i urządzeń kolejowych w należytym stanie także dozór nad torem i czuwa, aby ruch pociągów na szlaku mógł się odbywać bez przeszkód. Wszelkie roboty około utrzymania kolei uskuteczna się tak, aby nie przeszkadzały ruchowi pociągów i nie narażały

bezpieczeństwa pociągów. Z wyjątkiem robót znaczniejszych, dla których dokonania musi być tor dla przejazdu pociągów zamknięty, roboty wykonywa się w przerwach między pociągami i w razie potrzeby odnośne części szlaku osłania się odpowiedniemi sygnałami („stać", „zwolnić bieg"). Dróżnicy czuwają, aby skrajnia przepisana dla toru była zawsze zachowana, w oznaczonych porach obchodzą szlak, uważając, czy tor znajduje się w należytym stanie. Przejazdy w poziomie, opatrzone w rogatki zamyka się na 3 minuty przed nadejściem pociągu. Zwyczajnie służba obchodowa jest od służby przejazdowej oddzielona. Podczas przejazdu pociągu dróżnicy uważają, czy na samym pociągu niema czegoś, co zagrażałoby pociągowi (tlejąca oś, tlejący wagon, ładunek rozluźniony, brak sygnałów właściwych na przodzie pociągu itp.), czy pociąg bieży po właściwym torze.

Miejsca na szlaku uszkodzone osłaniają dróżnicy sygnałami „zwolnić bieg" lub „stój", zależnie od stopnia uszkodzenia. Gdy pociągowi zagraża jakiekolwiek niebezpieczeństwo, należy pociąg zatrzymać zapomocą sygnałów ręcznych.

Koleje trzeciorzędne i wąskotorowe. Zasada: jak najmniejsze koszta ruchu. Ze względu na stosowane mniejsze prędkości dopuszczone różne ulgi. Na stacjach mniejszych niema dyżurnych ruchu, nadkonduktor wyprawia pociągi po porozumieniu się telefonicznem z sąsiedniemi stacjami. Pociągi krótsze. Prędkość nie przekracza w regule 30 *km*/godz. na kolejach normalnotorowych i o szerokości toru 1000 *mm*; na kolejach o szerokości toru 750—1000 *mm* dopuszcza się największą prędkość do 25 *km*/godz., a dla toru 600—750 *mm* do 20 *km*/godz.

Na kolejach z własnem podtorzem (torowiskiem) i przy zastosowaniu hamulców zespolonych dozwala się: 40 *km*/godz. dla kolei normalnotorowych i o szerokości toru 1000 *mm*, 35 *km*/godz. dla szerokości toru 750—1000 *mm* i 30 *km*/godz. dla toru 600—750 *mm*. Na większych pochyleniach i w ostrych krzywiznach prędkości te podlegają odpowiednim ograniczeniom. Drogę hamowania przyjmuje się krótszą. (Tabele procentów ciężaru hamowanego umieszczone w przepisach ruchu P. K. P. sporządzone według wzoru podanego dla kolei głównych, jednak dla drogi hamowania 400 *m*).

Wobec stosowania prędkości nie przekraczających 40 *km*/godz. ustawienie parowozu tendrem naprzód nie powoduje zmniejszenia prędkości.

Obchody linji celem jej dozorowania odbywają się rzadziej niż na kolejach głównych i drugorzędnych, przejazdy w poziomie zasadniczo pozostają otwarte, opatrzone jedynie tablicami ostrzegawczemi. Tylko przejazdy dla dróg silnie uczęszczanych, lub jeżeli pociąg nie jest widoczny z daleka, są zamykane rogatkami lub strzeżone.

Budowa i utrzymanie toru.

Tor kolejowy składa się z szyn, służących do bezpośredniego dźwigania i prowadzenia kół pojazdów, z podkładów, pośredniczących w przenoszeniu obciążeń na fundament toru i ustalających wzajemne położenie obu toków, z łączników, służących do wiązania szyn między sobą i z podkładami, i z podłoża żwirowego, t. zw. żwirówki, stanowiącego fundament toru i służącego do możliwie jednostajnego rozkładu ciśnień na podtorze. Nawierzchnię, ułożoną na podkładach drewnianych, zwiemy drewnianą, a na żelaznych żelazną. Podkłady układamy jako belki poprzeczne, prostopadłe do osi toru (nawierzchnia poprzeczna), albo podpieramy szyny belkami podłużnemi (nawierzchnia podłużna), lub wreszcie obydwa toki

podpieramy osobnemi klockami (nawierzchnia na podporach odosobnionych). W powszechnem użyciu obecnie nawierzchnia poprzeczna.

I. Szyna.

Materjał. Prawie wyłącznie stosowana stal zlewna.

Badania mechaniczne materjału szyny: rozciąganie, ściskanie, zginanie i uderzenie.

Do prób na rozciąganie wycina się z główki szyny pręt okrągły dł. 200 *mm*, $d = 20$ *mm*. Wymagana wytrzymałość na ciągnienie w Niemczech, Austrji i Szwajcarji 60—70 kg/mm^2 przy równoczesnem zwężeniu przekroju 12%; we Francji dla szyn stołeczkowych 75—85 kg/mm^2 i ciągliwości 10—8%, dla szerokostopowych 60—75 kg/mm^2 i 15—12%, w Anglji 63—79 kg/mm^2. Miejsce przerwania musi wykazywać jednolitą, gęstą strukturę.

Próby na ściskanie. W główkę szyny wgniata się kulkę stalową o średnicy 19 *mm* pod ciśnieniem 50.000 *kg*, głębokość wgniecenia powinna wynosić 3,0—5,5 *mm*.

Próby obciążenia. Poddaje się obciążeniu kawałek szyny o rozpiętości podporowej 1,0 *m*, który powinien udźwignąć 17.000—25.000 *kg* bez widocznego odkształcenia trwałego, a 30.000—50.000 *kg* bez pęknięcia i złamania.

Próby na uderzenie. Kawałki szyny o długości 1300 *mm* układa się na podporach odległych o 1000 *mm* i uderza się w nie babą o takim ciężarze i takiej wysokości spadku, aby praca uderzenia wynosiła od 1200 do 3000 *kgm* zależnie od wysokości i ciężaru szyny, tak długo, aż próbny kawałek osiągnie bez pęknięcia i złamania żądane wygięcie (zw. $^{11}/_{13}$ wysokości szyny).

Nadto próby chemiczne i badania mikroskopowe struktury.

Zw. wybiera się do tych prób jednę na każdych 200 szyn. Badania przepisanych wymiarów i szczegółowe oględziny na każdej szynie. Dozwolone odchyłki od przepisanych wymiarów: 0,5 *mm* dla wysokości, szerokości główki i grubości ścianki, do 1,0 *mm* dla szerokości stopki, a 0,02% dla długości szyny. Przy przewozie, ładowaniu, wyładowaniu i układaniu szyn w torze należy chronić je przed uderzeniami, gdyż powstać mogą niedostrzegalne rysy, prowadzące do pękania szyn pod wpływem ruchu. Z tych samych powodów dziury na śruby stykowe wiercić, nie wyciskać.

Długość szyn. Większe długości szyn zmniejszają ilość styków i łączników i zwiększają stałość ułożenia toru, ale utrudniają manipulację przy układaniu i transporcie, zwiększają straty w razie pęknięcia szyny i wymagają szerokich szpar stykowych. Potrzebną wielkość δ szpary stykowej dla szyn o długości l metrów określa wzór:

$$\delta^{mm} = 0{,}011 \cdot l^m (t_{max} - t_{min})$$

Dla $t_{max} = 60°$ C, zaś $t_{min} = -30°$ C otrzymamy w przybliżeniu

$$\delta^{mm} = l^m$$

Dla tunelów, w których wahania temperatury wynoszą 30—35° C

$$\delta^{mm} = 0{,}4\ l^m$$

Przyjmując max $\delta = 20$ *mm* i chcąc przy najwyższej temperaturze zachować szparę 4—5 *mm*, otrzymamy dla naszych stosunków najw. długość szyny 15—16 *m* (nowsze typy szyn). W krytych halach i w tunelach, gdzie wahania temperatury mniejsze, stosowane są długości 18, nawet 20 *m*. N. Z. określają najmn. długość szyn na 9 *m* i zalecają długości do 20 *m*.

Szyny skrócone. Celem dochowania prostopadłego układu styków w torach łukowych, potrzebne są w toku wewnętrznym obok szyn normalnej

długości, układanych w toku zewnętrznym, szyny nieco krótsze. Skrócenie toku wewn. w porównaniu z zewnętrznym dla długości szyny normalnej l promienia łuku R i szerokości toru s (między środkami szyn)

$$\triangle = \frac{s\,l}{R}$$

Jeśli różnica między długością szyny normalnej i skróconej λ, to

$$n = \frac{\lambda}{\triangle} = \frac{\lambda\,R}{s\,l}$$

czyli: na każde n szyn toku zewnętrznego ma być w toku wewnętrznym jedna szyna skrócona; np. dla $R = 1200\ m$, $\lambda = 5\ cm$ i $l = 12\ m$ otrzymamy $n = \frac{10}{3}$, a więc na 10 szyn toku zewnętrznego wypada w toku wewnętrznym 7 szyn normalnych i 3 skrócone.

Wchodząc z prostej do łuku, układamy w toku wewnętrznym szyny normalne tak długo, aż odchyłka styku wprzód od prostopadłej wyniesie

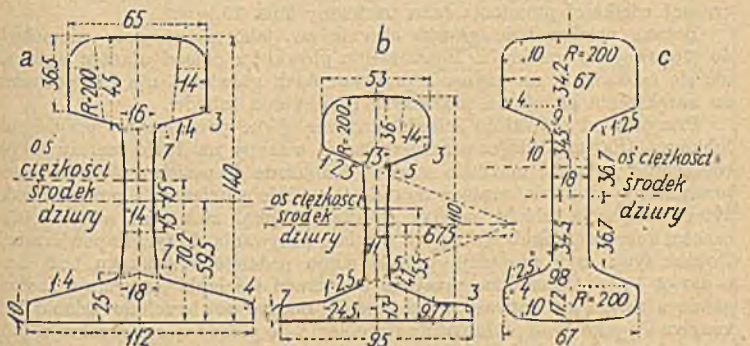


Fig. 172.

$\frac{1}{2}\lambda$. Wkładając szynę skróconą, cofamy styk o $\frac{1}{2}\lambda$ od prostopadłej wstecz, poczem znów następują szyny normalne itd.

Przy długich szynach uż. 2—3 wymiarów skróceń, i stosujemy je odpowiednio do wielkości promieni łuków, aby nie mieć zbyt wielkiej ilości szyn skróconych.

Przy zamawianiu szyn w fabryce podać potrzebną ilość szyn skróconych i wielkość pożądanych skróceń. Szyny takie znaczy się odpowiednio dla odróżnienia od normalnych.

Kształt przekroju szyny. Używane dwa typy: szyna szerokostopowa (fig. 172 *a* i *b*) i szyna stołeczkowa (fig. 172 *c*). Pierwszy typ, używany na kontynencie Europy i Ameryki, z wyjątkiem Anglji i częściowo Francji, gdzie używana szyna stołeczkowa.

Kształt szyny zależy od względów statycznych, względów ruchu i łatwości wyrobu. Potrzeba wielkiego momentu bezwładności powoduje silną główkę i stopkę, połączone cienką ścianką. Oś obojętna przekroju powinna połowić wysokość szyny, aby naprężenia w główce i w stopce były jednakowe. Ilość materjału nad i pod osią powinna być jednakowa, gdyż wówczas walcowanie odbywa się prawidłowo, materjał otrzymuje równomierną gęstość i niema szkodliwych naprężeń skutkiem nierównomiernego stygnięcia. Ze względu na zużywanie się główki pod wpływem ruchu dajemy szynie nadmiar przekroju główki wobec stopki; nowsze typy szyn kolei europejskich wykazują ten stosunek około 1,3, zaś kolei amerykańskich 1,1.

Obecnie robi się główki niskie i szerokie. Szerokie główki zmniejszają wzajemne zużywanie się szyn i obręczy kół i umożliwiają uzyskanie szerokich powierzchni zetknięcia szyny i łubka. Stosunek szerokości główki b do jej wysokości h dochodzi przy nowszych typach do 1,7, przyczem $b =$ 51 do 72 *mm*. N. Z. określają najmn. b główki szyny kolei głównych na 57 *mm* i zalecają wymiar większy.

Odpowiedni stosunek szerokości stopki do wysokości szyny wynosi 0,8—0,9 i taki stosunek wykazują nowsze typy szyn europejskich; w Ameryce stosunek ten zbliża się do 1,0. Górnej powierzchni główki nadajemy pewną nieznaczną wypukłość łukiem $r = 200—300$ *mm* ze względu na łatwość walcowania i na lepsze przyleganie obręczy kół nieco zużytych. Przejście od górnej do bocznej powierzchni główki ma wybitne znaczenie ze względu na wzajemne zużywanie się stykających się elementów koła i szyny, ze względu na dochowanie potrzebnej gry między rąbkami kół i szynami i na bezpieczeństwo jazdy. Ważna jest wielkość promienia wyokrąglenia i odpowiedni stosunek tego promienia do promienia pachwiny koła. N. Z. ustalają w sposób obowiązujący wielkość tego promienia na 14 *mm*, przy równoczesnej wielkości promienia łuku pachwiny koła 15 *mm*.

Boczne powierzchnie główki obecnie zw. jako płaszczyzny równoległe do pionowej osi przekroju. Rozszerzanie główki ku dołowi ułatwia wytoczenie się rąbka koła na szynę, a przy szerokich główkach nie jest potrzebne do zwiększenia szerokości płaszczyzn przylegania łubków.

Przejścia od główki do ścianki stanowią górne powierzchnie przylegania łubków. Dla należytego przenoszenia sił z szyny na łubki należy te powierzchnie wykonać możliwie szerokie i zbliżone do poziomu. Przeciw temu przemawiają trudności walcowania główek silnie podciętych i potrzeba należytego rozparcia łubków między główką i stopką, zwłaszcza wobec konieczności dokręcania śrub stykowych w miarę zużywania się tychże powierzchni. Nowsze typy szyn posiadają główki silnie podcięte w stosunku 1 : 3, 1 : 4 a nawet 1 : 5. Obustronne przejścia do główki i ścianki otrzymują zaokrąglenie z uwagi na łatwość walcowania. Boczne powierzchnie ścianki wykonywa się jako dwie płaszczyzny równoległe do pionowej osi przekroju, albo przy większych grubościach ścianki, celem oszczędności na materjale, ułatwienia walcowania i zmniejszenia grubości w miejscu, gdzie znajdują się otwory na śruby stykowe, jako powierzchnie wklęsłe, złożone z trzech płaszczyzn, lub zatoczone łukiem kołowym o dużym promieniu. Grubość ścianki szyn kolei głównych ze względów konstrukcyjnych i z uwagi na proces walcowania 12—15 *mm*, dla kolei lokalnych 9—12 *mm*.

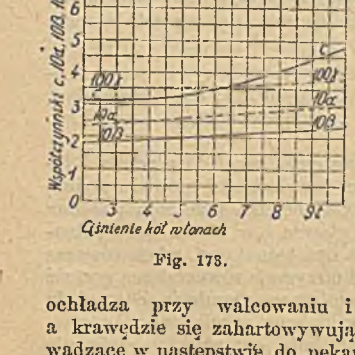


Fig. 173.

Przejścia od ścianki do stopki są symetryczne do powierzchni górnych. W dalszym ciągu górnej powierzchni stopki przedłużamy powierzchnie przylegania aż do krawędzi, jeśli grubość stopki na krawędzi jest dostateczna; w przeciwnym razie odchylamy je ku górze łukiem. Grubość stopki nie powinna schodzić poniżej pewnej granicy w porównaniu z główką, gdyż w przeciwnym razie główka znacznie wolniej się ochładza przy walcowaniu i powstają w stopce szkodliwe naprężenia, a krawędzie się zahartowywują i tworzą się w nich drobniutkie rysy, prowadzące w następstwie do pękania szyny. Krawędzie stopki nie powinny być słabsze niż 7—8 *mm*.

Fig. 174.

Tablica 1. Wymiary przekrojów szyn.

Typ szyny	Zarząd kolejowy	h	h_1	h_2	b	b_1	g	r_1	r_2	d	n	Pow. przekroju	Moment bezwładn. J_x	Ciężar 1 m b.	Nacisk koła	Odstęp podkładów	Dozwolone zużycie
		milimetrów										cm^2	cm^4	kg	t	cm	mm
Szerokostopowa	Kolej Paryż—Lyon—Morze Śródziemne z r. 1889	142	55	29	130	66	14	300	8	10,3	2	60,1	1585	47,0	9	85	—
	Belgijskie koleje państwowe z r. 1886	145	49	23,5	135	72	17	200	15	10	5	66,25	1707	52	9	80	—
	Szwajcarskie koleje związkowe z r. 1902	145	45	25	125	65	14	250	14	9,4	4	—	1623	45,9	—	75	—
	Austr. koleje państwowe. Syst. A (fig. 172 *a*)	140	45	24	112	68	14	200	14	10	4	56,6	1442	44,2	8	81	10
	Austr. koleje państw. Syst. XXIV a (fig. 172 *b*)	110	36	20	95	53	11	200	14	7	2,5	—	—	26,0	—	—	—
	Pruskie koleje państw. Nr. 15 *c*	144	43,5	24,5	110	72	14	225	14	10,75	4	57,4	1583	45,0	9	60	—
	Kolej Centralna Ilinois z r. 1897	146	43,3	24,7	146	69,8	14,4	305	8	8	4,3	—	—	49,8	—	—	—
	Niemieckie koleje państw. Nowe typy jednolite typ I	136	41,5	24,5	125	60	12	200	14	9,5	3	49,61	1273	38,9	8	—	—
	typ II	142	46	26	125	67	13	200	14	10	3	58,13	1540	45,6	10	—	—
	typ III	148	50,5	27,5	125	67	14	200	14	10,5	3	62,97	1800	49,4	12,5	—	—
Stołeczkowa	Francuska kolej zachodnia	142	53,25	41,25	62	62	18	—	—	—	2	—	1264	44,0	—	83,4	—
	Angielska kolej południowa	148	56	35	72	72	21	148	—	—	2,14	63,5	1490	49,8	—	80,8	—
	Austr. koleje państwowe, Syst. I a (fig. 172 *c*)	140	47,6	30,6	67	67	18	200	10	—	2,5	53,6	1190	42,0	8	81	10

Przekrój szyny stołeczkowej zbudowany jest podług tych samych prawideł. Główka j. w.; ścianka grubsza (do 21 *mm*), gdyż ma stawiać dodatkowy opór naciskowi klina. Dolna główka, zastępująca stopkę, nie narażona na zużycie, posiada zw. mniejszą wysokość niż główka górna. Ze względu na symetryczność łubków są obie główki równo szerokie.

Ciężar szyny zależy od wielkości przekroju, a więc od wielkości obciążeń. Dla obciążeń, zachodzących na kolejach głównych, ciężar szyn $g = 32—35$ *kg/m* b. Obecnie istnieje dążność do zwiększenia ciężaru szyn, przeznaczonych dla linij o ciężkim i szybkim ruchu. Ze wzrostem długości i ciężaru szyny zwiększa się stałość toru, więc zmniejsza się ugięcie, osiadanie podkładów i naprężenia w łącznikach, a więc ułatwia się utrzymanie toru i zmniejsza się jego koszta. Nowsze typy szyn kolei głównych pierwszorzędnych dochodzą do 45 *kg/m* b. i wyżej. Dla kolei lokalnych $g = 24—32$ *kg/m* b., dla wąskotorowych jeszcze mniej.

W przybliżeniu dla wysokości szyny h^{cm}:

$$F = \alpha h^2 \qquad G = \beta h^2 \qquad J = \gamma h^4 \qquad W = \delta h^3.$$

Odpowiednia wysokość szyny wynosi $h^{cm} = \sqrt[3]{c\,P\,a}$, jeśli P = największy nacisk koła w tonnach, zaś a największy odstęp podkładów w centymetrach.

Wartość spółczynników α, β, γ, δ i c dla rozmaitych obciążeń koła por. fig. 173.

Tablica 1 zawiera wymiary niektórych przekrojów szyn szerokostopowych i stołeczkowych. (Oznaczenie wymiarów por. fig. 174.)

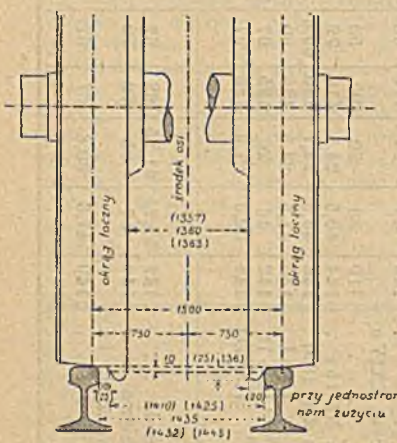


Fig. 175.

Ułożenie osi pojazdu w torze prostym. Wymiary osi pojazdu muszą być dobrane odpowiednio do szerokości toru, aby ruch pojazdów był możliwie spokojny i zużywanie się stykających się elementów koła i szyny jak najmniejsze.

N. Z. określają te stosunki fig. 175 i nast. regułami:

Szerokość toru w prostych, mierzona między wewnętrznemi krawędziami szyn w wysokości 14 *mm* poniżej górnej krawędzi szyny, musi wynosić 1435 *mm*.

Jako skutek ruchu dozwolone jest zwiększenie powyższego wymiaru o 10 *mm* lub zmniejszenie o 3 *mm*. Najmniejsza dopuszczalna szerokość toru w prostych może wynosić więc 1432 *mm*, a największa 1445 *mm*.

Okrąg toczny jest kołem, powstającem przez przecięcie obręczy płaszczyzną pionową w odstępie 750 *mm* od środka osi.

Odstęp obręczy kół w prześwicie musi wynosić 1360 *mm*. Dopuszczalne odchyłki $+ 3$ *mm*.

Wysokość rąbka koła, mierzona od okręgu tocznego, musi wynosić conajmniej 25 *mm*, a przy największem zużyciu obręczy nie ponad 36 *mm*.

Przy nierównomiernem zużyciu obydwu rąbków jednej osi musi grubość najsilniej zużytego rąbka, mierzona 10 *mm* poniżej okręgu tocznego, wynosić conajmniej 20 *mm*.

W torze o szerokości 1435 *mm* może gra rąbków po przysunięciu osi do jednego z toków, mierzona 10 *mm* poniżej okręgu tocznego, wynosić co-

najmniej 10 *mm*, a przy najw. zużyciu rąbków nie ponad 25 *mm*. Stosownie do tego musi odstęp wewn. krawędzi rąbków, mierzony 10 *mm* poniżej okręgu tocznego wynosić nie ponad 1425 *mm* i nie poniżej 1410 *mm*.

II. Podkład poprzeczny drewniany.

Materjał. Używamy najtwardszych gatunków drzewa, jakie posiada okolica. Najlepszym materjałem u nas jest dębina. Podkłady dębowe wytrzymują dobrze nacisk szyny, są oporne przeciw gniciu, śruby i gwoździe tkwią w nich silnie, znaczny ciężar gatunkowy podnosi stałość toru. Wobec drożyzny dębiny wprowadzono twardsze gatunki drzew iglastych, silnie żywicznych, gł. sośninę. Jedlina i świerczyna, bardzo miękkie i nietrwałe, więc uż. tylko w braku innego materjału na kolejach podrzędnych. Buczyna gnije szybko i w stanie surowym prawie nie przydatna na podkłady; przez impregnowanie można trwałość jej bardzo podnieść.

Drzewo na podkłady powinno być zdrowe, o gęstych słojach, cięte w zimie, niepopękane i nie uschłe, wolne od sęków, przynajmniej w miejscu pod szynami, i suche. Po wyrobieniu układa się podkłady w stosy celem wysuszenia; dla ochrony od deszczu kładzie się górną warstwę pochyło. W dębinie tworzą się łatwo pęknięcia przy wysychaniu. Aby temu zapobiec, wbija się w czoła podkładów blaszane klamry kształtu litery *S*.

Impregnowanie podkładów. Najczęściej używane substancje: chlorek cynku i olej kreozotowy. Podkłady, ułożone stosami na wózkach, wprowadza się do żelaznego kotła, w którym przy użyciu chlorku cynku następuje wyparzenie drzewa parą pod ciśnieniem, a przy użyciu oleju kreozotowego wysuszenie gorącem powietrzem. Cel: usunięcie części soków drzewnych i ścięcie, a tem samem unieszkodliwienie białka, zawartego w sokach.

Po wypompowaniu z kotła pary, względnie powietrza, uzyskujemy rozrzedzenie, wynoszące $^1/_4$—$^1/_{10}$ atm., pomagające w wyciągnięciu z drzewa wilgoci i soków. Wreszcie wtłacza się do kotła roztwór 2—4% chlorku cynku, względnie olej kreozotowy, ogrzany do 50° C pod ciśnieniem 6—8 atm. przez 1—2 godzin.

Ilość płynu wchłanianego zależy od drzewa. Drzewo rdzenne przyjmuje mniej płynu niż biel. Dębina wchłania 110—114 *kg* roztworu chlorku cynku, czyli 9—22 *kg* soli, wzgl. 114 *kg* oleju kreozotowego na 1 m^3 drzewa. Sośnina przyjmuje 257—315 *kg* roztworu chlorku cynku lub 342 *kg* oleju kreozotowego, buczyna 286—429 *kg* roztworu chlorku cynku lub 456 *kg* oleju kreozotowego. Sośnina nasyca się naogół równomierniej niż dębina, którą płyn przenika tylko na pewną głębokość.

Impregnowanie olejem kreozotowym znacznie droższe, ale trwalsze. Celem zmniejszenia kosztów zastosowano z dobrym skutkiem impregnowanie mieszaniną obu tych substancyj w stosunku 1 do 10—20, a ostatnio nasycanie oszczędnościowe olejem kreozotowym i to jednokrotne dla dębiny i sośniny, a dwukrotne dla buczyny (metoda Rüpinga). Zasada tej metody polega na wtłaczaniu oleju w drzewo pod wysokiem ciśnieniem i wytwarzaniu następnie próżni, wskutek czego pozostaje w drzewie tylko tyle oleju, ile potrzeba do napojenia tkanki komórek, natomiast olej, wypełniający wnętrze komórek, wypływa z drzewa. Zużywana ilość oleju wynosi: przy jednokrotnem nasycaniu sośniny 63 *kg*, dębiny 45 *kg*; przy dwukrotnem nasycaniu buczyny 145 *kg* na 1 m^3 drzewa.

Trwałość podkładów określa następujące zestawienie:

	dębina	sośnina	buczyna	
podkłady nienasycone	14—16	7—9	3—4	lat
podkłady nasycone	ok. 20	14—18	10—18	lat
podniesienie trwałości przez nasycenie w %	25—50	ok. 100	350—450	

Wymiary podkładu. Długość podkładu powinna być dostosowana do szerokości toru i do dopuszczalnych ciśnień na żwirówkę, aby linja ugięcia podkładu posiadała kształt odpowiedni i aby nie występowały niepożądane odkształcenia toru. Ostatniemu warunkowi czyni zadość długość 2,70 *m*, przyjęta obecnie powszechnie dla kolei głównych pierwszorzędnych. P. P. M. określają długość podkładów w zasadniczych torach głównych kolei pierwszorzędnych na 2,70 *m*, na linjach drugorzędnych i w pozostałych torach stacyjnych 2,50 *m*. Koleje lokalne normalnotorowe otrzymują długość podkładu 2,40 *m*, dla wąskotorowych długość podkładu równa jest 1,8—2,0-krotnej szerokości toru.

Kształt przekroju poprzecznego prostokątny lub trapezowy. Czysty kształt prostokątny powoduje znaczne straty drzewa przy obróbce, więc wymagany tylko w pewnych wypadkach, np. dla rozjazdów.

Dolna szerokość podkładu zależy od wielkości obciążeń i od rodzaju żwiru; dla kolei głównych 25—30 *cm*, dla kolei lokalnych normalnotorowych 22—24 *cm*, dla wąskotorowych 17—20 *cm*. Górna szerokość powinna być tak dobrana, aby nacisk szyny nie powodował zgniatania drzewa, względnie, by można było pomieścić wygodnie płytę podkładową. Wynosi ona 15—16 *cm* dla kolei normalnotorowych, a 13 *cm* dla wąskotorowych.

Grubość podkładu powinna być dostateczna, aby nie dozwalała na zbyt silne ugięcie tegoż pod obciążeniem i aby rozkład ciśnienia na żwir nie był wskutek tego zbyt nierównomierny. Zw. grubość 15—16 *cm* dla kolei głównych, zaś 13—15 *cm* dla kolei podrzędnych.

Podłużna oś podkładu powinna być prosta, jednak można dopuścić pewien odsetek podkładów krzywych, byle strzałka zakrzywienia nie przekraczała pewnego wymiaru, np. 10 *cm*.

Rozkład podkładów pod szynami. Największy dopuszczalny odstęp podkładów pod całą długością szyny wynosi na kolejach europejskich 60—85 *cm*. Zaleca się stosowanie mniejszego odstępu dla wzmocnienia nawierzchni. Podkłady stykowe otrzymują zw. odstęp 25 *cm* od końca szyny. Podkłady sąsiadujące ze stykowemi otrzymują odstęp mniejszy od największego dopuszczalnego, celem wzmocnienia złącza stykowego i z powodu niepodzielności długości szyny przez ten największy odstęp.

III. Nawierzchnia poprzeczna drewniana.

Odpowiednio do stożkowatości obręczy kół i celem nadania szynom większej stałości przeciw bocznemu naciskowi kół pochylamy je w torze ku osi 1:16 lub 1:20.

Jeśli szyna spoczywa wprost na podkładzie, trzeba w nim wykonać zacios o odpowiedniej pochyłości. Przytwierdzenie szyny do podkładu następuje zapomocą gwoździ lub śrub.

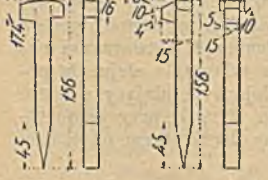


Fig. 176.

Gwoździe hakowe (haki) otrzymują przekrój kwadratowy o boku 15—18 *mm* z ostrzem płaskiem, prostopadłem do kierunku włókien podkładu; długość gwoździa 150 do 170 *mm* zależnie od grubości podkładu. Ostrze gwoździa wbitego w podkład ma znajdować się 20—30 *mm* nad jego dolną powierzchnią. Wedle Winklera grubość gwoździa $d = 0{,}125\ h$, gdzie h = wys. szyny, długość 10 d, długość ostrza 3 d; długość i grubość haka d. Głowa gwoździa: albo dwa boczne ucha (fig. 176 *b*) albo hak tylny (fig. 176 *a*) dla umożliwienia wyciągnięcia gwoździa. Hak przedni, przytrzymujący stopkę, ma kształt odpowiadający krawędzi stopki. Siła tkwienia gwoździa w drzewie twardem

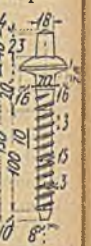


Fig. 177.

3000—4000 *kg*, w miękkiem 2000—2500 *kg*, opór przeciw przesunięciu bocznemu odpowiednia 2200 i 1500 *kg*.

Śruby podkładowe (fig. 177), zw. pocynkowane, długość 150—160 *mm*, grubość trzpienia 13—15 *mm*, ostry gwint o szerok. 3—5 *mm*. Skok śruby 6—14 *mm*. Dla zewnętrznej średnicy *d* długość śruby 6—8 *d*; średnica

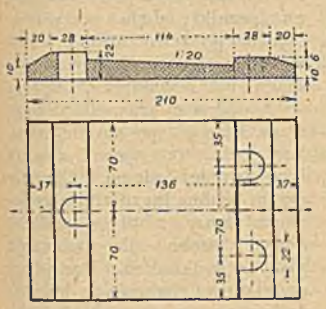


Fig. 178.

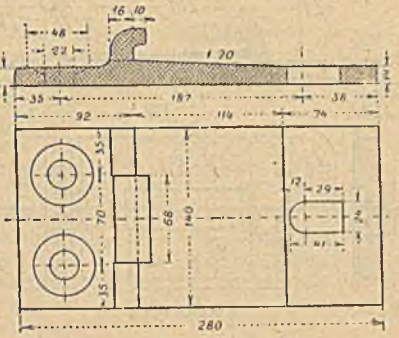


Fig. 179.

główki 2,0—2,5 *d*; skok $^1/_3$—$^1/_2$ *d*. Główka śruby jest odcinkiem kuli z dolną powierzchnią, urobioną odpowiednio do kształtu stopki szyny. Na wierzchu opatrzona piramidą ściętą, wys. 20—24 *mm* o przekroju kwadratowym, gr. 16—20 *mm* dla wkręcania śruby odpowiednim kluczem. Na piramidzie ostro zakończona cecha, po której można poznać, czy śruby nie wbijano młotem. Siła tkwienia śruby w drzewie twardem 4000—4200 *kg*, w miękkiem 2500—3400 *kg*. Otwory dla śrub nawierca się świdrem o średnicy równej $^2/_3$ średnicy śruby; przy podkładach twardych nawierca się otwory i dla gwoździ.

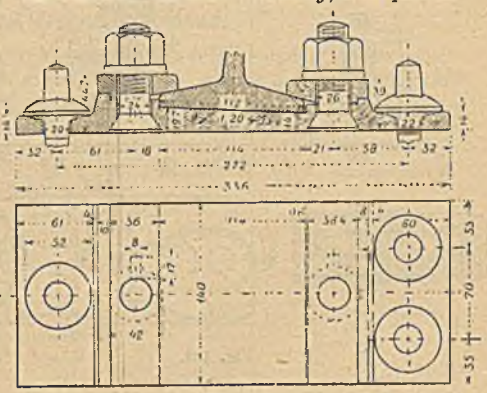


Fig. 180.

Łączniki wiążą szynę z podkładem i przeciwdziałają siłom poziomym. Łącznik zewn. znosi siłę, starającą się szynę przesunąć, zmniejszoną o wielkość tarcia między stopką i podkładem (a więc pracuje na zginanie i na ścinanie); łącznik wewn. przeciwdziała wywrotowi szyny (pracuje na ciągnienie). Używane dawniej gwoździe hakowe nie tkwią tak silnie w drzewie, jak śruby, wyłażą z drzewa pod wpływem mrozu, a wreszcie drzewo podkładu psuje się rychlej przy gwoździu, niż przy śrubie; dlatego wprowadzono po stronie zewn. gwoździe, zaś po wewn. śruby; przy użyciu silnych płyt podkładowych wyłącznie śruby.

Wady ułożenia szyny wprost na podkładzie: powierzchnia zetknięcia szyny z podkładem stosunkowo mała, więc następuje zgniatanie drzewa; ruchy podłużne szyny powodują wycieranie drzewa; zaciosy zatrzymują wodę i przyśpieszają gnicie drzewa. Niedogodności te usuwają klinowe płyty podkładowe, z żelaza zlewnego o wytrzymałości na ciągnienie ponad 4000 *kg/cm*^{2}, ułożone na wygładzonej, poziomej powierzchni podkładu.

Dobry wyrób powinien dać się wyginać na zimno pod kątem 45° bez pęknięcia. Wymiary płyt, stosowanych na kolejach głównych, por. fig. 178. Dozwolone odchyłki: w szerokości między wystającemi krawędziami i w grubości $+0{,}5\ mm$; w długości $+3\ mm$; w pozostałych wymiarach $+1\ mm$; w wymiarze dziur $+1\ mm$ i $-0{,}5\ mm$. Zw. w płycie 3 dziury na łączniki; dwie po wewn. i jedna po zewn. stronie. Wewnętrzne krawędzie dziur nie mogą po zewnętrznej stronie wystawać poza krawędź. Wzniesiona krawędź po stronie zewn. konieczna, po wewn. zbędna i często jej niema. Obecnie często osobne łączniki dla związania szyny z płytą podkładową, a osobne dla związania płyty z podkładem. Por. płyty podkładowe hakowe, z hakiem umieszczonym po zewn., lub po wewn. stronie szyny (por. fig. 179). Hak wiąże po stronie zewnętrznej szynę z płytą, a śruby podkładowe zewnętrzne łączą płytę z podkładem.

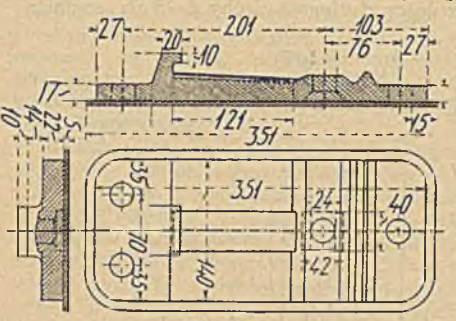


Fig. 181.

Zupełny rozdział łączników wykazuje nawierzchnia syst. *A* austr. kolei państwowych, ułożona przed wojną na linji między Krakowem a Złoczowem (fig. 180). Śruby łączą szynę z płytą i opatrzone są u dołu stożkowatemi zgrubieniami, wpuszczonemi w odpowiednie wydrążenia w płycie. Występy tych zgrubień, wchodzące w wycięcia w płycie, zapobiegają obracaniu się śruby podczas zakręcania naśrubka. Płyta podkładowa związana z podkładem zapomocą trzech osobnych śrub podkładowych. Siła pozioma, usiłująca szynę przesunąć, przenosi się z szyny wprost na wystającą krawędź płyty i zostaje zniweczona tarciem płyty po podkładzie i oporem śrub podkładowych.

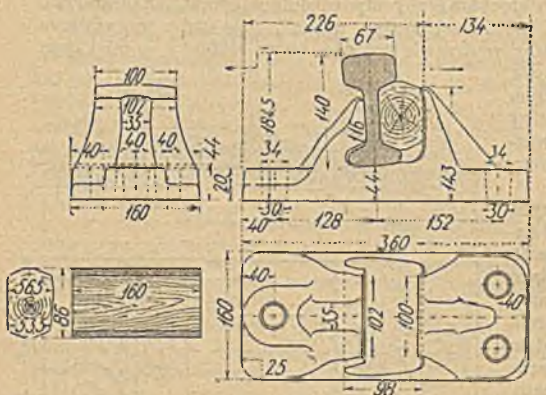


Fig. 182.

Śruby łączące szynę z płytą przeciwdziałają tylko wywrotowi szyny, przyczem dzięki zastosowaniu łapek pracują wyłącznie na ciągnienie.

Dla osiągnięcia jednostajnego rozkładu ciśnienia Skibiński zaprojektował płytę podkładową wypukłą (fig. 181) o promieniu krzywizny 15—27 *cm* (można zwiększyć go do 40—50 *cm*).

Szynę stołeczkową układa się na podkładzie drewnianym przy pomocy stołeczka żeliwnego o znacznych wymiarach, ważącego do 25 *kg*. Stołeczek przytwierdza się do podkładu gwoździami lub śrubami. Czasem stosowane dwojakie łączniki: 2 śruby i 2 drewniane kołki, o grubości 30 do 35 *mm*. Pierwsze przeciwdziałają podnoszeniu, drugie przesunięciu stołeczka. Dla lepszego rozkładu ciśnienia na podkład i zwiększenia sprężystości układu wkłada się pod stołeczek warstewkę wojłoku. Szyna umocowana w stołeczku

w odpowiednio urobionem łożysku zapomocą dębowego klina, umieszczonego po zewnętrznej stronie szyny (fig. 182). Na kliny uż. się doborowego materjału dębowego, wysuszonego, prasowanego i impregnowanego, najlepiej olejem lnianym, celem zmniejszenia wrażliwości na wilgoć. Sprężyste stalowe kliny Dawida są droższe od drewnianych i powodują pękanie stołeczków wskutek nadmiernego rozparcia.

Podkłady dyblowane. Podkłady miękkie psują się rychło w miejscach tkwienia łączników, które wskutek tego rozluźniają się i powodują przedwczesne usunięcie zdrowego zresztą podkładu. Zapobiec temu można zapomocą dyblowania. W miejscach uszkodzonych, z których wyjęto łączniki, nawierca się otwory na całą grubość podkładu i wkręca w nie dyble z drzewa twardego, około 50 *mm* grube (fig. 183), w które następnie wbija się gwoździe, względnie wkręca śruby. Dyblowanie podkładów podnosi opór śrub podkładowych przeciw wyrwaniu przy podkładach miękkich do 4600 *kg*, a przy twardych do 5800 *kg*, a więc przy nowych podkładach miękkich o 30%, przy używanych o 60%, zaś przy twardych o 50%. Prócz tego ułożenie płyt podkładowych na głowach dybli zmniejsza zgniatanie drzewa podkładu i osłabia wpływ uderzeń, zatem podnosi trwałość podkładów. Korzystne wyniki dyblowania podkładów zasługują obecnie wobec podrożenia drzewa i powszechnego użycia podkładów miękkich na szczególną uwagę. Koszta dyblowania obniżają się przy zastosowaniu pracy maszynowej.

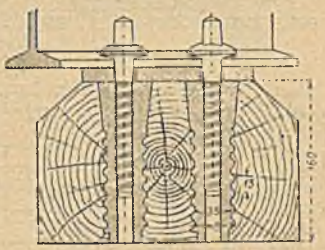


Fig. 183.

IV. Nawierzchnia żelazna.

Nawierzchnia na podporach odosobnionych. Podpory żeliwne w postaci dzwonów, wywróconych misek, lub płyt wzmocnionych pionowemi żebrami, odlane razem ze stołeczkiem, w którym ułożona jest szyna, rozparta drewnianym klinem. Podpory obydwu toków łączymy poprzeczkami. Ustrój prosty i nie wymagający starannego nadzoru, jednak stałość jego nieporównanie mniejsza niż nawierzchni poprzecznej, więc zastosowanie, gdzie nieznaczne obciążenia i niewielka chyżość jazdy, a brak wyszkolonego nadzoru. Taką nawierzchnię posiadają koleje w Indjach Wschodnich, Afryce i Ameryce Południowej.

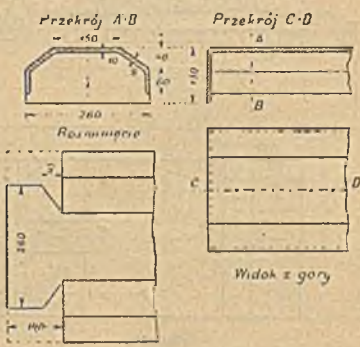


Fig. 184.

Nawierzchnia podłużna: *a*) Nawierzchnia lita znajduje zastosowanie w budowie torów na drogach i torów tramwajowych.

b) Nawierzchnia dwudzielna. Szyny podparte w całej długości podkładami żelaznemi. System ten ustąpił miejsca nawierzchni poprzecznej i dziś tylko ok. 2% torów kolei głównych posiada ten rodzaj nawierzchni. Najbardziej rozpowszechniły się ustroje Hoheneggera i Haarmanna. Wady: niedostateczna stałość zwłaszcza z uwagi na siły poziome; za mała powierzchnia ułożenia na podłożu, stąd silne osiadanie i potrzeba częstego podbijania; żwir zbija się pod podkładami i tworzy twardą, nieprzepuszczalną masę, a w podtorzu tworzą się podłużne koryta, zatrzymujące wodę, która

rozmiękcza grunt i powoduje wzmożone osiadanie; trudność utrzymania należytej szerokości toru, pochylenia poprzecznego obydwu toków i ich wzajemnej wysokości; trudność zastosowania silnych typów łubków; wzmożona migracja toru. Dzisiaj nawierzchnia ta przeszła do historji.

c) Nawierzchnia trójdzielna jest bardzo mało rozpowszechniona.

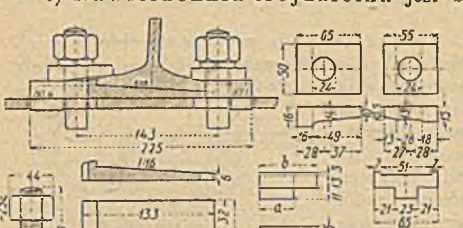


Fig. 185.

Nawierzchnia poprzeczna. Materjał podkładu: żelazo zlewne o wytrzymałości 4200—4800 kg/cm^2, lub stal zlewna o wytrzymałości 5000 do 6000 kg/cm^2. Dobry podkład powinien przy lekkich uderzeniach młota parowego spłaszczyć się bez złamania, a następnie dać się wygiąć tak, by średnica koła w miejscu wygięcia wynosiła 75 *mm*. Dopuszczalne odchyłki od przepisanych wymiarów: w grubości blachy $\pm$ 0,5 *mm*; w szerokości i wysokości przekroju $\pm$ 2 *mm*; w długości $\pm$ 25 *mm*; w położeniu otworów na łączniki $\pm$ 1 *mm*; w wymiarach otworów $\pm$ 0,5 *mm*.

Od dobrego podkładu wymaga się: dostatecznej szerokości górnej (120—150 *mm*) celem należytego ułożenia i przytwierdzenia szyny; znacznej szerokości dolnej (240—260 *mm*) i odpowiedniej długości (2,5—2,7 *m*) celem zmniejszenia ciśnienia na żwirówkę; zamknięcia poprzecznego na czołach; dużej pojemności żwiru celem zwiększenia oporu podkładu przeciw przesunięciu; odpowiedniej wysokości przekroju (75—100 *mm*) celem uzyskania znacznego momentu bezwładności i zmniejszenia ugięć; łatwości wywalcowania. Odp. ciężar podkładu do 75 *kg*, a nawet więcej. Walcuje się je w długościach, będących wielokrotnością długości podkładu, które następnie tnie się na kawałki o odp. długości, rozcina końce i wygina górną blachę celem uzyskania zamknięć poprzecznych, a wreszcie wyrabia otwory na łączniki.

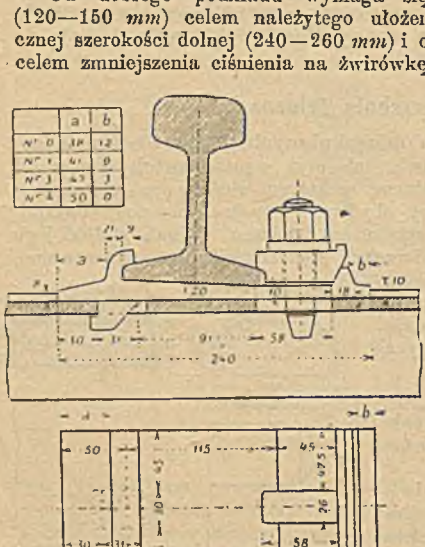


Fig. 186.

Podkład Heindla, por. fig. 184, z uwidocznionym sposobem urobienia zamknięć czołowych; por. też fig. 187, 188 i 190, gdzie dano wzmocnienia dolnych krawędzi celem zwiększenia oporności przeciw uderzeniom przy podbijaniu i celem lepszego ułożenia w żwirze.

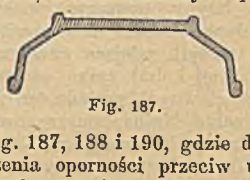


Fig. 187.

Obecnie wykonuje się prawie wyłącznie podkłady proste, a szyny układa na klinowych płytach podkładowych. Dziurawienie podkładów jednakowe,

a potrzebne zmiany szerokości toru w łukach uzyskuje się zapomocą kalibrowanych łączników; por. nawierzchnię Heindla (fig. 185).

Klinowa płyta podkładowa tej naw. posiada wystającą zewn. krawędź, o którą opiera się stopka szyny. W wycięcia płyty i w dziury w blasze podkładu wchodzą kalibrowane przykładki. Na nich spoczywają łapki, przytrzymujące stopkę szyny i związane z podkładem zap. śrub hakowych. Siła pozioma, usiłująca szynę przesunąć, przenosi się na wystającą krawędź płyty, a z niej za pośrednictwem przykładki wprost na blachę podkładu; śruby nie biorą udziału w przenoszeniu tej siły. Siła, starająca się szynę wywrócić, przenosi się zapomocą łapek na śruby, pracujące wyłącznie na ciągnienie. Kalibrowane przykładki pozwalają zmieniać szerokość toru do 24 *mm* w stopniach po 4 *mm*. Wady: wielka ilość części składowych łączników, oraz małe ich powierzchnie zetknięcia, wywołujące szybkie ich zużycie i rozluźnienie połączenia.

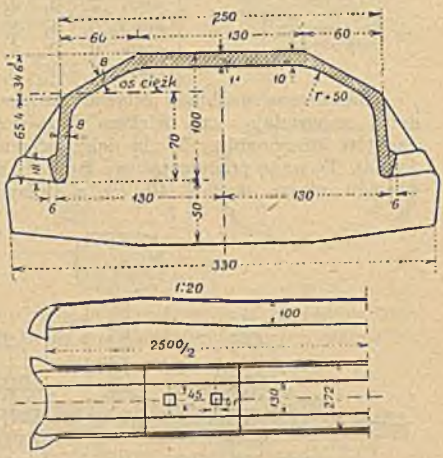


Fig. 188.

Układ ulepszony (por. fig. 186). Zastosowano tu kalibrowaną płytę hakową, która ma obustronne kalibrowane przedłużenia *a* i *b*; poziome ramię dolnego haka, wchodzące pod blachę podkładu, jest krótsze i wskutek tego możliwe jest oparcie tegoż haka o wewnętrzną ścianę dziury, a tem samem zabezpieczenie toru przed ewentualnemi zwężeniami, wywołanemi ruchem. Po stronie wewnętrznej nie potrzeba kalibrowanych przykładek, gdyż łapka ma kształt klinowy, dozwalający na regulowanie zmiennego odstępu wystającego brzegu płyty od krawędzi stopki szyny. Podkład otrzymuje zgrubienia na obu krawędziach blachy górnej (fig. 187), które, wzmacniając przekrój, ujmują płytę podkładową. Układ ten wprowadziły pruskie i wirtemberskie koleje państwowe.

Wobec zamierzonego objęcia wszystkich kolei państwa niemieckiego pod wspólny zarząd, postanowiono stopniowo wprowadzić jednolitą nawierzchnię, zdolną do dźwigania obciążeń osi 25 *t*.

Zaprojektowano trzy typy szyn (por. tablicę 1. na str. 163), posiadające jednakową szerokość stopki 125 *mm*, co umożliwi zastosowanie zużytych szyn typu II i III w torach z szyną typu I.

Tory typu II i III otrzymują podkłady żelazne o kształcie podług fig. 188 i o ciężarze 78,2 *kg*. Kształt podkładów typu I jest taki sam, wymiary: wysokość 85 *mm*, dolna szerokość 250 *mm*, długość 2,40 *m*, ciężar 66,1 *kg*.

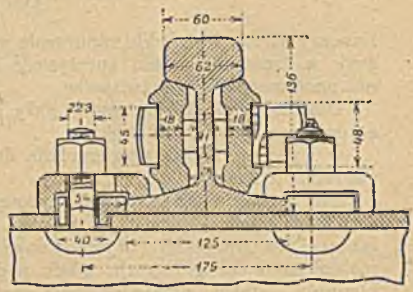


Fig. 189.

Połączenie szyn z podkładami otrzymuje ustrój Rotha i Schülera (fig. 189, koleje badeńskie), oraz układ podług fig. 190 (koleje saskie i oldenburskie). Te dwa układy nie posiadają płyty podkładowej; pochylenie szyny

uzyskuje się przez wywalcowanie pochyłych powierzchni w podkładzie, zaś zmianę szerokości toru w łukach odpowiedniem ułożeniem tych samych, niesymetrycznie wykształconych elementów. Są one w układzie (fig. 190) obracalne i pozwalają na nast. zmiany szerokości toru:

Poszerzenie toru:			0,	3,	6,	9,	12,	15,	18,	21,	24 *mm*
Nr. elementu przy szynie	lewej	zewn.	4,	3,	3,	4,	1,	0,	1,	1,	0 *mm*
		wewn.	0,	1,	1,	0,	3,	4,	3,	3,	4 *mm*
	prawej	wewn.	0,	0,	1,	3,	1,	1,	3,	4,	4 *mm*
		zewn.	4,	4,	3,	1,	3,	3,	1,	0,	0 *mm*

Nowoczesne podkłady żelazne nie ustępują drewnianym co do stałości toru, zapewniają zaś większe bezpieczeństwo i wymagają mniejszych kosztów utrzymania. Wadą ich jest mniejsza sprężystość układu (twarda jazda). Tę wadę pragnie usunąć Scheibe w podkładzie żel. wedle fig. 191, którego ciężar wynosi 102 *kg*, a ciężar żwiru w jego wnętrzu 130 *kg*.

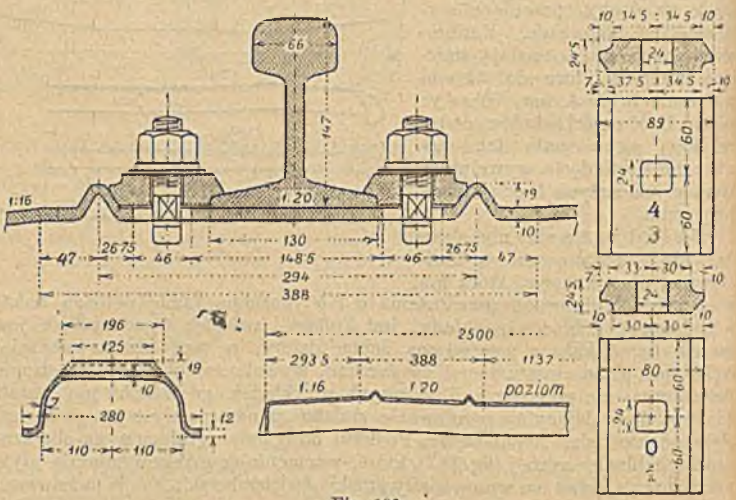


Fig. 190.

Znaczny ciężar i głębokie zanurzenie w żwirówce zapewniają mu stałe ułożenie w torze, a znaczna sprężystość znosi energję uderzeń kół pojazdów, nie przenosząc ich na żwirówkę.

Doświadczenia laboratoryjne dały korzystne wyniki, obecnie ułożono go na próbę w torach kolei saskich.

O wyborze między nawierzchnią drewnianą i żelazną rozstrzygają przedewszystkiem koszta.

Nawierzchnia żel. szeroko stosowana w Niemczech, Szwajcarji i w Holandji. Koleje niemieckie posiadają obecnie około 50% torów z nawierzchnią żelazną. U nas powszechnie używana nawierzchnia drewniana, a żelazna tylko pod rozjazdami kolei głównych, gdzie podkład żelazny zapewnia pożądaną dokładność i stałość przytwierdzenia szyny.

Podkłady żelazne przy nawierzchni stołeczkowej są mało rozpowszechnione.

V. Podkłady żelbetowe.

Fig. 192 przedstawia podkład włoskich kolei państwowych. Przekrój trapezowy, pod szynami prawie prostokątny celem uzyskania szerokości górnej,

potrzebnej dla pomieszczenia płyty podkładowej. Między szynę i podkład, względnie między płytę podkładową i podkład, wkładamy warstewkę materjału sprężystego np. wojłoku, aby podnieść sprężystość układu i zapobiec wycieraniu betonu. Wymiary, jak podkładu drewnianego. Połączenie szyny z podkładem przy pomocy gwoździ lub śrub, tkwiących albo w drewnianych dyblach, albo w zapuszczonych w beton żelaznych rurach (fig. 193).

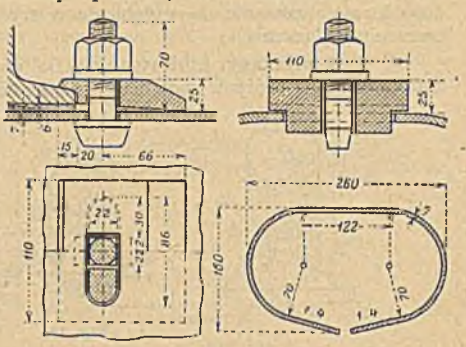


Fig. 191.

Zalety: chropowatość powierzchni zapewnia należyte ułożenie w żwirówce, znaczny ciężar (130—190 *kg*) przyczynia się do podniesienia stałości toru; trwałość i niewrażliwość na wpływy atmosferyczne. Wady: trudność umieszczenia łączników oraz kruchość betonu, więc łatwe uszkodzenia przy podbijaniu. Celem ułatwienia

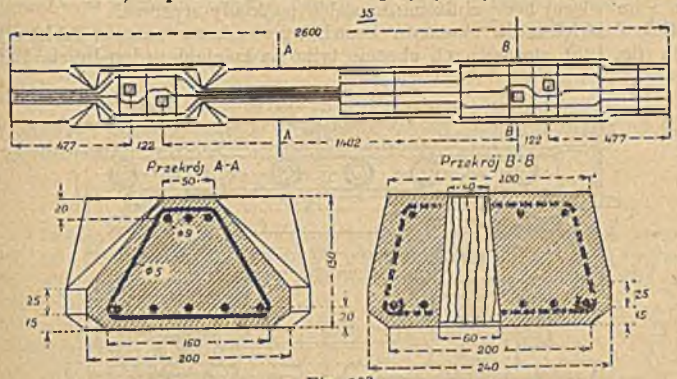


Fig. 192.

podbijania ścina się dolne krawędzie. Wady te oraz znaczny stosunkowo koszt stoją dotychczas na przeszkodzie obszerniejszemu zastosowaniu tych podkładów.

VI. Złącze stykowe.

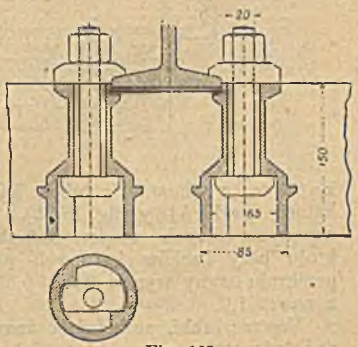


Fig. 193.

Końce szyn, stykających się w toku, układamy na podkładzie — styk stały —, albo w środku między podkładami — styk wiszący. Wobec zmiany długości szyn pod wpływem wahań cieploty zostawia się między czołami szyn zetkniętych szparę stykową o odp. wielkości. Służy ona zarazem w łukach do wyrównania drobnych różnic w długościach obu toków. Obecnie stosowany prawie wyłącznie styk wiszący; w nowszych czasach pojawiają się jednak poważne głosy, przema-

wiające za wprowadzeniem styku stałego. Styk jest najsłabszym punktem toru i dotychczas nie udało się wynaleźć konstrukcji, któraby skutecznie zapobiegała tworzeniu się wgłębienia w szparze stykowej i szybkiemu zniweczeniu połączenia.

a) **Styk wiszący łubkowany.** Do połączenia szyn na styku służą stalowe łubki, których zadaniem jest podpieranie końców szyn, wystających

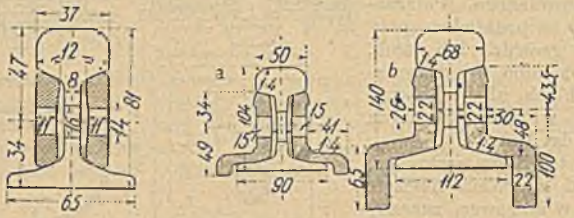


Fig. 195.

poza podkłady stykowe i przenoszenie obciążenia z jednej szyny na drugą. Zadanie to spełnią łubki tem łatwiej, im większy będzie moment bezwładności ich przekroju, im dłuższe i szersze będą płaszczyzny przylegania do szyn i im więcej będą zbliżone do siebie podkłady stykowe.

Celem zwiększenia momentu bezwł. wprowadzono zamiast łubków płaskich (fig. 195), stosowanych obecnie tylko na kolejach podrzędnych, łubki

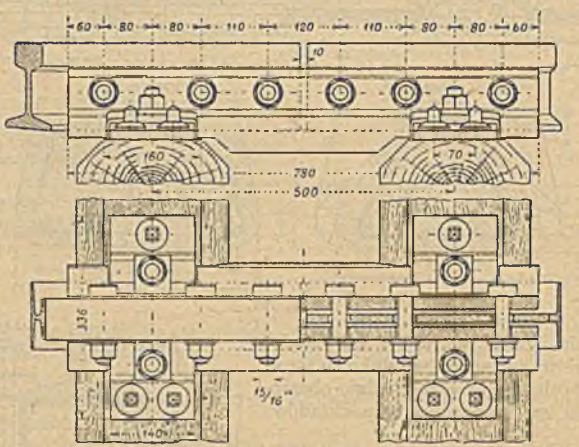


Fig. 196.

kątowe, a mianowicie łubek kątowy pojedynczy (fig. 195 *a*) i łubek kątowy podwójny (fig. 195 *b*). Typ drugi uż. na linjach głównych przy nowszych, silnych nawierzchniach. Stosunek momentu bezwładności przekroju pary łubków kątowych pojedynczych do momentu bezwładności przekroju szyny wynosi 0,25—0,35, natomiast dla łubków podwójnych 0,85 a nawet 1,0.

Nowsze łubki, posiadające znaczną długość (700—900 *mm*), wystają poza podkłady stykowe, a poziome ich ramię otrzymuje nad podkładami wycięcia dla uzyskania miejsca na łączniki (fig. 196, układ *A* kolei austr.).

Należyte poszerzenie płaszczyzn przylegania wykazują nowsze typy szyn z niskiemi, a szerokiemi i silnie podciętemi główkami.

Granicę w zbliżeniu podkładów stykowych stanowi możność należytego obustronnego ich podbicia, bardzo ważnego z uwagi na to, że właśnie te podkłady wymagają szczególnie starannego i częstego podbijania. Zwykle najmn. odstęp osiowy podkładów stykowych 420—500 *mm*, ale na kolei Gotthardzkiej 340 *mm*; obustronne podbicie przez wprawnych robotników możliwe tu było dzięki ścięciu górnej krawędzi podkładów.

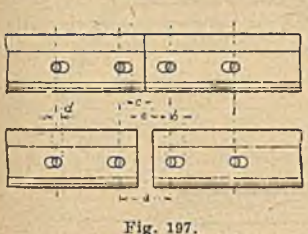


Fig. 197.

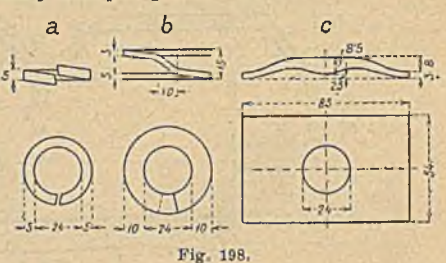


Fig. 198.

Grubość blachy łubka przekracza z reguły 20 *mm*, a dochodzi do 28 *mm*. Celem umożliwienia zmiany długości szyny przy wahaniach ciepłoty wykonywamy w szynach owalne dziury na śruby stykowe. Jeżeli e = największy wymiar szpary stykowej, zaś d średnica śruby stykowej, to długość owalnej dziury

$$b = e + \frac{1}{2} d.$$

Dla osiowego odstępu dziur a otrzymamy odstęp pierwszej dziury od końca szyny (fig. 197)

$$c = \frac{1}{2}(a - d - e).$$

Związanie łubków z szynami przy pomocy 4, wzgl. 6 śrub, zależnie od długości łubka. Wobec wielkiej pracy, jaką mają wykonać śruby stykowe, otrzymują one pokaźne grubości trzpienia (20—26 *mm*), zależnie od typu nawierzchni. Dziury w łubkach okrągłe o średn. 2—3 *mm* większej od średn. śruby.

Do zabezpieczenia przed rozkręcaniem się naśrubka służą odwrotne naśrubki, zatyczki, pierścienie sprężyste (fig. 198 *a* i *b*), płytki rozpierające (fig. 198 *c*) itp. Najlepsze zabezpieczenie: znaczna grubość naśrubków i staranne wykonanie ostrego gwintu.

Dla nawierzchni stołeczkowej trzeba ograniczyć długość łubków w złączu wiszącem i równocześnie wprowadzić znaczniejszy odstęp podkładów stykowych, co powoduje znaczne osłabienie złącza.

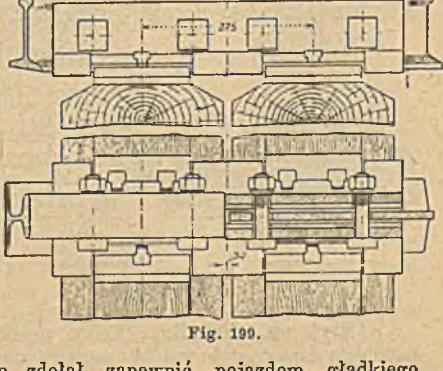


Fig. 199.

Wiszący styk łubkowany nie zdołał zapewnić pojazdom gładkiego przejazdu przez szparę stykową. Podkłady stykowe rozchwiewają się i osiadają silniej od innych, wymagając częstego podbijania, a wstrząśnienia i uderzenia na styku zwiększają zużycie szyn i obręczy kół, zwiększają opory ruchu, powodują odkształcenie faliste toru i stają się przyczyną wzmożonej migracji toru. Stąd pomysły, które mają na celu

poprawę tego najsłabszego punktu w torze, przy zachowaniu zasady styku wiszącego. Najważniejsze z nich są:

b) **Styk ze zbliżonemi podkładami stykowemi.** W styku prof. Wasiutyńskiego (kolej Warszawsko-Kaliska, fig. 199) podkłady stykowe

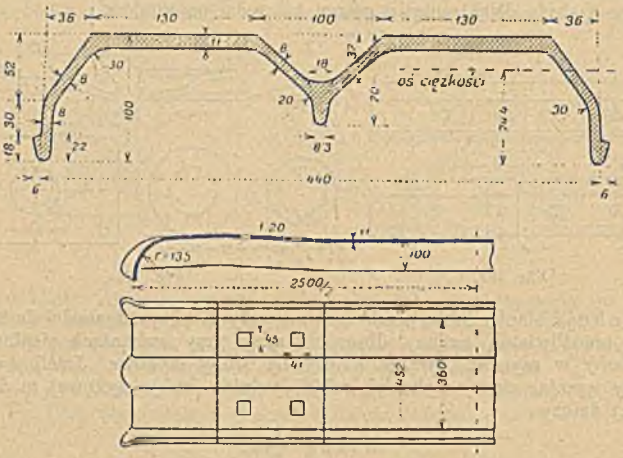


Fig. 200.

są tak zesunięte, iż podbicie ich możliwe jest tylko z jednej strony. Doświadczenia przyniosły korzystne rezultaty; podbijanie należyte możliwe, a wąska szpara między podkładami nie dawała powodu do wyciskania żwiru w górę przy podbijaniu. Na kolejach pruskich zesunięto obydwa podkłady zupełnie i związano dyblami, przyczem końce szyn spoczywały na wspólnej płycie. Podobnie uzyskano korzystne wyniki, układając styk na szerokim wspólnym podkładzie drewnianym lub na podwójnym podkładzie żelaznym. Fig. 200 przedstawia taki podkład projektowanej jednolitej nawierzchni Państwa Niemieckiego. Urządzenia te stanowią niewątpliwie wzmocnienie złącza (małe ugięcie szyn), jednak należyte podbicie podkładów jest trudne i kosztowne.

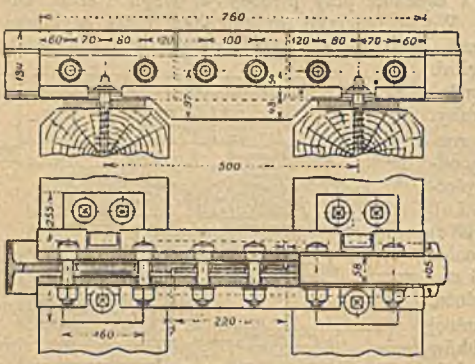


Fig. 201.

c) **Styk na nakładkę.** (Koleje pruskie, fig. 201). Układ ma na celu usunięcie szpary stykowej bez zmiany szerokości główki szyny i bez zmiany linji podparcia koła. Wady: osłabienie przekroju szyny powoduje wyginanie się ścianki, spłaszczenie główki i pęknięcia w miejscu nacięcia; strata długości szyny, potrzeba zwiększonej grubości ścianki i kosztowna obróbka.

d) **Łubek z głową pomysłu Neumanna.** Przez podniesienie główki łubka ponad szynę koło omija szparę stykową, tocząc się po łubku.

e) **Styk podparty mostkiem**, tj. silną stalową płytą, nieco ku górze wypukloną, która podpiera końce szyn na niewielkiej długości, a ze stopkami tychże związana jest silnie przy pomocy łapek kleszczowych i śrub.

Wszystkie te pomysły nie znalazły jednak obszerniejszego zastosowania i zwykły styk łubkowany jest w powszechnem użyciu z powodu prostoty ustroju.

Wadliwość styku wiszącego spowodowała podjęcie zarzuconej od lat idei styku stałego. Ast stwierdził, że niepowodzenia dotychczasowe z tym rodzajem złącza odnieść należy nie do istoty ustroju, lecz do błędów w wykształceniu szczegółów, zaś prof. Skibiński zaprojektował złącze

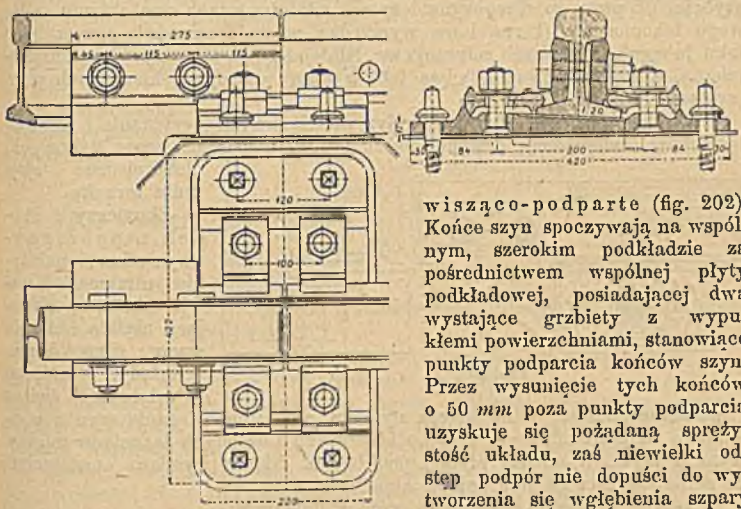


Fig. 202.

wisząco-podparte (fig. 202). Końce szyn spoczywają na wspólnym, szerokim podkładzie za pośrednictwem wspólnej płyty podkładowej, posiadającej dwa wystające grzbiety z wypukłemi powierzchniami, stanowiące punkty podparcia końców szyn. Przez wysunięcie tych końców o 50 *mm* poza punkty podparcia uzyskuje się pożądaną sprężystość układu, zaś niewielki odstęp podpór nie dopuści do wytworzenia się wgłębienia szpary stykowej. Wypukłość podpór ustala położenie punktów przeniesienia obciążenia na podkład i żwirówkę i zapobiega niekorzystnym ciśnieniom krawędziowym. Łubki są krótkie. Ułożenie próbnego toru według tego projektu znajduje się w toku.

VII. Migracja toru.

Migracja, czyli wędrówka (pełzanie) toru, jest zjawiskiem przesuwania się toru w kierunku jego osi pod wpływem ruchu pociągów. Zw. posuwają się same szyny, ale zachodzą przypadki sunięcia szyn razem z podkładami. Przyczyny migracji w kierunku jazdy: tarcie posuwiste kół hamowanych, tarcie potoczyste kół po szynach, zaburzenia w ruchu podczas przejazdu koła przez szparę stykową, a w łukach przyparcie rąbka zewnętrznego koła przedniej osi do toku zewnętrznego. Ruch w kierunku odwrotnym powodują: tarcie adhezyjne kół pędowych lokomotywy i energja obrotowa wszystkich niehamowanych kół podczas hamowania pociągu. Ruch szyn w jedną lub drugą stronę, zależnie od okoliczności, wywołują: ocieranie rąbków kół o szyny, działające przeważnie wstecz, a wprzód tylko przy hamowanych kołach; ślizganie się obręczy kół po szynach w łukach z powodu różnej długości obydwu toków; wpływ siły ciężkości na stromych spadkach; zmiana długości szyn wskutek wahań ciepłoty; zmieniające się ugięcie szyny pod toczącemi się ciężarami, powodujące naprzemian wydłużanie się i skracanie włókien w podstawie stopki. Najwybitniejszą z tych

przyczyn są prawdopodobnie uderzenia kół o szynę przyjmującą po przeskoczeniu szpary stykowej, które wywołują silne wgłębienia podkładu stykowego, wskutek czego szyna przyjmująca wygina się poza tym podkładem w górę i podnosi z sobą podkłady. Toczące się koło ma przed sobą silne wzniesienie do przebycia, resory doznają zgniecenia, a wzmożony nacisk koła na szynę powoduje przesunięcie jej wprzód nawet razem z podkładami. Na linjach dwutorowych, na których ruch po każdym torze odbywa się tylko w jednym kierunku, występuje migracja silniej, niż na jednotorowych, i to z reguły w kierunku ruchu. W prostych wędrują obydwa toki zazwyczaj równomiernie, czasem jednak i nierównomiernie: tok lewy wędruje szybciej od prawego. Przyczyna leży we właściwościach mechanizmu pędowego lokomotywy (korba lewa wyprzedza prawą i powoduje przeciążenie toku lewego). W łukach migracja zw. silniejsza, niż w prostych, i nierównomierna, a zdarza się, iż obydwa toki w łuku wędrują w kierunkach przeciwnych.

Skutki migracji: skręcenie płyt podkładowych, wyginanie i łamanie łączników, zwiększenie odstępu podkładów, zmniejszenie szpar stykowych, niebezpieczne zwężenia toru itp.

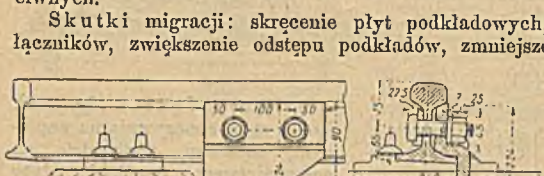


Fig. 203.

Skuteczny środek zapobiegawczy: silna i należycie utrzymana nawierzchnia, posiadająca ciężkie i długie szyny; silne i długie podkłady, ułożone w dobrym żwirze i starannie podbite; silne złącze stykowe, oraz silne wiązanie szyn z podkładami za pośrednictwem płyt podkładowych i osobnych łączników między szyną i płytą, a między płytą i podkładem. Nieraz wymiana nawierzchni na silniejszą usuwała migrację w zupełności.

Z pośród urządzeń zapobiegawczych wymienimy:

a) Zastosowanie łubków stykowych. Poziome ramię łubka stykowego opiera się o płytę podkładową, lub o sam podkład stykowy i przenosi nań siłę, przesuwającą szynę. Zarządzenie bardzo często stosowane, ale niewystarczające, a nadto nie powinno się obarczać pracą dodatkową łubków i bez tego silnie pracujących, oraz podkładów stykowych, których należyte ułożenie w żwirowce posiada z uwagi na złącze stykowe znaczenie pierwszorzędne.

Fig. 204.

b) Zastosowanie odrębnych łubków. Krótkie łubki, jedno- lub obustronne, związane z szyną jedną lub dwiema śrubami, opierają się ramieniem dolnem o płytę podkładową, lub, co lepiej, o sam podkład (fig. 203). Urządzenie znacznie lepsze, gdyż uwalnia łubki i podkłady stykowe od pracy przeciwdziałania migracji, a nadto powtórzone kilkakrotnie na długości jednej szyny rozkłada tę pracę na większą ilość podkładów pośrednich.

c) Włączenie większej ilości podkładów do współpracy przeciw migracji możemy osiągnąć, łącząc je między sobą zapomocą kątowników, układanych wzdłuż szyn, albo na krzyż.

d) Śrubka Vogla. W otwór w płycie podkładowej wkręcamy śrubę, której silna główka chwyta stopkę szyny (fig. 204). Kierunek gwintów śruby jest tak dobrany, że szyna, przesuwająca się pod wpływem migracji, przykręca śrubę, a tarcie między główką śruby i stopką szyny i wzmożone tarcie

między podstawą szyny, a powierzchnią płyty przeciwdziała posuwaniu się szyny po płycie. Urządzenie proste, tanie i nie wymagające nadzoru; wystarcza w przypadkach słabszej migracji.

e) Klin Dorpmüllera (fig. 205). Sprężysty płaskownik stalowy obejmuje stopkę szyny i silnem kątowem ramieniem opiera się o podkład. Między płaskownik, a krawędź stopki szyny wchodzi klin. Szyna, posuwająca się pod wpływem migracji, wbija klin między płaskownik i stopkę szyny i przyciska go coraz silniej do stopki szyny, wywołując potrzebne tarcie. Urządzenie bardzo skuteczne; można je stosować w ilości dobranej odpowiednio do siły migracji; założenie łatwe, bez potrzeby ruszania toru; nie wymaga dziurawienia szyn; pracuje samoczynnie bez potrzeby nadzoru.

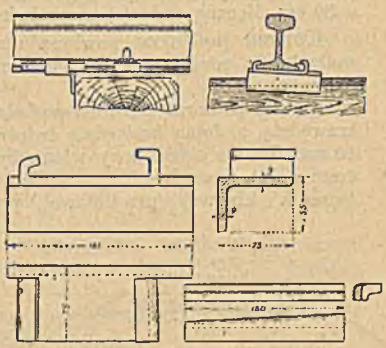


Fig. 205.

VIII. Podłoże żwirowe.

Podłoże żwirowe ma na celu stworzenie silnego i sprężystego fundamentu dla toru, ujednostajnienie i zmniejszenie ciśnień na podtorze, oraz utrzymanie toru w stanie suchym.

Materjał podłoża powinien posiadać dostateczną wytrzymałość na zgniatanie, być niewrażliwy na działanie wilgoci i mrozu, posiadać należytą przepuszczalność i dawać się łatwo podbijać. Warunki te spełnia najlepiej tłuczeń (żwir tłuczony) z twardego kamienia, bo posiada znaczną wytrzymałość na ciśnienie i oporność na wpływy atmosferyczne, jest czysty, łatwo przepuszcza wodę, a ziarna jego jednakowej i odpowiedniej wielkości (3—5 *cm*) z szorstkiemi powierzchniami i ostremi krawędziami dają się łatwo podbijać i podbite dobrze się utrzymują. Miękkie gatunki kamienia mniej przydatne, gdyż łatwiej wietrzeją i kruszą się przy podbijaniu. Żwir rzeczny jest czysty i przeważnie niewrażliwy na wpływy atmosferyczne, lecz ziarna posiadają rozmaitą wielkość, są gładkie i wyokrąglone, więc dają się trudniej podbijać. Żwir kopany, zmieszany zazwyczaj z gruboziarnistym piaskiem, jest przydatny na żwirówkę, jeśli jest czysty, bez domieszek ziemi lub gliny. W okolicach, posiadających huty, można użyć żużli, o ile są wytrzymałe i trwałe.

W braku żwiru można użyć czystego, gruboziarnistego piasku, który daje się dość dobrze podbijać, a jazda po nim jest miękka. Drobny piasek nieodpowiedni, gdyż trudno się podbija, usuwa się z pod podkładów pod wpływem wstrząśnień, łatwo wypłukuje go woda i unosi wiatr.

Grubość żwirówki pod podkładami conajmniej taka, aby ciśnienie na podtorze nie przekraczało dozwolonej granicy i nie wywoływało trwałych jego odkształceń. Przyjmując jednostajny rozkład ciśnienia, dopuszczalne obciążenie podtorza 1,0 kg/cm^2, długość podkładu 2,50 *m* i dolną jego szerokość 24 *cm*, otrzymamy dla obciążenia osi pojazdu 16 *t*, grubość żwirówki pod podkładem około 20 *cm*. P. P. M. polecają grubość warstwy żwirówki, mierzoną od podstawy szyn, zależnie od rodzaju żwiru, materjału podtorza i odstępu podkładów dla kolei głównych pierwszorzędnych 35—50 *cm*, zaś dla torów stacyjnych i dla kolei głównych drugorzędnych mniejszą, lecz nie więcej, niż o 5, względnie 8 *cm*. Na kolejach lokalnych normalno- i wąskotorowych ma ta grubość, mierzona od spodu podkładu, wynosić conajmniej 130 *mm*, a na gruntach gliniastych i nieścisłych conajmniej 200 *mm*.

Szerokość żwirówki zależy od długości podkładów, a mianowicie krawędź jej korony wysuwamy poza końce podkładów o wymiar 15—25 *cm* celem ułatwienia podbicia i ochrony podtorza od przemarzania, a podkładów od pękania. P. P. M. postanawiają dla kolei głównych: szerokość górnej powierzchni żwirówki winna być większa od długości podkładów na linjach pierwszorzędnych conajmniej o 50 *cm*, na drugorzędnych zaś conajmniej o 30 *cm*. Boczne stoki (skarpy) żwirówki winny mieć pochylenie 1 : 1,5.

Korona podtorza powinna otrzymać taką szerokość, aby żwirówka znalazła na niej wygodne pomieszczenie. P. P. M. postanawiają dla kolei głównych:

Korona podtorza powinna posiadać taką szerokość, aby ława między jej krawędzią, a dolną krawędzią żwirówki wynosiła z każdej strony conajmniej 40 *cm*. Ta szerokość ławy winna być zachowana również na łukach, przyczem należy uwzględnić przesunięcie łuku względem linji prostej dla umieszczenia krzywej przejściowej, przechyłkę i poszerzenie toru, a przy dwóch lub więcej torach również zwiększenie szerokości międzytorza.

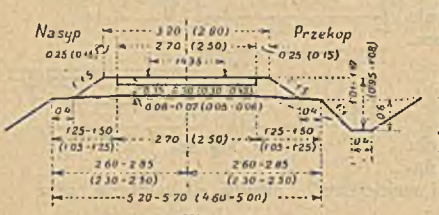


Fig. 206.

Korona podtorza winna otrzymać obustronne spadki dla ułatwienia odpływu wody. Na linjach jednotorowych środkowa część korony podtorza winna być pozioma na długości podkładów.

Wymiary. Ustalone zgodnie z postanowieniami P. P. M. najmniejsze wymiary normalnego przekroju poprzecznego torowiska jednotorowych kolei głównych podaje fig. 206, przyczem wymiary bez nawiasów odnoszą się do kolei pierwszorzędnych, a wymiary w nawiasach do kolei drugorzędnych.

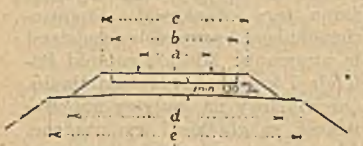


Fig. 207.

Dla kolei lokalnych normalno- i wąskotorowych najmniejsze dozwolone wymiary przekroju poprzecznego są według P. P. M. następujące (fig. 207):

a	*b*	*c*	*d*	*e*	
1435	2440	2440	3400	4300	*mm*
1000	1800	2100	2850	3200	*mm*
750	1500	1800	2550	2900	*mm*
600	1200	1500	2250	2600	*mm*

IX. Obrachowanie nawierzchni.

Dokładne wyznaczenie naprężeń w elementach nawierzchni napotyka na trudności wobec niemożności określenia wielkości sił zewnętrznych i niepewności podparcia toru sypkim materjałem żwirowym. Dlatego też wyniki teorji zgodne są tylko w przybliżeniu z rzeczywistością.

Dla obciążenia **statycznego** (spokojnego) podaje teorja wzory następujące.

1. Nawierzchnia podłużna.

a) Siły pionowe (podług Zimmermanna).

Dla obciążenia toku jednym ciężarem P *kg* otrzymujemy w punkcie odległym o x *cm* od punktu zaczepienia siły:

moment zgięcia w *kg/cm* $\quad M = \frac{P}{4\varkappa}\mu,$

rzędną ugięcia w *cm* $\quad y = \frac{\varkappa P}{2Cb}\eta.$

ciśnienie na żwirówkę $p\ kg/cm^2 = Cy$,

przyczem $\varkappa = \sqrt[4]{\frac{Cb}{4EJ}}$,

gdzie: C — znamię podłoża, którego wielkość zależy od rodzaju żwiru i jakości podtorza. Dla gorszego żwiru i zwykłego, mało wytrzymałego gruntu $C = 3$; dla dobrego tłucznia na suchym, wytrzymałym gruncie $C = 8$; na skalistem podtorzu może dojść do 30. Podług Wasiutyńskiego należy dla zwykłych warunków przyjmować $C = 3$ do 4.

b dolna szerokość podkładu w cm,

E spółczynnik sprężystości materjału nawierzchni (dla stali 2×10^6, dla drzewa $1{,}2 \times 10^5$),

J moment bezwładności przekroju nawierzchni w cm^4. (Dla nawierzchni dwudzielnej, gdzie szyna i podkład wykonane są z tego samego materjału, a ich momenty bezwładności są J_1 i J_2, wynosi $J = J_1 + J_2$; przy różnych materjałach $EJ = E_1 J_1 + E_2 J_2$.)

η i μ wartości pomocnicze, podane w tabeli IIa dzieła Zimmermanna „Berechnung des Eisenbahnoberbaues“, przyczem $\varphi = \varkappa x$. W punkcie działania ciężaru P jest $\eta = \mu = 1$.

Wpływ większej ilości ciężarów równa się algebraicznej sumie wpływów poszczególnych ciężarów.

Wygięcie poprzeczne podkładu wywołuje w górnej jego blasze naprężenie dodatkowe

$$\sigma = \frac{6 M_1}{g^2},$$

przyczem $$M_1 = \frac{1}{8} p_0 (b - b_1)^2.$$

We wzorach tych oznaczają: g grubość blachy podkładu w cm; p_0 ciśnienie na żwir w punkcie działania ciężaru P; b szerokość podkładu; b_1 szerokość stopki szyny.

b) Siły poziome. Wielkość siły poziomej podług Engessera $H = \beta P$, przyczem $\beta = 0{,}003\ v$ (km/godz.). Punkt zaczepienia siły poziomej na przejściu z górnej do bocznej powierzchni główki i to tem niżej, im większa siła H.

Moment wywołany w toku nawierzchni siłą poziomą H:

$$M_2 = \frac{1}{8} \beta a H,$$

przyczem a oznacza odstęp ciężarów P (kół lokomotywy) w cm.

Do wyznaczenia natężeń w poprzeczce służy wzór:

$$\sigma_p = \frac{H}{2F} \pm \frac{H h c}{2 J_p},$$

przyczem F oznacza powierzchnię przekroju poprzeczki w cm^2, c jej wysokość w cm, J_p moment bezwładności jej przekroju w cm^4, zaś h odstęp punktu zaczepienia siły poziomej H od osi obojętnej przekroju poprzeczki w cm.

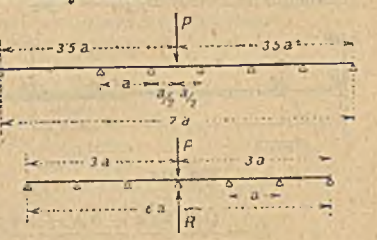


Fig. 208 i 209.

2. Nawierzchnia poprzeczna.

a) Siły pionowe.

α) Szyna (podług Skibińskiego).

Największy moment zgięcia dla układu, przedstawionego na fig. 208:

$$M_0 = P a\ [m_0].$$

Największe ciśnienie na podkład dla układu podług fig. 209.:

$$R = P\ [r].$$

We wzorach tych $[m_o]$ i $[r]$ otrzymują następujące wartości:

Dla $\gamma =$	0	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4
$[m_o] =$	0,1708	0,1877	0,2001	0,2188	0,2331	0,2448	0,2548	0,2636	0,2715
$[r] =$	1,0000	0,8425	0,7599	0,6665	0,6113	0,5733	0,5450	0,5229	0,5050

Dla $\gamma =$	1,6	1,8	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0
$[m_o] =$	0,2786	0,2851	0,2912	0,3047	0,3165	0,3271	0,3368	0,3458	0,3542
$[r] =$	0,4901	0,4774	0,4665	0,4445	0,4277	0,4142	0,4030	0,3935	0,3852

przyczem γ obliczymy z wzorów:

dla nawierzchni na podkładach żelaznych $\gamma = \frac{6EJ}{a^3} v$,

dla nawierzchni na podkładach drewnianych $\gamma = \frac{6EJ}{a^3}(v + v')$.

We wzorach tych oznaczają: E i J spółczynnik sprężystości materjału szyny i moment bezwładności jej przekroju; a odstęp osiowy podkładów w cm; oraz

$$v = \frac{\varkappa}{Cb}[\eta_e],$$

$$v' = \frac{1}{70f},$$

przyczem $\varkappa = \sqrt[4]{\frac{Cb}{4E_1J_1}}$ (E_1 i J_1 oznaczają spółczynnik sprężystości materjału podkładu i moment bezwł. jego przekroju), C znamię podłoża, b dolną szerokość podkładu; $[\eta_e]$ wartość pomocniczą, którą wyznaczyć możemy z tabeli VI dzieła Zimmermanna „Die Berechnung des Eisenbahnoberbaues“ dla $\lambda = \varkappa l$ oraz $\rho = \varkappa r$ (l jest połową długości podkładu, zaś r połową szerokości toru), wreszcie f oznacza powierzchnię w cm^2, którą podkład styka się z szyną, a więc ewentualnie powierzchnię płyty podkładowej.

β) Podkład (podług Zimmermanna).

Dla długości podkładu $2l$ i szerokości toru $2r$ otrzymujemy:

	w środku podkładu:	pod szyną:	na końcu podkładu:
moment zgięcia	$M_o = \frac{R}{2\varkappa}[\mu_o]$,	$M_r = \frac{R}{2\varkappa}[\mu_e]$,	$M_l = 0$,
wgłębienie podkładu	$y_o = \frac{\varkappa R}{Cb}[\eta_o]$,	$y_r = \frac{\varkappa R}{Cb}[\eta_e]$,	$y_l = \frac{\varkappa R}{Cb}[\eta_\lambda]$,
ciśnienie na żwirówkę	$p_o = C y_o$,	$p_r = C y_r$,	$p_l = C y_l$.

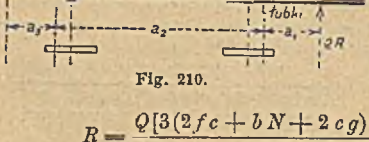


Fig. 210.

Ilości pomocnicze $[\mu_o]$, $[\eta_o]$, $[\mu_e]$, $[\eta_e]$ i $[\eta_\lambda]$ odczytać możemy z tabeli VI wyżej wymienionego dzieła Zimmermanna.

γ) Łubek (podług Skibińskiego).

Dla układu podpór i obciążeń podług fig. 210 otrzymujemy nacisk łubka w punkcie A (w szparze stykowej):

$$R = \frac{Q[3(2fc + bN + 2cg) + 8a_1^2N] - 3P(2cd - aN)}{3(bN + 2cg) + 2a_1^2N\frac{1+4n}{n}}.$$

W tym wzorze oznaczają:

$$n = \frac{E_1J_1 \text{ (dla łubka)}}{EJ \text{ (dla szyny)}}; \quad \gamma = \frac{v + v'}{v} \text{ [obacz ustęp 2. a), a)]};$$

$$a = a_2 a_3; \quad b = 2 a_1 a_2; \quad c = a_2 (a_2 + 2 a_3); \quad \alpha = \frac{a_2^3}{6 E J . v};$$

$$d = \varphi (a_2 + a_3) + \alpha a_3; \quad f = \varphi a_2; \quad g = a_1 (2 \varphi - \alpha);$$

$$N = 2 [f + \alpha (a_2 + 3 a_3)].$$

Wartość stycznej podporowej (w punkcie B) określa się wzorem;

$$\tau_1 = \frac{a_1^2}{6 E_1 J_1} [R (1 + 4 n) - 4 Q n],$$

zaś moment zgięcia łubka w punkcie A wzorem:

$$M_a = R . \frac{a_1}{2} + \frac{E_1 J_1 \tau_1}{a_1}.$$

b) Wpływ sił poziomych na podkład może być praktycznie pominięty. Moment zgięcia szyny pod działaniem siły poziomej H przy odstępie podkładów a w przybliżeniu:

$$M = 0{,}2 H a.$$

Działanie dynamiczne obciążeń na tor kolejowy objawia się wydatnem zwiększeniem obciążeń pionowych i ma swoje źródło w wzmożonem wahaniu resorów, w szkodliwych ruchach lokomotywy, w działaniu wolnej siły odśrodkowej, wytworzonej przez przeciwwagę koła pędowego, w nierównomiernem wgłębieniu obydwu toków, w falistem ugięciu i w pionowych wahaniach sprężystego toru. Wpływy te mogą w warunkach niekorzystnych sumować się i zwiększyć nacisk statyczny o 100—140%.

Siły poziome mogą przy wielkich chyżościach i lichym stanie toru i pojazdów osiągnąć wielkość pionowego obciążenia koła, a wyjątkowo nawet je przewyższyć. W ruchu regularnym i na starannie utrzymanym torze wynoszą 0,25—0,30 ciężaru koła.

Wielkie siły poziome wywołują osie odciążone, natomiast największe siły pionowe osie przeciążone; dlatego obydwie siły nie mogą występować równocześnie w swych największych wartościach.

Skibiński zaleca następujące postępowanie przy obliczaniu nawierzchni. Przekrój szyny przyjmować zużyty do dopuszczalnej granicy; należy wprowadzić obok normalnego obciążenia statycznego odpowiednie przeciążenie osi (dla toru dobrze utrzymanego 25%, dla toru zużytego 50% obciążenia normalnego), wreszcie uwzględnić wpływ siły poziomej, której wielkość można przyjąć mniej więcej równą wielkości przeciążenia pionowego. Uwzględniając wspólne działanie sił pionowych i poziomych, w ten sposób określonych, możemy dopuścić znacznie większe naprężenia, niż w innych konstrukcjach inżynierskich i doprowadzić naprężenie w chwili, gdy szyna z powodu zupełnego zużycia ma być z toru usunięta, prawie do granicy proporcjonalności, a więc dojść, a nawet przekroczyć 3000 kg/cm^2.

Podkłady z żelaza zlewnego mogą być naprężone do 1600 kg/cm^2, zaś drewniane do 100 kg/cm^2.

Dopuszczalne naprężenie żwirówki i wgłębienie podkładu można przyjąć podług Engessera:

dla znamienia podłoża	$C =$	3	8	30
wgłębienie podkładu	$y =$	0,50	0,25	0,10 cm
naprężenie żwirówki	$p =$	1,50	2,00	3,00 kg/cm^2.

IX. Układanie toru.

1. Po wyrównaniu podtorza i po nadaniu mu przepisanego profilu następuje dokładne wytyczenie osi toru podług kierunków i wysokości. W prostych wystarcza podanie punktów kierunkowych w odstępach co 100 m; łuki tyczymy wraz z krzywemi przejściowemi, oznaczając ich początki i końce,

oraz punkty pośrednie w odstępach 10 lub 20 *m*, zależnie od wielkości promienia.

Kołki wysokościowe umieszczamy na krawędzi podtorza w odstępach co 50—100 *m*, oraz w punktach załomów spadku, oznaczając początki, końce i środki łuków wyokrąglających.

2. Dostawa materjałów na wierzchni. Przy budowie nowej linji kolejowej urządzamy w odstępach co kilka kilometrów place składowe, na które dowozimy szyny z drobnym materjałem, podkłady i ewentualnie żwir. W ten sposób dzielimy szlak kolei na odcinki, na których układanie toru rozpocząć można równocześnie. Z placów składowych dowozimy materjały do miejsca roboty wózkami roboczemi, uruchomionemi ręcznie lub siłą koni. Jeśli budowę toru rozpoczynamy od stacji kolei istniejącej, wówczas dowozimy materjały do miejsca roboty pociągiem, popychanym lokomotywą. Sposób ten konieczny jest także wtedy, gdy brak odpowiednich dróg utrudnia lub uniemożliwia transport materjałów na place składowe. Najkorzystniej rozpocząć budowę toru od wysypania warstwy żwiru na grubość do dolnej krawędzi podkładów, jednak sposób ten możliwy jest tylko, gdy mamy dostępne źródła żwiru wzdłuż linji i możemy je bez trudności eksploatować przy pomocy taczek lub wózków, albo też gdy budujemy drugi tor obok istniejącego. W zwykłych warunkach układamy tor na koronie podtorza, poczem dopiero dowozimy żwir pociągami.

3. Układanie toru rozpoczynamy rozłożeniem podkładów w ustalonych odstępach przy pomocy łaty o długości szyny z oznaczonemi na niej odstępami osi podkładów. Na podkładach rozmieszczamy płyty podkładowe, a na nich szyny, które dowozimy wózkami, a następnie przenosimy na miejsce ułożenia ręcznie, posługując się żelaznemi kleszczami. Ułożone szyny wiążemy łubkami, ściągając każdą parę łubków dwiema skrajnemi śrubami, znaczymy na szynach kredą położenie środków podkładów, podsuwamy podkłady na właściwe miejsce, sprawdzamy prostopadłe ułożenie styków i zakładamy w szparach stykowych blaszki lub deseczki celem ustalenia ich wielkości. Przy układaniu unikać rzucania szyn i żelaznych podkładów; łubki, płyty podkładowe i śruby oczyścić przed założeniem. Następuje przytwierdzenie szyn do podkładów najpierw w jednym toku, potem w drugim z zachowaniem dokładnej szerokości toru. Każdą szynę przytwierdza się, zaczynając od podkładów stykowych. Gwoździe wbija się w podkład młotem, śruby wkręca się kluczem. Dla śrub nawiercamy otwory świdrem o średnicy $^{7}/_{8}$ grubości śruby; dla gwoździ nawiercamy otwory tylko w podkładach twardych. Gwożdżenie toru wymaga wprawnych robotników; wadliwie wbite gwoździe wyciąga się z podkładu drągiem żelaznym z kozią łapką.

4. Po torze, z grubsza ułożonym, dowozimy żwir i podnosimy tor do projektowanego poziomu, podważając podkłady drągami lub podnosząc szynę wraz z podkładami przy użyciu lewarków. Następuje podbicie podkładów żwirem; w ten sposób uzyskujemy ustalenie położenia toru; staranne wykonanie tej czynności jest ważne. Podnosimy tor naraz na wysokość nie większą, niż 10—15 *cm* dla lepszego ubicia żwiru i dla uniknięcia wyginania szyn. Podbijanie podkładów uskuteczniamy podbijakami równocześnie z obu stron, wbijając żwir z boku pod podstawę podkładu. Wysokość toru sprawdza się zapomocą łaty z libelą na kołkach wysokościowych, a między niemi na oko, lub przy użyciu krzyżów. Równocześnie sprawdza się równą wysokość obu toków w prostych. Przechyłkę toru w łukach uzyskuje się przez wyższe podbicie toku zewnętrznego i sprawdza zapomocą prawidła schodkowego.

Podczas podbijania przeprowadzamy regulowanie toru do położenia zgodnego z linją wytyczoną. Następnie zakładamy na stykach resztę śrub i dokręcamy kluczem nasrubki, dobijamy gwoździe i dokręcamy śruby, oraz usuwamy wkładki ze szpar stykowych.

Po przejściu pierwszych pociągów tor osiada się i musi być powtórnie podbity i uregulowany, a następnie jeszcze raz po upływie 1—2 miesięcy. Po ostatecznem podniesieniu i uregulowaniu toru dopełnia się żwiru do górnej krawędzi podkładów i nadaje żwirówce przepisany profil.

Roboty uboczne przy układaniu toru.

1. Wykonanie zaciosów w podkładach drewnianych, jeśli szyna ma spoczywać na podkładzie wprost, lub za pośrednictwem płyt podkładowych równoległych. Zaciosy najlepiej wykonywać maszynowo na placach składowych; na miejscu użycia wykonywa się je ręcznie przy użyciu ciesaka i prawidła, podającego odstęp i pochylenie zaciosów.

2. W łukach powinny szyny być gięte odpowiednio do wymaganej strzałki $f = \frac{l^2}{8R}$, gdy l jest długością szyny, a R promieniem łuku. Służą do tego osobne urządzenia, złożone z 3 walców, ustawionych tak, że szyna przeprowadzona między niemi, otrzymuje żądaną strzałkę. Wyginanie szyn przez obciążenie, bicie młotem, lub rzucanie jest niedopuszczalne. Nowe szyny są długie i sprężyste, więc mogą być układane bez poprzedniego gięcia, a potrzebną strzałkę osiąga się przy gwoździeniu, wyginając szynę przy pomocy drąga.

3. Skracanie szyn przeprowadza się na zimno przy użyciu piły. Do wiercenia dziur służy wiertarka ręczna.

4. Wyposażenie szlaku stanowią następujące znaki:

a) znaki kierunkowe, ustawiane na krawędzi podtorza w początkach i końcach łuków z podaniem promienia, długości łuku, przechyłki i poszerzenia toru;

b) znaki spadkowe w punktach załomu spadku z podaniem długości i wielkości stykających się spadków;

c) znaki odległościowe, ustawiane w odstępach co 100 *m*;

d) znaki wysokościowe, umieszczone na stałych punktach linji, jak np. przyczółki mostów itp.

X. Utrzymanie toru.

Tor powinien być stale i umiejętnie dozorowany, chroniony od uszkodzeń i utrzymywany w dobrym stanie. Uszkodzenia co rychlej naprawiać, a całość toru, lub jego poszczególne części wymieniać, gdy zużycie ich osiągnęło dozwoloną granicę. Stan toru zależy od stanu jego części składowych i od jednostajnego, a stałego ułożenia podkładów w podłożu.

Czynności, związane z utrzymaniem toru, są:

1. nadzór i ochrona toru; 2. naprawa toru drobna i główna; 3. odbudowa toru.

Wszystkie te roboty należy wykonywać bez przerwy ruchu i ile możności bez zwalniania biegu pociągów. Przeprowadza się więc je częściami, odpowiednio do czasu między pociągami. Potrzebne materjały i narzędzia przygotować i przeprowadzić robotę według ściśle ułożonego planu. Miejsce pracy osłonić w razie potrzeby sygnałami na zatrzymanie lub na wolną jazdę pociągu.

Nadzór i ochrona toru. O stanie toru przekonać się można przez przejazd linji na lokomotywie, na platformie ostatniego wagonu, lub drezyną, albo też przez obchód pieszo. Strażnik obchodowy bada podczas obchodu stan toru i wszystko, co mogłoby zagrażać bezpieczeństwu ruchu, stara się usunąć sam, lub zagradza miejsce zagrożone sygnałami i zawiadamia sąsiednie stacje o niebezpiecznem uszkodzeniu toru. Bada gwoździe, śruby podkładowe i stykowe i ewentualnie dobija je, lub dokręca; oczyszcza żłobki dla rąbka koła na przejazdach w poziomie, usuwa chwasty i poprawia żwirówkę, a w zimie zgarnia śnieg z szyn dla sprawdzenia stanu łączników.

W razie pęknięcia szyny zagradza miejsce pęknięcia sygnałami i daje znać torowemu, który przeprowadza wymianę szyny. W miarę możności podsuwa podkład pod pęknięcie i przybija do niego oba pęknięte końce, poczem może przepuścić pociąg z małą chyżością. Można również związać czasowo szynę pękniętą łubkami płaskiemi, rozpartemi szponą i klinem. Torowy dokonywa przeglądu swego odcinka codziennie. Nadzorca kolejowy (banmistrz) obchodzi przydzielony mu odcinek w okresach czasu, oznaczonych przepisami, przyczem bada stan toru, kontroluje czynności torowych i strażników, zarządza potrzebne roboty i sprawdza pomiar toru co do szerokości i wysokości, dokonany przez torowego. Pomiar toru należy przeprowadzać w odstępach czasu, określonych przepisami i dokonywują go po części strażnicy obchodowi (szerokość toru), a po części torowi (wysokość szyn).

Naprawa toru. Naprawę toru przeprowadzają na przydzielonych im odcinkach stałe partje robocze pod nadzorem torowych. Rozróżniamy naprawę drobną i główną. Naprawę drobną przeprowadza się doraźnie w miarę potrzeby, zaś główną na linjach z silnym ruchem corocznie; przy słabszym ruchu raz na 2—3 lat.

a) Do naprawy drobnej należą: przebicie gwoździ lub wkręcenie śrub w inne miejsce, gdy szerokość toru ulega pod wpływem ruchu zmianie, przekraczającej dozwolone granice; podbicie osiadłych podkładów; regulowanie kierunków toru; regulowanie szpar stykowych; równanie wysadzin; dosypywanie i oczyszczanie żwirówki; wymiana poszczególnych podkładów, szyn i łączników.

b) Do naprawy głównej zaliczamy podnoszenie i podbijanie toru na znaczniejszej długości, oraz obszerniejszą wymianę poszczególnych części składowych nawierzchni, przyczem obydwie czynności odbywają się zwykle równocześnie. Przed przystąpieniem do podnoszenia toru sprawdza się jego stan ogólny: stan żwiru, podkładów i łączników, wielkość szpar stykowych i ich wzajemne ułożenie, rozmieszczenie podkładów, szerokość toru, a na linjach dwutorowych odstęp torów. Ewentualne braki usuwa się; zanieczyszczony żwir zastępuje świeżym, zepsute podkłady wymienia itp. Pojedyncza wymiana szyn i podkładów przestaje być celowa, gdy ilość już wymieniona dosięga połowy i wówczas przystępujemy do wymiany całkowitej. Na podstawie doświadczenia ustala się pewien okres czasu, po upływie którego trzeba przeprowadzić wymianę ciągłą podkładów; niekiedy przyśpieszenie tej wymiany wywołują inne okoliczności, jak np. zmiana typu podkładów przy ogólnem wzmacnianiu toru itp. Wymianę szyn przeprowadza się stopniowo przez dłuższy okres czasu, wybierając najpierw odcinki, gdzie jest najpilniejsza. Z wymianą szyn łączy się zazwyczaj wymianę podkładów. Przy podkładach miękkich, trwających stosunkowo krótko, nie trudno utrafić porę odpowiednią do równoczesnej wymiany, jednak robimy to zazwyczaj i przy podkładach dębowych, tem więcej, że usunięte zdrowe jeszcze podkłady mogą być z korzyścią użyte do wymiany pojedynczej, lub dla torów stacyjnych. Przy równoczesnej wymianie szyn i podkładów należy odnowić zupełnie żwirówkę i w ten sposób ciągła wymiana szyn pociąga za sobą zwykle całkowitą odbudowę toru.

Odbudowa toru. *a*) Jeśli przerwy między pociągami są dłuższe — 2 do 3 godzin — wymieniamy jednocześnie całość toru. Odkrywamy podkłady na przestrzeni około 100 *m*, odejmujemy łubki, wyciągamy gwoździe i śruby, zdejmujemy szyny i usuwamy podkłady. Żwirówkę wzruszamy, usuwamy jej części nieprzydatne i resztę wyrównywamy do poziomu nieco niższego, niż poziom dolnej podstawy podkładów. Dalsza czynność, jak przy budowie nowego toru.

b) Drugi sposób polega na przygotowaniu obok toru gotowych ogniw toru, tj. par szyn, przytwierdzonych do podkładów, które układa się nad rowem w przekopie, lub nad skarpą nasypu. Można też przygotowywać te

ogniwa na torze w czasie między pociągami i przesuwać na wałkach na pomosty. Po odkryciu podkładów i po usunięciu starego toru spulchnia się, oczyszcza i uzupełnia żwirówkę, a następnie wsuwa się gotowe ogniwa i wiąże z poprzedniemi. Sposób ten, gorszy od poprzedniego, nadaje się przy mniejszych odstępach czasu między pociągami.

c) Trzeci sposób, używany w przypadkach silnego ruchu, gdy oba poprzednie nie mogą być zastosowane, polega na wymianie szyn z pozostawieniem starych podkładów, które następnie wymienia się stopniowo ze żwirówką.

Praca na torze trwa cały rok. Gdy nadchodzi pora topnienia śniegu, należy ułatwić odpływ wody przez oczyszczenie rowów, podbić miejsca osiadłe, sprawdzić i ewentualnie poprawić szerokość toru, uregulować jego ułożenie w prostych i w łukach, a wreszcie przeprowadzić wymianę pojedynczą szyn, podkładów i łączników. Okres letni właściwy do przeprowadzenia naprawy ciągłej, przy której należy odkryć wszystkie podkłady, oczyścić i uzupełnić żwir, wymienić uszkodzone części nawierzchni, sprawdzić i uregulować tor i styki, podkłady podbić, zasypać żwirem i uporządkować cały przekrój poprzeczny. W razie potrzeby przeprowadza się równocześnie całkowitą wymianę podkładów, żwiru lub szyn, albo zupełną odbudowę toru. Jesienią należy tor doprowadzić do zupełnego porządku i powierzchnię żwirówki starannie wyrównać, by uniknąć zbiorników dla wody i śniegu. W zimie ogranicza się roboty na torze do potrzeb koniecznych, a więc wymienia się pęknięte, lub uszkodzone szyny i łączniki, równa się wysadziny, oczyszcza tor ze śniegu, oraz reguluje się szerokość toru.

Ochrona toru przed zawianiem. Na zawianie śniegiem narażone są odcinki trasy, leżące w wysokości terenu, korony wysokich nasypów i płytkie przekopy, jeśli wiatry mają kierunek zbliżony do prostopadłego do osi toru. Już przy projektowaniu kolei należy z uwagi na zawieje śnieżne unikać układania niwelety w wysokości terenu, lub w płytkim przekopie. Nasypy o wysokości 0,7—1,0 *m* nie doznają zawiania.

Urządzenia zapobiegawcze przeciw zawianiu (por. też Część I Podręcznika, str. 106):

a) Przenoszące śnieg poza tor; tu należą: podniesienie toru do potrzebnej wysokości; spłaszczenie skarp przekopu; osobne budowle, zwiększające chyżość wiatru nad torem.

Jeśli niweleta toru leży w poziomie terenu, może podniesienie jej o kilkadziesiąt *cm* wyżej okazać się tańsze, niż inne urządzenia ochronne. Spłaszczenie skarp przekopu możliwe tylko przy bardzo płytkim przekopie i na tanich gruntach. Nachylenie skarp trzeba obierać 1 : 10. Do budowli, zwiększających chyżość wiatru nad torem, należą pochyłe dachy na skarpach przekopu pomysłu Hovie'go i piramidy Rudnickiego.

b) Zatrzymujące śnieg przed torem. Tu należą: pasy zalesione, mury, parkany lub płoty; wałki ziemne; rozszerzenie przekopów i zasłony ruchome. Pasy zalesione otrzymać powinny szerokość 12—15 *m* i odpowiedni rodzaj drzew (lepsze szpilkowe). Mury stosujemy wówczas, gdy mamy kamień pod ręką, zresztą stawiamy parkany ze starych podkładów, z desek między podkładami, albo płoty grodzone z łoziny. Zaleca się sadzenie krzaków koło parkanu, gdyż po paru latach wyrosną i pozwolą na usunięcie zniszczonego parkanu. Wysokość zasłony zależy od głębokości przekopu i od wielkości spodziewanych zasp, a te znów zależą od miejscowych stosunków klimatycznych i od wielkości otwartej przestrzeni przed torem. Nad głębokim przekopem ustawiamy parkany na krawędzi przekopu; przy płytkich przekopach należy odsunąć się od tej krawędzi. Przy bardzo silnych zawiejach dobrze użyć podwójnych parkanów, z których jeden ustawiamy tuż nad przekopem, a drugi odsunięty. Wtedy wysokość parkanu może być mniejsza. W przejściach z przekopu do nasypu zachodzi obawa

zasypania wlotu do przekopu. W tych punktach dobrze jest ustawić kolisto drugi parkan (fig. 211) i przedłużyć go nieco w stronę przekopu. Potrzebną wysokość parkanu najlepiej ustalić doświadczalnie. Wałki ziemne odpowiednie tam, gdzie mamy nadmiar materjału ziemnego użyć na odkłady. Rozszerzenie przekopu stanowi dobrą ochronę przed zawianiem, sposób ten można jednak stosować tylko podczas budowy, gdy brakuje materjału na nasyp. Zasłony ruchome składają się z oddzielnych tablic o długości 2,5—3,0 *m*, a wysokości 1,5—2,0 *m*, zbitych z łat na podobieństwo sztachet. Ustawia się je pionowo i przywiązuje do kołów, wbitych w ziemię, albo pochyło i podpiera kołem z tyłu. Nie wymagają one zakupna gruntów, gdyż wystarczy dzierżawa na okres zimowy; są jedyne tam, gdzie z powodu zmiennego kierunku wiatrów zasłony stałe nie odpowiedziałyby celowi, a wreszcie dają się podnosić w miarę narastania zaspy.

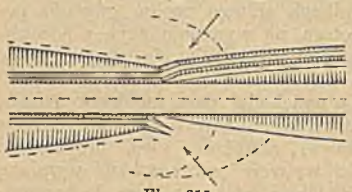


Fig. 211.

Koszta utrzymania toru zależą od ustroju toru i jego stanu (nowy, czy stary), od wielkości ruchu, od rodzaju i położenia podtorza, oraz w wysokim stopniu od dobroci żwirówki. Roboty około utrzymania toru przeprowadza się ogólnie systemem dniówkowym, gdyż należyte określenie cen akordowych jest bardzo trudne wobec różnorodnych stosunków na poszczególnych przestrzeniach i wobec wpływu chwilowych warunków atmosferycznych, a nadto braku gwarancji starannego wykonania. Dla przeciętnych stosunków można określić potrzebną ilość dniówek roboczych na rok i 1 *km* toru wzorem

$$D = a + 30\sqrt{n},$$

przyczem n oznacza ilość pociągów na dobę, zaś a jest liczbą, zależną od jakości podłoża i żwirówki. Waha ona od 50 do 100. Dla kolei Warszawsko-Wiedeńskiej dla toru z szyn o ciężarze 31,4 *kg/m* b. podaje prof. Wasiutyński wzór: $D = 200 + 40\sqrt{n}$. — Ilość ta dla toru z szyn o ciężarze 38 *kg/m* b. spada o 25%, zaś dla linij dwutorowych o 20% wobec jednotorowych. Tory stacyjne wymagają zaledwie $^1/_4$ części robocizny, potrzebnej przy torach na szlaku. Wymiana ciągła podkładów wymaga 190—470, zaś wymiana szyn i podkładów 280—660 dniówek na 1 *km* toru.

LITERATURA.

Krüger: Nawierzchnia dróg żelaznych. 1923.
Skibiński: Teorja wytrzymałości nawierzchni kolejowej. 1906.
Skibiński: O wytrzymałości toru kolejowego. 1921.
Wasiutyński: Drogi żelazne. 1910.
Wątorek: Nawierzchnia poprzeczna pod działaniem sił pionowych. 1908.
Wątorek: Budowa kolei żelaznych. Tom I. 1924.
Die Eisenbahntechnik der Gegenwart. II. Band, 2. Abschn. 1908, i III. Band, 1. Hälfte. 1901.
Esselborn: Lehrbuch des Tiefbaues. I. Band. 1922.
Förster: Taschenbuch für Bauingenieure. 4. Auflage. 1921.
Handbuch der Ingenieurwissenschaften. V. Teil. II. Band. 1906.
Röll: Enzyklopädie des Eisenbahnwesens. 2. Auflage. 1912—1923.
Schau: Der Eisenbahnbau. 1914 i 1919.
Skibiński: Über Schienenstoßverbindungen. 1913.
Skibiński: Theoretische Untersuchung der Schienenstoßverbindung. 1913.
Zimmermann: Die Berechnung des Eisenbahnoberbaues. 1888.

Połączenia torów.

I. Rozjazdy i skrzyżowania.

A. Część teoretyczna.

Rozjazdy dozwalają na przeprowadzanie poszczególnych pojazdów i całych pociągów z jednego toru na drugi bez przerwy jazdy.

Rozróżniamy rozjazdy proste i łukowe.

Każdy rozjazd składa się z trzech części: ze zwrotnicy, z krzyżownicy i z torów łączących te dwa elementy.

Rozjazd prosty (fig. 212). Z prostego toru zasadniczego AP następuje odgałęzienie toru bocznego AQ, zwanego torem zwrotnym. Część AD zowiemy zwrotnicą; składa się ona z dwóch iglic i dwóch opornic. Opornica zewnętrzna $A'E'$ i iglica wewnętrzna $I''D''$, należące do toru zasadniczego, są zawsze proste; iglica zewnętrzna $I'D'$ i opornica wewnętrzna $A''E''$, należące do toru zwrotnego, mogą być proste albo zakrzywione. Rozpory r, łączące obie iglice i cięgiel m, prowadzący do przyrządu zwrotniczego Z, stanowią dopełnienie ustroju zwrotnicy.

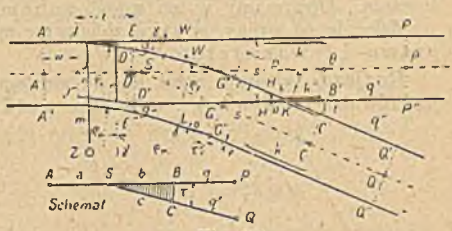


Fig. 212.

Styk opornic A, wysunięty o wymiar w przed ostrza iglic I, stanowi początek rozjazdu. Punkty D' i D'' zwiemy osadą iglicy.

W punkcie G, odległym o długość p od matematycznego punktu skrzyżowania K, przechodzi łuk toru zwrotnego w prostą skrzyżowania GQ, w której znajduje się krzyżownica $HB'C'$. Prosta skrzyżowania składa się z części przed skrzyżowaniem $G'K$, w której zawarta jest przednia prosta krzyżownicy $HK = k'$, z tylnej prostej krzyżownicy $KB' = KC' = k''$ i z prostej poza krzyżownicą $BP = q'$, względnie $CQ = q''$. Punkty P i Q stanowią zakończenie rozjazdu. Obustronne kierownice k zabezpieczają pociąg od wykolejenia podczas przejazdu przez krzyżownicę. Przecięcie się przedłużonej prostej osi toru zwrotnego z osią toru zasadniczego nazywamy środkiem rozjazdu S.

Kąt τ, zawarty między prostemi osiami obydwu torów, nazywamy kątem skrzyżowania rozjazdu i podajemy go albo w stopniach, albo też jako stosunek skrzyżowania, pisząc styczną tego kąta w postaci ułamka właściwego lub dziesiętnego.

Kąt skrzyżowania τ, promień łuku toru zwrotnego ρ i przednia prosta skrzyżowania p pozostają we wzajemnej zależności, a mianowicie wartość promienia ρ rośnie ze zmniejszaniem się kąta τ i prostej p. Długość prostej p wynosi zazwyczaj 2,5—3,0 m; w nowszych rozjazdach z większemi kątami skrzyżowania spada prawie do wartości k' (zazwyczaj nie poniżej 1 m).

Wielkość promienia łuku toru zwrotnego obierać należy odpowiednio do typu kolei i do ważności rozjazdu. Rozjazdy kolei głównych, po których przejeżdżają całe pociągi, nie powinny otrzymywać promieni mniejszych niż 180 m. Rozjazdy wjazdowe i wyjazdowe w torach głównych, po których jazda odbywa się po torze zwrotnym, otrzymywać powinny większe promienie — 300 do 500 m — jeżeli nie chcemy zmniejszać chyżości jazdy. Wogóle należy układy torów stacyjnych tak projektować, by szybkie pociągi nie przejeżdżały po torach zwrotnych rozjazdów. Rozjazdy na torach bocznych, po których nie jeżdżą całe pociągi, mogą otrzymać promienie do

140 *m*, a na rozjazdach, przejeżdżanych przez same lokomotywy o rozstawie osi najwyżej 4,5 *m* (lokomotywy stacyjne), może ten promień spaść do 100 *m*. Rozjazdy kolei podrzędnych i wąskotorowych otrzymują promienie odpowiednio mniejsze.

Stosunek skrzyżowania rozjazdów kolei głównych 1 : 8 do 1 : 12 (kąty skrzyżowania 4° 34′ 20″ do 7° 7′ 30″). Najczęściej 1 : 9 i 1 : 10. Według P. P. M. powinny rozjazdy kolei głównych, po których przechodzą zorganizowane pociągi po torze zwrotnym, otrzymać stosunek skrzyżowania nie większy niż 1 : 10 ($\tau = 5° 42' 38''$). Na kolejach lokalnych dochodzi ten stosunek do 1 : 6 ($\tau = 9° 28'$), a na wąskotorowych jeszcze wyżej.

Na planach stacyjnych oznaczamy tory i rozjazdy linjami osiowemi. W takiem przedstawieniu będzie rozjazd zupełnie określony, jeśli podamy jego początek, środek i koniec, oraz koniec krzyżownicy i wielkość kąta skrzyżowania. Otrzymamy w ten sposób schemat rozjazdu prostego (fig. 212).

Zależnie od strony, w którą zbacza tor zwrotny, rozróżniamy rozjazdy prawo- i lewozwrotne.

Rozjazd łukowy różni się od prostego tylko tem, że tor zasadniczy jest również zakrzywiony z wyjątkiem partji zwrotnicy *A D*, która pozostaje

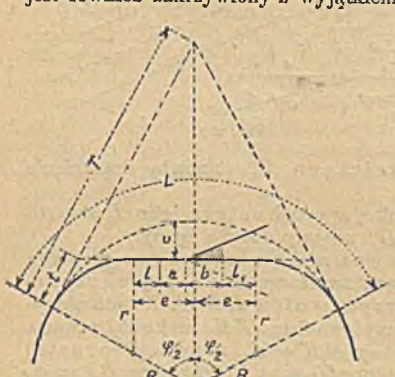


Fig. 213.

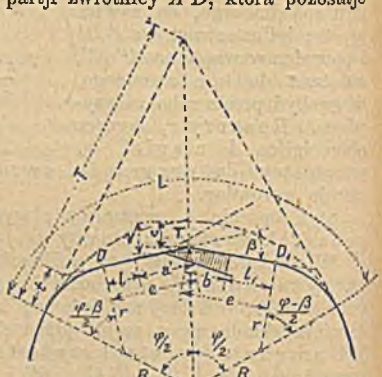


Fig. 214.

niezmieniona, i prostej skrzyżowania, która znajdować się musi i w torze zasadniczym.

Jeśli krzywizny obu torów są zgodnie skierowane, otrzymujemy rozjazd łukowy jednostronny (fig. 217); w przypadku krzywizn odwrotnych powstaje rozjazd łukowy dwustronny (fig. 218). Szczególny przypadek rozjazdu łukowego dwustronnego stanowi rozjazd symetryczny (fig. 219), w którym wszystkie elementy rozjazdu są symetrycznie ułożone względem przedłużonej osi toru prostego, poprzedzającego rozjazd. Rozjazd taki można urobić tylko przy użyciu zwrotnicy z prostemi iglicami i opornicami. Rozjazdy z zakrzywionemi iglicami, w których promienie obu torów są jednakowe, zwane powszechnie symetrycznemi, nie są niemi w ścisłem tego słowa znaczeniu.

Rozjazdy łukowe znajdują zastosowanie przy drogach zwrotniczych i przy połączeniach torów łukowych.

Odgałęzienie z toru łukowego przy zastosowaniu rozjazdu prostego: w tor łukowy wkłada się prostą i łączy ją z nim zapomocą łuków o mniejszym promieniu (fig. 213). Długość jej wynosi: $2e = a + b + l + l_1$.

Długość l_1 obieramy zazwyczaj równą wymiarowi q' danego rozjazdu, chociaż może być ona mniejszą, a nawet równą zeru. Długość prostej l według N. Z. ma wynosić conajmniej 6 *m*, jeśli odgałęzienie następuje w odwrotną stronę; przy odgałęzieniu w tę samą stronę zaleca się włączenie

prostej 6 m długiej, jeśli promień łuku poprzedzającego rozjazd wynosi mniej niż 500 m. Z rysunku (fig. 213) otrzymujemy:

$$\sin\frac{\varphi}{2}=\frac{e}{R-r};\quad v=e\operatorname{tang}\frac{\varphi}{4};\quad t=r\operatorname{tang}\frac{\varphi}{4};\quad T=R\operatorname{tang}\frac{\varphi}{2};$$

$$L=R\operatorname{arc}\varphi.$$

Zastosowanie rozjazdu prostego wymaga zazwyczaj dość znacznego przesunięcia osi toru v, niezawsze możliwego, a przerwa w ciągłości krzywizny powoduje zaburzenia w jeździe. Przy promieniach $R<700$ m wypadają promienie łuków r zbyt małe.

Korzystniejszy jest rozjazd łukowy, którego włożenie wymaga ułożenia dwóch prostych, zawierających kąt $180-\beta$, i połączenia ich obustronnego łukami o mniejszych promieniach (fig. 214). Długości prostych l i l_1 j. w.; rachunek jednak upraszcza się znacznie, jeśli przyjmiemy $DT=TD_1$, czyli $e=l+a'=b+l_1$.

Wtedy:

$$\sin\frac{\varphi}{2}=\frac{e\cos\frac{\beta}{2}-r\sin\frac{\beta}{2}}{R-r};\quad v=R-r\cos\frac{\beta}{2}-(R-r)\cos\frac{\varphi}{2}-e\sin\frac{\beta}{2};$$

$$t=r\operatorname{tang}\frac{\varphi-\beta}{4};\quad T=R\operatorname{tang}\frac{\varphi}{2};\quad L=R\operatorname{arc}\varphi.$$

Ilość v określa odstęp wierzchołka T łuku toru zasadniczego rozjazdu od łuku pierwotnego. Faktyczna wielkość przesunięcia toru:

$$V=v+r_0\operatorname{tang}\frac{\beta}{2}\operatorname{tang}\frac{\beta}{4},$$

przyczem r_0 jest promieniem łuku toru zasadniczego rozjazdu. W trudnych przypadkach można uzyskać zwiększenie kąta nachylenia prostych DT i TD_1 przez zwrócenie toru zasadniczego rozjazdu w kierunku na odgałęzienie. Wówczas kąt ten wyniesie τ przy zastosowaniu rozjazdu prostego, a $\tau\pm\beta$ przy rozjeździe łukowym jedno- względnie dwustronnym. Przesunięty tor główny otrzyma na długości rozjazdu łuk o małym promieniu łuku toru zwrotnego. Zupełną ciągłość łuku toru głównego w obrębie rozjazdu osiągniemy, przeprowadzając łuk przez zwrotnicę i krzyżownicę, które w tym wypadku otrzymują odmienne ukształtowanie. Sposób ten zastosowano w nowszych czasach na kolejach pruskich przy użyciu iglic sprężystych i krzyżownic z zakrzywioną krawędzią toru zasadniczego. Dla stosunku skrzyżowania 1 : 10 wykonano odgałęzienia dla promienia toru zasadniczego 500, 750 i 1000 m z krzywiznami toru zwrotnego 170, 190 i 250 m. Podobnie wykonano takie odgałęzienia dla stosunku skrzyżowania 1 : 14 przy promieniach 500 i 750 m w torze zasadniczym oraz 250 i 300 m w torze zwrotnym.

Fig. 215.

Obliczenie rozjazdów. 1. Zwrotnica. Rozróżniamy trzy rodzaje zwrotnic:

a) Iglica i opornica, należące do toru zwrotnego, są zakrzywione (fig. 215). Koniec iglicy nie przebiega stycznie do opornicy, bo wypadłby zbyt słaby i wymagałby zbyt długiej obróbki. Kąt ω obieramy w granicach od 0° 30′ do 0° 50′. Na wymiar g_z składa się szerokość żłobka

między iglicą i opornicą i szerokość główki iglicy. Praktycznie najmniejsze wymiary żłobka wynoszą: dla kolei normalnotorowych 52 *mm*; dla szerokości toru 1,0 *m* do 44 *mm*; dla szerokości toru 0,75 *m* do 42 *mm*. Wymiar g_z wynosi 108—125 *mm* dla kolei normalnotorowych, a 75—90 *mm* dla wąskotorowych.

Zw. obiera się g_z, ω i ρ_i, a oblicza kąt γ na osadzie i długość rzutu iglicy i z wzorów

$$\cos\gamma = \cos\omega - \frac{g_z}{\rho_i}; \qquad i = 2\,\rho_i \cos\frac{\gamma+\omega}{2}\sin\frac{\gamma-\omega}{2}.$$

Rzeczywista długość iglicy: $i' = \rho_i \operatorname{arc}(\gamma - \omega)$.

Znalezioną wartość dla i zaokrąglimy i wyrachujemy zmienione g_z z wzoru

$$g_z = 2\,\rho_i \sin\frac{\gamma+\omega}{2}\sin\frac{\gamma-\omega}{2}.$$

Celem otrzymania krótkiej iglicy i wielkiego kąta γ obieramy małe wartości promienia ρ_i. Dla kolei głównych 180—300 *m*; dla lokalnych normalnotorowych 100—200 *m*, dla szerokości toru 1,0 *m* od 60 do 100 *m*; dla szerokości toru 0,75 *m* od 40 do 70 *m*; dla tramwajów 12—50 *m*. Na kolejach głównych długość iglicy 4,6—6,0 *m*; na lokalnych i podrzędnych schodzi do 3,0 *m* i niżej. Kąt γ otrzymuje wartość 1° 40′ do 2° 15′.

Dla obliczenia długości obrobienia iglicy potrzebne są długości:

$$\xi = \rho_i \sin\omega; \quad \eta = \frac{\xi^2}{2\,\rho_i}.$$

Długość obróbki iglicy $I'L = \sqrt{2\,\rho_i\,(b_i + \eta)} - \xi$.

Położenie iglicy prostej w torze zasadniczym i zakrzywionej opornicy wewnętrznej zależy od poszerzenia w łuku toru zwrotnego rozjazdu, które wynosi zw. 12—25 *mm* zależnie od wielkości promienia. Na zwrotnicy z iglicą zakrzywioną należy to poszerzenie zachować, jednak na ostrzu iglicy, gdzie tor jest już prosty, nie może ono przekroczyć 10 *mm*. Wobec tego opornica wewnętrzna ma przebieg nieregularny (fig. 215). Między punktami E'' i L'' wygięta jest w łuk o promieniu $\rho_o = \rho_i - s - e$ (gdzie e = wielkość poszerzenia); na partji zetknięcia z obrobioną iglicą $L''I''$ będzie prosta, ułożona tak, by w punkcie I'' poszerzenie toru nie przekraczało 10 *mm*. Od punktu I'' wstecz zagubimy to poszerzenie na długości jednej szyny, zaś wprzód na długości iglicy prostej. Z figury 215 otrzymujemy:

$$\eta_1 = e - \eta; \quad \xi_1 = \xi; \quad I''L'' = \sqrt{2\,\rho_o\,(b_i - \eta_1)} - \xi_1; \quad g_w = g_z + \frac{s+e}{\cos\gamma} - s.$$

b) Iglica opornica, należące do toru zwrotnego, są proste (fig. 216). Kąt ω na ostrzu iglicy równa się tu kątowi γ na osadzie i dlatego musi być mały: 1° 10′ do 1° 50′.

Dla ustalonego g_z otrzymujemy:

długość rzutu iglicy: $i = g_z \operatorname{cotang}\gamma$,

długość iglicy: $i' = g_z \operatorname{cosec}\gamma$,

długość obrobioną iglicy: $I'L = \frac{b_i}{g_z}\,i'$.

Obie iglice są symetrycznie odwrotne, jednakowej długości.

Wobec prostych iglic jest poszerzenie toru zbyteczne, jednak celem ułatwienia przejścia do łuku toru zwrotnego rozjazdu wprowadzamy na zwrotnicy poszerzenie, nie przekraczające 10 *mm*. O wymiar e tegoż przesuwamy wewnętrzną opornicę wraz z iglicą toru zasadniczego, otrzymując: $g_w = g_z + e$. Poszerzenie e zagubimy wprzód i wstecz na długości jednej szyny.

c) Iglica zewnętrzna częścią prosta, częścią zakrzywiona. Prostą wykonujemy obrobioną część iglicy celem ułatwienia obróbki, resztę

długości zakrzywiamy łukiem, który z powodu krótkości może otrzymać promienie mniejsze, niż podane pod *a*). Zastosowanie takich zwrotnic ograniczone, bo załom przy I' silniejszy, a γ mniejsze, niż przy iglicach zakrzywionych.

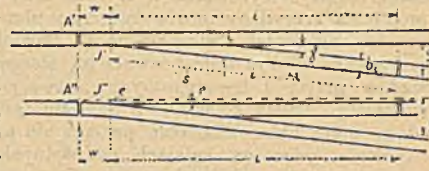


Fig. 216.

2. Rozjazd prosty (fig. 212). W kolanie krzyżownicy wykonywamy najmniejszą dopuszczalną szerokość żłobka v, aby możliwie skrócić przerwę toku między kolanem, a ostrzem dzióba. Stosowane wymiary żłobka v są: na kolejach normalnotorowych 46 *mm*; na kolejach o szerokości toru 1,0 *m* — 39 *mm*; przy szerokości toru 0,75 *m* — 37 *mm*.

Wymiary krzyżownicy lanej: $k' = v \operatorname{cotang} \tau + (0{,}20 - 0{,}35\ m)$,

$$k'' \gtrless (b + b') \operatorname{cotang} \tau,$$

przyczem b oznacza szerokość główki, b' szerokość stopki szyny.

Dla znaku mniejszości zajdzie potrzeba ścięcia stopek szyn, przytykających do końca dzióba.

Z rzutu linji $D'G'K$ na kierunek prostopadły do osi toru zasadniczego otrzymamy:

$$s - g_z = \rho_z (\cos\gamma - \cos\tau) + p \sin\tau.$$

Zazwyczaj przyjmujemy ρ_z i p, a obliczamy τ. Podstawiając: $\operatorname{tang}\varphi = \frac{\rho_z}{p}$, otrzymamy: $\sin(\varphi - \tau) = \frac{\rho_z \cos\gamma - (s - g_z)}{p} \cos\varphi$.

Po zaokrągleniu kąta τ względnie stosunku skrzyżowania obliczymy zmienione p z wzoru:

$$p = \frac{(s - g_z) - 2\,\rho_z \sin\frac{\tau + \gamma}{2} \sin\frac{\tau - \gamma}{2}}{\sin\tau}.$$

Tok wewnętrzny toru zwrotnego urobimy najłatwiej, stosując stałe poszerzenie toru e. Promień zakrzywienia tego toku wynosi wówczas: $\rho_w = \rho_z - s - e$. Ponieważ w punkcie G'' powinna być dochowana normalna szerokość toru s, tok wewnętrzny otrzyma w tym punkcie załom i przejdzie wstecz stycznie do położenia poszerzonego. Długość tej stycznej w przybliżeniu:

$$L\,G'' = \sqrt{2\,\rho_w\,e}$$

a kąt odchylenia od prostej skrzyżowania:

$$\operatorname{tang}\sigma = \sqrt{\frac{2\,e}{\rho_w}}.$$

Jeśli poszerzenie toru w zwrotnicy jest mniejsze, niż w torze zwrotnym rozjazdu, wówczas przejście z punktu E'' do toku wewnętrznego toru zwrotnego uskutecznimy podobnie zapomocą stycznej, której długość i kąt odchylenia wyznaczymy dla różnicy obu poszerzeń.

Długości toków: $D'H = \rho_z \operatorname{arc}(\tau - \gamma) + p - k'$.

$$D''H = L_o = 2\,\rho_z \cos\frac{\tau + \gamma}{2} \sin\frac{\tau - \gamma}{2} + p\cos\tau - k'.$$

$$E''G'' = \rho_w \operatorname{arc}(\tau - \gamma - \sigma) - (s + e)\operatorname{tang}\gamma + L\,G''$$

Wymiary schematu (fig. 212): $a = w + i + L_o + k' - \frac{s}{2} \operatorname{cotang}\frac{\tau}{2}$

$$b = c = \frac{s}{2} \operatorname{cotang}\frac{\tau}{2} + k''.$$

Iglice zakrzywione zapewniają łagodny wjazd na zwrotnicę wobec małego kąta ω; posiadają większy kąt γ na osadzie, umożliwiający zwiększenie kąta skrzyżowania τ, a więc skrócenie rozjazdu, albo zwiększenie promienia krzywizny toru zwrotnego; ułatwiają konstrukcję skupień i rozjazdów angielskich. Iglice proste są łatwiejsze w wykonaniu, więc tańsze; symetryczność obu iglic pozwala na stosowanie tych samych iglic dla rozjazdów prawo- i lewozwrotnych; łatwe jest ułożenie prostej opornicy wewnętrznej. Zatem zwrotnice z prostemi iglicami stosujemy dla takich rozjazdów, przez które albo całe pociągi nie przechodzą, albo jadą z niewielką chyżością, więc na kolejach podrzędnych lub na bocznych torach kolei

Fig. 217.

głównych; natomiast ważniejsze rozjazdy kolei głównych i rozjazdy angielskie otrzymują zwrotnice z iglicami zakrzywionemi.

3. Rozjazd łukowy jednostronny (fig. 217). Dla danej zwrotnicy, kąta skrzyżowania τ i znanej lub obranej długości toku $D''H = L_0$ otrzymamy dla toru zasadniczego równanie

$$L_0 = \left(r - \frac{s}{2}\right) \operatorname{arc} \beta + p' - k'.$$

Z trzech ilości niewiadomych — r, β i p' — obierzemy dwie i obliczymy trzecią.

Zw. obierzemy promień r i długość prostej p' (podług tych samych zasad, co długość prostej p w rozjeździe prostym), a obrachujemy kąt β z wzoru

$$\operatorname{arc} \beta = \frac{L_0 - p' + k'}{r - \frac{s}{2}}.$$

Gdyby kąt β był dany warunkami zadania, obrachujemy promień r, otrzymaną wartość zaokrąglimy na mniejszą liczbę i obliczymy zmienione p'.

W celu wyznaczenia niewiadomych ρ_z i p'' w torze zwrotnym wykonamy rzut linji $D'G'_2KG_1''D''$ na kierunek $E'E''$ i na kierunek prostopadły do $E'E''$; z otrzymanych w ten sposób dwóch równań wyznaczymy obie niewiadome

$$\rho_z = \frac{2\left(r - \frac{s}{2}\right) \sin\left(\tau + \frac{\beta}{2}\right) \sin\frac{\beta}{2} - (s - g_z)\cos(\tau + \beta) + p' \sin\tau}{2\sin^2\left(\frac{\tau + \beta - \gamma}{2}\right)}$$

$$p'' = \frac{(s - g_z)\cos\frac{\tau + \beta + \gamma}{2} - 2\left(r - \frac{s}{2}\right)\sin\frac{\tau + \gamma}{2}\sin\frac{\beta}{2} - p'\sin\frac{\tau - \beta + \gamma}{2}}{\sin\frac{\tau + \beta - \gamma}{2}}$$

Gdyby dla ρ_z wypadła wartość za mała, trzeba albo r zwiększyć (czyli β zmniejszyć), albo zmniejszyć τ. Obliczone ρ_z zaokrąglamy na mniejszą liczbę ρ_z', a wtedy przy D' powstanie prosta o długości

$$\triangle = (\rho_z - \rho_z') \operatorname{tang} \frac{\tau + \beta - \gamma}{2}$$

i o tę samą długość zwiększy się prosta p''.

Długość toków: $D''H = L_o$.

$$A'P' = w + i + \left(r + \frac{s}{2}\right) \operatorname{arc} \beta + p' + k'' + q'$$

$$D'H = \rho_z \operatorname{arc} (\tau + \beta - \gamma) + p'' - k'$$

$$A''Q'' = w + i' + (\rho_z - s) \operatorname{arc} (\tau + \beta - \gamma) - s \sin \gamma + p'' + k'' + q''.$$

Wymiary schematu (fig. 217):

$$a' = w + i + r \operatorname{tang} \frac{\beta}{2}, \qquad a'' = a' - (t) \frac{\sin \tau}{\sin (\tau + \beta)},$$

$$b = r \operatorname{tang} \frac{\beta}{2} + (p' + k''), \qquad c = \frac{s}{2} \operatorname{cotang} \frac{\tau}{2} + k'' - (t) \frac{\sin \beta}{\sin (\tau + \beta)},$$

przyczem $(t) = \frac{s}{2} \operatorname{cotang} \frac{\tau}{2} - r \operatorname{tang} \frac{\beta}{2} - p'$.

W powyższych rachunkach pominięto poszerzenie toru, co niema praktycznego wpływu na wynik. Przeprowadzenie poszerzenia toru w torze zasadniczym i w zwrotnym, jak przy rozjeździe prostym.

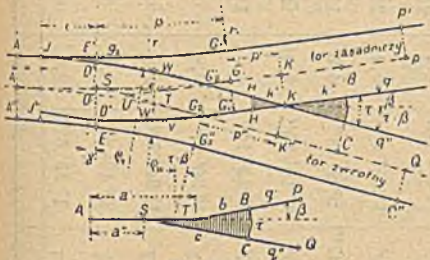


Fig. 218.

Fig. 219.

4. Rozjazd łukowy dwustronny (fig. 218). Ważne są wszystkie wzory, ustawione dla rozjazdu łukowego jednostronnego, jeśli w nich wstawimy $\left(r + \frac{s}{2}\right)$ zamiast $\left(r - \frac{s}{2}\right)$, oraz $(\tau - \beta)$, wzgl. $\left(\tau - \frac{\beta}{2}\right)$, zamiast $(\tau + \beta)$, wzgl. $\left(\tau + \frac{\beta}{2}\right)$.

5. Rozjazd symetryczny (fig. 219). Dla danego, wzgl. obranego stosownie $D'H = D''H = L_o$, otrzymujemy:

$$L_o = r_z \operatorname{arc} \frac{\tau - \gamma}{2} + (p - k').$$

Drugie równanie otrzymamy z rzutu linji $D'G_2'K$ na kierunek $D'D''$

$$\frac{s - g}{2} = r_z \left(\cos \frac{\gamma}{2} - \cos \frac{\tau}{2}\right) + p \sin \frac{\tau}{2},$$

Z tych równań: $r_z = \dfrac{(L_o + k') \sin \frac{\tau}{2} - \frac{s - g}{2}}{\operatorname{arc} \frac{\tau - \gamma}{2} \sin \frac{\tau}{2} - 2 \sin \frac{\tau + \gamma}{4} \sin \frac{\tau - \gamma}{4}}$

Tablica 1. Rozjazdy proste.

L. p.	Szerokość toru	Stosunek skrzyżowania	Kąt skrzyżowania τ	g_z	ω	γ	i	ρ_i	ρ_z	p	L_o	a	$b = c$
1		1 : 15	3° 48′ 51″	—	—	—	—	—	600	1,700	—	20,200	27,900
2		1 : 13	4° 23′ 55″	—	—	—	—	—	500	1,700	—	11,500	22,800
3	n o r m a l n a	1 : 12	4° 45′ 49″	—	—	—	—	—	400	—	—	11,500	20,000
4		1 : 11	5° 11′ 40″	0,119	40′	1° 57′ 45″	5,2	230	300	2,871	18,896	9,429	17,678
5		1 : 10	5° 42′ 38′	0,119	40′	1° 57′ 45″	5,2	230	240	2,670	17,519	9,433	16,076
6		—	6°	0,118	43′ 47″	2° 8′ 48″	4,7	190	200,7	3,429	16,121	8,180	15,141
7		1 : 9	6° 20′ 25″	0,124	40′	2° 10′ 30″	5,0	190	190	2,588	15,593	8,689	14,475
8		1 : 8	7° 7′ 30″	0,120	40′	2° 23′ 10″	4,5	150	150	2,312	13,954	7,929	12,875
9	1000	1 : 8	7° 7′ 30″	0,100	$= \gamma$	1° 30′ 27″	3,8	∞	105	1,012	10,626	7,334	9,111
10	1000	1 : 7	8° 7′ 48″	0,100	$= \gamma$	1° 30′ 27″	3,8	∞	80	0,874	9,480	7,139	7,981
11	750	1 : 7	8° 7′ 48″	0,090	$= \gamma$	1° 43′ 6″	3,0	∞	50	1,272	6,236	4,855	6,222
12	750	1 : 6	9° 27′ 44″	0,090	$= \gamma$	1° 43′ 6″	3,0	∞	40	0,814	5,629	4,948	5,341

Tablica 2. Rozjazdy łukowe.

L. p.	Szerokość toru	Stosunek skrzyżowania	r	β	ρ_z	p'	p''	a'	b	a''	c
					a) jednostronne.						
1	1435	1 : 11	800	1° 12′ 1,5″	218,840	3,0	2,883	13,881	13,241	10,274	16,843
2	1435	1 : 10	800	1° 5′ 53″	185,193	3,0	2,724	13,166	12,356	10,046	15,475
3	1435	1 : 10	600	1° 27′ 53″	172,095	3,0	2,735	13,169	12,359	10,208	15,316
4	1435	1 : 10	400	2° 11′ 54″	150,736	3,0	2,755	13,174	12,364	10,490	15,042
5	1000	1 : 8	300	1° 57′ 50″	78,130	1,0	0,989	9,242	7,222	7,756	8,704
6	1000	1 : 8	150	3° 56′ 4″	62,224	1,0	0,974	9,252	7,232	8,035	8,441
7	750	1 : 8	200	2° 6′ 14″	54,833	0,64	0,829	6,972	5,392	5,649	6,712
8	750	1 : 8	100	4° 12′ 56″	43,221	0,64	0,774	6,980	5,400	5,906	6,467
					b) dwustronne.						
1	1435	1 : 10	800	1° 5′ 46″	340,985	3,0	2,571	13,153	12,343	8,535	16,964
2	1435	kąt 6°	600	1° 19′ 23″	298,963	3,0	3,703	11,928	11,377	7,103	16,206
3	1435	1 : 9	400	2° 8′ 54″	323,111	3,0	2,029	12,800	12,021	9,093	15,733
4	1435	1 : 8	400	1° 39′ 59″	236,686	3,0	1,999	10,617	10,167	7,080	13,708
5	1000	1 : 8	300	1° 57′ 27″	160,210	1,0	1,052	9,225	7,205	6,596	9,838
6	1000	1 : 8	150	3° 54′ 30″	338,263	1,0	1,175	9,218	7,198	4,982	11,442
7	750	1 : 8	200	2° 5′ 46″	118,565	0,64	1,134	6,959	5,378	4,515	7,826
8	750	1 : 8	150	4° 11′ 3″	146,923	0,64	1,278	6,957	5,376	4,117	8,221

$$p = \frac{\frac{s-g}{2} \operatorname{arc} \frac{\tau-\gamma}{2} - 2(L_0 + k') \sin\frac{\tau+\gamma}{4} \sin\frac{\tau-\gamma}{4}}{\operatorname{arc}\frac{\tau-\gamma}{2} \sin\frac{\tau}{2} - 2 \sin\frac{\tau+\gamma}{4} \sin\frac{\tau-\gamma}{4}}.$$

Po zaokrągleniu promienia $r = r_z - \frac{s}{2}$ na mniejszą wartość r', otrzymamy przy D' i D'' proste

$$\triangle = (r - r') \operatorname{tang} \frac{\tau-\gamma}{4}.$$

Dla długości toków wzory, jak przy rozjeździe łukowym dwustronnym. Wymiary schematu (fig. 219):

$$a = w + i + 2 r_z \cos\frac{\tau+\gamma}{4} \sin\frac{\tau-\gamma}{4} + p \cos\frac{\tau}{2} - \frac{s}{2} \operatorname{cosec}\frac{\tau}{2}$$

$$b = c = \frac{s}{2} \operatorname{cotang}\frac{\tau}{2} + k''.$$

Tablice 1 i 2 zawierają ważniejsze wymiary niektórych rozjazdów prostych i łukowych dla toru normalnego i wąskiego.

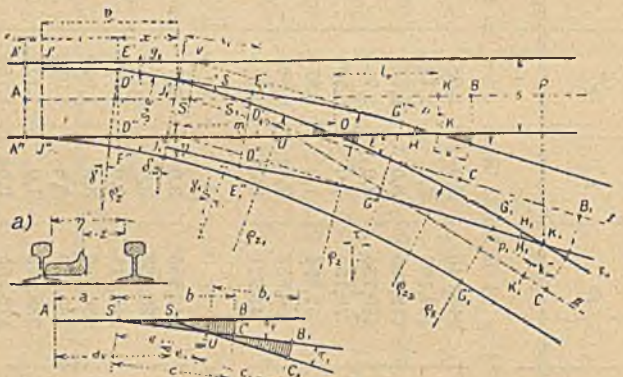


Fig. 220.

Skupienie rozjazdów. Mając z toru prostego, jako zasadniczego, wykonać dwa odgałęzienia, uzyskamy bardzo znaczne skrócenie układu, jeżeli włożymy jeden rozjazd w drugi. Układ taki nazywamy skupieniem rozjazdów. Jeśli obydwa odgałęzienia skierowane są w tę samą stronę, powstaje skupienie jednostronne, gdy w strony przeciwne — dwustronne.

1. Skupienie rozjazdów jednostronne: albo obydwa rozjazdy są jeden za drugim włożone w tor zasadniczy (sposób używany rzadko), albo drugi rozjazd jest włożony w tor zwrotny pierwszego (fig. 220). W obu przypadkach zachodzi skrzyżowanie zewnętrznego toku toru zwrotnego II rozjazdu z prostym tokiem toru zasadniczego pod kątem ε, większym od kąta τ. W punkcie skrzyżowania O zw. nie wkładamy prostej, lecz przeprowadzamy łuk przez tę krzyżownicę, którą dla odróżnienia od krzyżownic K i K_1 nazywamy wewnętrzną. Pominięcie tej prostej jest możliwe, bo nie ułatwia ona przejazdu przez krzyżownicę, a odchylenie prostych toków krzyżownicy od łuku jest tak małe, że nieuniknione błędy ułożenia skupienia są większe; natomiast ułożenie takiej prostej powoduje znaczne zmniejszenie promieni łuków w drugim rozjeździe, położonych przed i poza krzyżownicą O, a więc

utrudnia, a nawet uniemożliwia urobienie skupienia. Zw. stosujemy jednakowe rozjazdy proste, rzadko dwa różne.

Omówimy tu tylko sposób drugi. Celem pomieszczenia zwrotnicy II rozjazdu w torze zwrotnym rozjazdu I trzeba w ten tor włożyć prostą o długości równej conajmniej długości iglicy II rozjazdu i wskutek tego zastosować do łuków położonych przed i poza tą iglicą promień ρ_z mniejszy, niż w rozjeździe normalnym. Dopuszczalnie najmniejszy odstęp rozjazdów v (fig. 220) określa warunek, aby iglica $I_1''D_1''$ miała dostateczne miejsce na przesunięcie ostrza. Wymiar η określa fig. 220 *a*.

Położenie II rozjazdu będzie ustalone, jeśli wyznaczymy kąt δ w punkcie I_1'. Poprowadźmy z I_1'' łuk równoległy do łuku $I_1'D'$ (fig. 220), to odstęp tych łuków wynosi $(s+e)$, jeśli e oznacza poszerzenie na końcu iglicy $I_1'D_1''$. Z rzutu tego łuku na prostopadłą do toru zasadniczego

$$(\rho_z - s - e)(\cos\gamma - \cos\delta) = \eta - (g_z + e)$$

otrzymamy

$$\cos\delta = \cos\gamma - \frac{\eta - (g_z + e)}{\rho_z - s - e}.$$

$$x = \rho_z(\sin\delta - \sin\gamma). \qquad v = i + x.$$

Dla obranego ρ_z i dla prostej $I_1'E_1' = i_1$ obliczymy długość prostej p z rzutu linji $D'I_1'E_1'G'K$ na prostopadłą do toru zasadniczego i otrzymamy

$$p = \frac{s - g_z - 2\rho_z \sin\frac{\tau+\gamma}{2}\sin\frac{\tau-\gamma}{2} - i_1\sin\delta}{\sin\tau}$$

Gdyby prosta p wypadła zbyt krótka, uzyskamy zwiększenie jej przez zmniejszenie promienia ρ_z do wartości ρ_z' na przestrzeni między punktami E_1' i G'. Długość zmienioną prostej p obliczymy z wzoru

$$p' = \frac{(s - g_z) - 2\rho_z \sin\frac{\delta+\gamma}{2}\sin\frac{\delta-\gamma}{2} - 2\rho_z' \sin\frac{\tau+\delta}{2}\sin\frac{\tau-\delta}{2} - i_1\sin\delta}{\sin\tau}$$

Dla wyznaczenia kąta ε krzyżownicy wewnętrznej O obierzemy mały promień ρ_{z1} i z rzutu wieloboku $E_1'G'KOD_1'E_1'$ na kierunek prostopadły do toru zasadniczego otrzymamy

$$\cos\varepsilon = \frac{g_z\cos\delta - 2\rho_z\sin\frac{\tau+\delta}{2}\sin\frac{\tau-\delta}{2} - p\sin\tau}{\rho_{z1}} + \cos(\delta+\gamma_1),$$

zaś z rzutu tego samego wieloboku na kierunek toru zasadniczego

$$l_0 = 2\rho_z\cos\frac{\tau+\delta}{2}\sin\frac{\tau-\delta}{2} -$$

$$- 2\rho_{z1}\cos\frac{\varepsilon+\delta+\gamma_1}{2}\sin\frac{\varepsilon-\delta-\gamma_1}{2} + p\cos\tau + g_z\sin\delta.$$

Dla łuku OG_1' obierzemy promień ρ_{z2} zazwyczaj równy promieniowi ρ_{z1} i obrachujemy długość prostej p_1.

Z rysunku widzimy, że prosta TK (punkt T jest punktem przecięcia się przedłużonej prostej $G''K_1$ z tokiem $D''K$) równa się prostej

$$VK = \frac{s}{\sin\tau}; \text{ więc } m = \frac{s}{\sin\tau} - l_0.$$

Z rzutu linji $TOG_1'K_1$ na kierunek prostopadły do TK_1 wynika:

$$p_1 = \frac{m\sin\tau' - 2\rho_{z2}\sin\frac{\tau_1-\tau+\varepsilon}{2}\sin\frac{\tau_1+\tau-\varepsilon}{2}}{\sin\tau_1}.$$

Jeśli kąt ε dany, obliczyć należy ρ_{z_1} z wzoru

$$\rho_{z_1} = \frac{2\,\rho_z \sin\frac{\tau+\delta}{2}\sin\frac{\tau-\delta}{2} + p\sin\tau - g_z\cos\delta}{2\sin\frac{\varepsilon+\delta+\gamma_1}{2}\sin\frac{\varepsilon-\delta-\gamma_1}{2}}.$$

Wymiary schematu (fig. 220):

$$a = (w+i)+2\,\rho_z\cos\frac{\tau+\gamma}{2}\sin\frac{\tau-\gamma}{2}+i_1\cos\delta+p\cos\tau-\frac{s}{2}\operatorname{cotang}\frac{\tau}{2}$$

$$b = c = \frac{s}{2}\operatorname{cotang}\frac{\tau}{2}+k''; \qquad a_v = a + e\,\frac{\sin\tau_1}{\sin(\tau+\tau_1)}$$

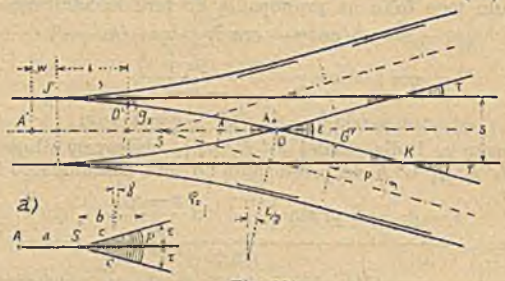


Fig. 221.

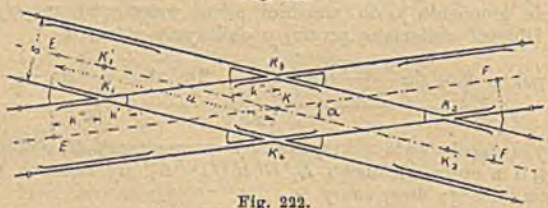


Fig. 222.

$$b_1 = c_1 = \frac{s}{2}\operatorname{cotang}\frac{\tau_1}{2}+k_1''; \qquad e = K_1T - \frac{s}{2}\left|\operatorname{cotang}\frac{\tau_1}{2} - \operatorname{tang}\frac{\tau}{2}\right|,$$

przyczem $$K_1T = \frac{m\,.\,\sin(\tau+\tau_1)+2\,\rho_{z_2}\sin^2\left(\frac{\tau+\tau_1-\varepsilon}{2}\right)}{\sin\tau_1}$$

$$e_1 = e\,\frac{\sin\tau}{\sin(\tau+\tau_1)}.$$

2. Skupienie dwustronne. Dla najmniejszego odstępu rozjazdów wyznaczymy η podług fig. 220 *a*, poczem z równania

$$\rho_z(\cos\gamma - \cos\delta) = \eta - g_z$$

obliczymy $\cos\delta = \cos\gamma - \frac{\eta - g_z}{\rho_z}$; $\xi = \rho_z(\sin\delta - \sin\gamma)$; $v = i + \xi$.

3. Rozjazd podwójny (fig. 221): szczególny przypadek skupienia dwustronnego, w którem obydwie zwrotnice złożone są razem. Do opornic przytykają po dwie iglice, którym ze względów konstr. dajemy różne długości. Do takiego układu dobieramy jednakowe rozjazdy i otrzymujemy zupełną symetrję względem osi toru zasadniczego.

Z rzutu łuku $D'O$ na prostopadłą do osi symetrji otrzymujemy:

$$\cos\frac{\varepsilon}{2} = \cos\gamma - \frac{s - 2g_z}{2\rho_z}; \quad AO = w + i + \rho_z\left(\sin\frac{\varepsilon}{2} - \sin\gamma\right).$$

Schemat przedstawia dwa rozjazdy złożone razem (fig. 221).

Skrzyżowanie prostych torów. Z fig. 222 widzimy, że układ ten wymaga czterech przecięć toków, a więc czterech krzyżownic, z których dwie (K_1 i K_2) są zwykłemi krzyżownicami jednodzióbowemi, zaś drugie dwie (K_3 i K_4) podwójnemi krzyżownicami symetrycznemi (o dwóch dzióbach).

Jeśli wymiary krzyżownicy pojedynczej są k' i k'', to długość krzyżownicy podwójnej wynosi $2k''$.

Długość toków między krzyżownicami: $\frac{s}{\sin\alpha} - k' - k''$

wymiar schematu: $u = \frac{s}{2}\operatorname{cotang}\frac{\alpha}{2} + k''$.

Rozjazd angielski. Jeśli kąt skrzyżowania dwóch torów prostych zbliża się swoją wartością do kąta skrzyżowania rozjazdu τ, wówczas długość skrzyżowania jest tak znaczna, że połączenie krzyżujących się torów można włożyć wewnątrz skrzyżowania. Układ taki naz. rozjazdem angielskim. Przy połączeniu jednostronnem mamy rozjazd ang. pojedynczy (fig. 223), przy dwustronnem — rozjazd ang. podwójny (fig. 224). Obok czterech krzyżownic są tu dwie, wzgl. cztery zwrotnice i tory łączące.

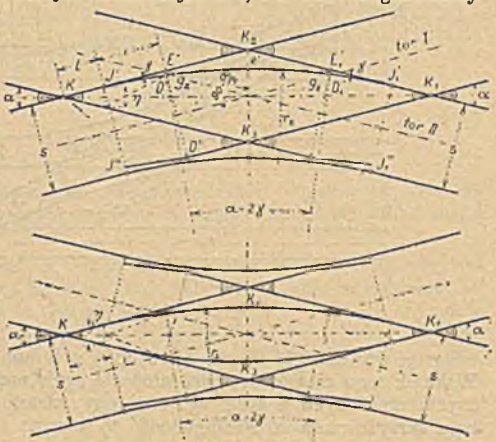


Fig. 223 i 224.

Stosunki dla układu tem korzystniejsze, im krótsza długość l. Odstęp końca iglicy I' od punktu skrzyżowania K musi być conajmniej tak wielki, aby między tokami było dość miejsca na przesunięcie jednej iglicy w rozjeździe pojedynczym (fig. 223), wzgl. na równoczesne przesunięcie dwóch iglic w rozjeździe podwójnym (fig. 225). Z tego warunku określimy potrzebny wymiar η, a wtedy

$$\min. l = \frac{\eta}{2\sin\frac{\alpha}{2}} \cong \frac{\eta}{\sin\alpha}.$$

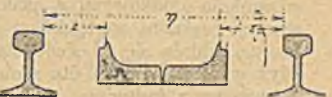


Fig. 225.

Z rzutu wieloboku $KI'E'D'FD'_1I'_1I_1K_1$ na prostopadłą do II toru (fig. 223) otrzymamy:

$$s = (l + i)\sin\alpha - g_z\cos\alpha + r_z[\cos\gamma - \cos(\alpha - \gamma)] + g_z.$$

Przyjmując w przybliżeniu $g_z = g_z\cos\alpha$, otrzymamy z tego równania:

$$r_z = r + \frac{s}{2} = \frac{s - (l + i)\sin\alpha}{2\sin\frac{\alpha}{2}\sin\frac{\alpha - 2\gamma}{2}}.$$

Po zaokrągleniu promienia r na mniejszą liczbę r' otrzymamy zmienioną długość

$$l = \frac{s - 2\,r_z' \sin\frac{\alpha}{2} \sin\frac{\alpha - 2\,\gamma}{2} - 2\,g_z \sin^2\left(\frac{\alpha}{2}\right)}{\sin\alpha} - i.$$

Gdyby chodziło o możliwie największy kąt α, natenczas obierzemy r w najmniejszej dopuszczalnej wartości, a kąt α obliczymy z wzoru:

$$\sin(\varphi + \alpha) = \frac{r_z \cos\gamma + g_z + \eta - s}{r_z \sin\gamma - i} \cos\varphi,$$

przyczem

$$\operatorname{tang}\varphi = \frac{r_z \cos\gamma + g_z}{r_z \sin\gamma - i}$$

wreszcie

$$e' = (r_z + g_z)\frac{\cos\gamma}{\cos\frac{\alpha}{2}} - r_z.$$

Kąty skrzyżowania α są w rozjazdach ang. niewielkie. Dla rozjazdu ang. podwójnego może stosunek skrzyżowania w torach głównych kolei głównych

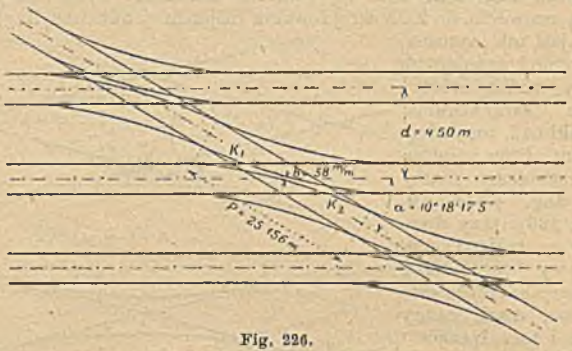


Fig. 226.

osiągnąć wartość 0,11 (tj. $\alpha = 6°16'38''$), w torach boczn. 0,12 ($\alpha = 6°50'34''$). Wskutek tego niemożliwe jest ułożenie tych rozjazdów w drogach zwrotniczych, urobionych podług fig. 226 przy zastosowaniu zwiększonej wartości kąta skrzyżowania α. Niedogodność tę usuwa:

Rozjazd angielski skrócony. Jeśli kąt skrzyżowania α rozjazdu angielskiego podwójnego będziemy powiększali, nie zmieniając promienia łuków łączących, wówczas iglice wraz z częścią torów łukowych wysuną się poza obręb skrzyżowania torów prostych, a równocześnie zewnętrzne toki torów łukowych będą się do siebie zbliżać, przy pewnym kącie α zetkną się w punkcie środkowym, a następnie zaczną się od siebie oddalać. Dla konstrukcji rozjazdu angielskiego skróconego miarodajna jest chwila, gdy toki łukowe oddalą się od siebie na odległość b, równą szerokości główki szyny, gdyż wówczas można dla nich ułożyć jedną wspólną szynę. Warunek ten, w związku z żądaniem, aby długość układu P dozwalała na pomieszczenie rozjazdów w drodze zwrotniczej podług fig. 226, doprowadza do ustroju rozjazdu, przedstawionego na fig. 227.

Dla promienia łuków łączących $R = 180$ m i odstępu toków zewnętrznych $b = 58$ mm, otrzymujemy stosunek skrzyżowania $1 : 5{,}5$ (0,1818) czyli $\alpha = 10°18'17{,}5''$. Punkty skrzyżowania toków prostych między sobą i z tokami łukowemi wypadają tak blisko siebie, iż można je wykonać jaką lanią krzyżownicą czterodzióbową o długości 3480 mm, na końcu której urządzone są osady iglic zewnętrznych obu zwrotnic.

Iglice otrzymują długość 3,74 m, kąt na ostrzu $\omega = 1°12'30''$, na osadzie $\gamma = 2°23'58''$. Łukowy tok zewnętrzny doznaje w odległości 4013 mm od

środka rozjazdu załamania pod kątem równym kątami ω, poczem przebiega prosto. Nieznaczny ten załom nie przedstawia zbytniego utrudnienia dla ruchu wobec niewielkich chyżości jazdy, stosowanych na rozjeździe.

Całkowita długość układu $L = 25{,}156$ *m*.

B. Część konstrukcyjna.

Dla uproszczenia konstrukcji rozjazdów i skrzyżowań pomijamy z reguły przechyłkę toru w łukach i nie wykonywamy zazwyczaj pochylenia szyn ku

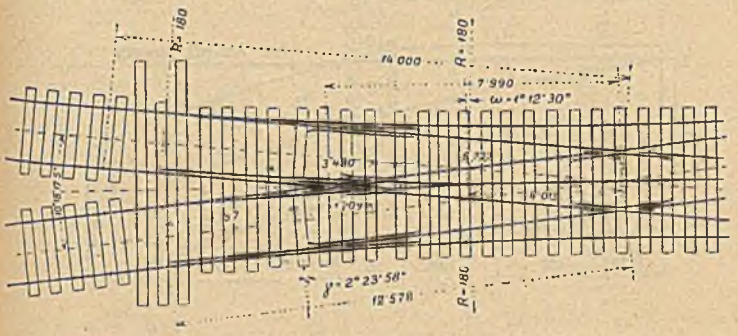


Fig. 227.

osi toru. O wielkości i sposobie przeprowadzenia poszerzenia toru na zwrotnicy i w torach łukowych rozjazdów por. ustęp 1 *a*) na str. 192 i ust. 2 na str. 193.

Zwrotnica powinna być tak urządzona, aby przejazd przez nią odbywał się możliwie spokojnie i bez uderzeń, aby niemożliwe było niezupełne domykanie iglic, oraz aby wóz jadący ze zwrotnicy nie wykoleił się mimo fałszywego nastawienia tejże. Warunki te spełnia zwrotnica zabezpieczona, posiadająca dwie jednakowo długie iglice ruchome, przylegające zawsze ściśle do opornic obrobionem ostrzem, podsuniętem pod główkę opornicy.

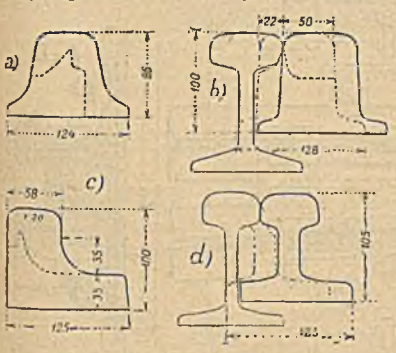


Fig. 228.

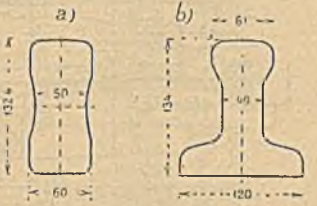


Fig. 229.

1. Opornice, ułożone stale, przekrój zawsze zwykłej szyny bez obróbki, albo tylko z nieznacznem ścięciem wewnętrznej, bocznej powierzchni główki na długości zetknięcia z iglicą celem uzyskania lepszego przylegania ostrza iglicy i wzmocnienia jej przekroju na końcu ostrza. Styk opornic wysuwamy przed końce iglic o wymiar 0,3—1,0 *m*, najczęściej 0,3—0,5 *m*. Styk ten stanowi początek rozjazdu. W stronę rozjazdu wysuwamy styk opornic na 1,0—1,5 *m* poza osadę iglic.

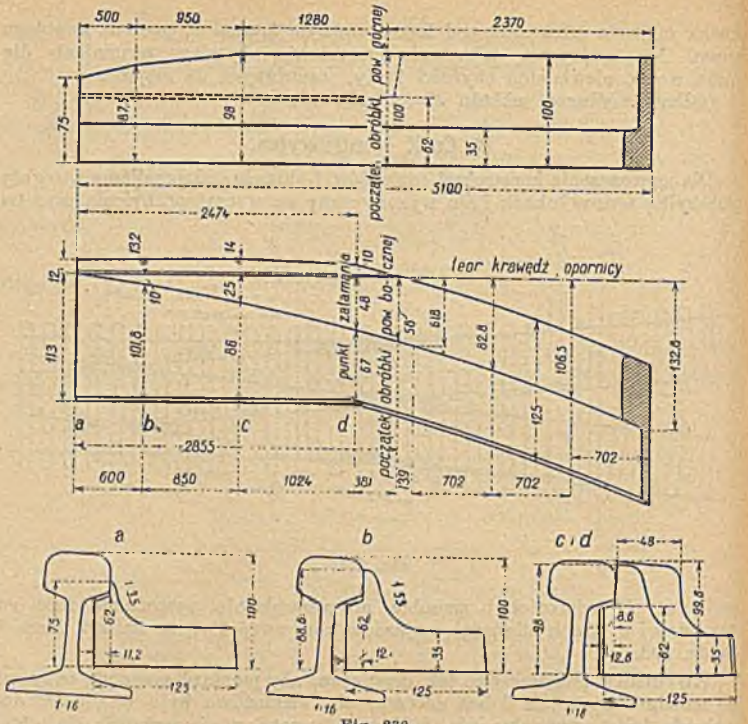


Fig. 230.

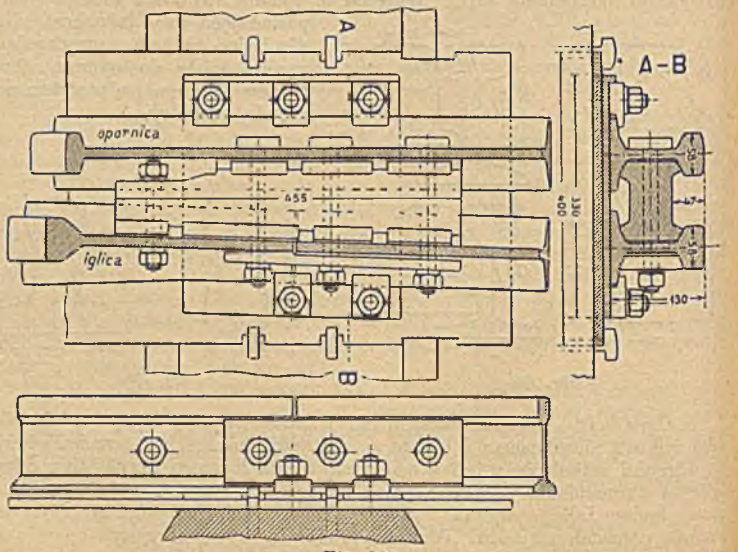


Fig. 231.

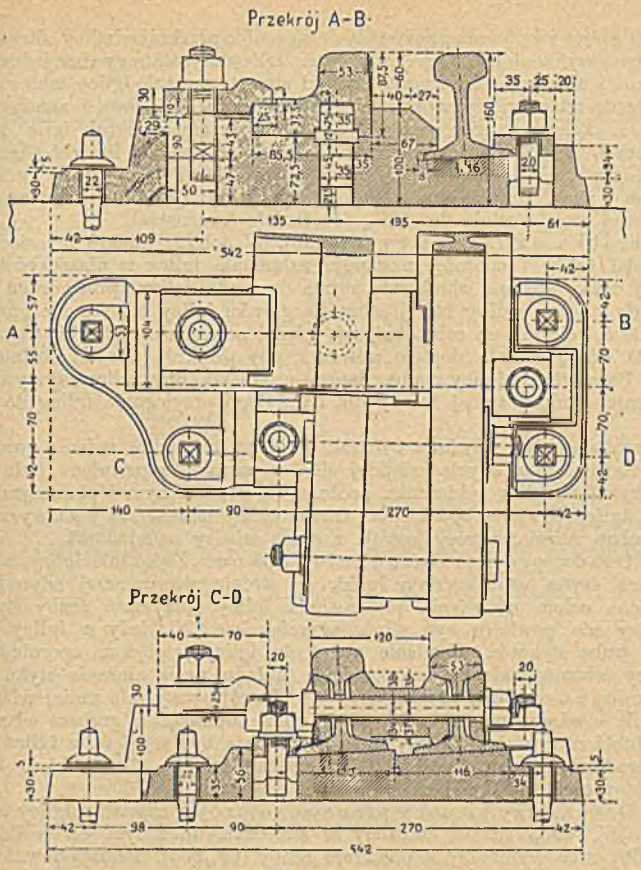


Fig. 232.

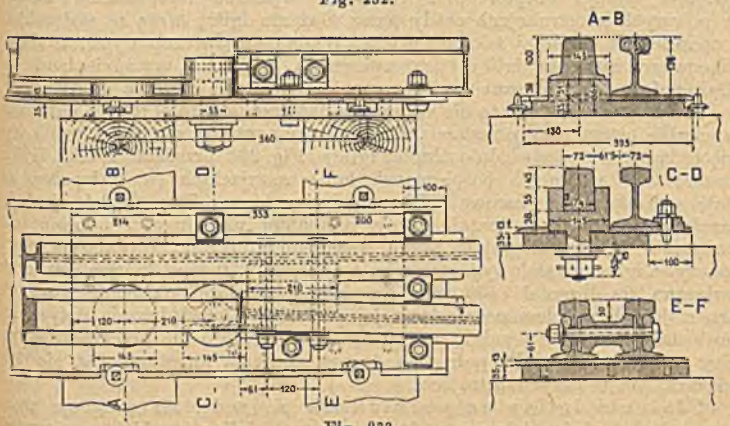


Fig. 233.

2. Iglice ruchome: ze zwykłych szyn, albo przekrój odrębny. Stosowanie zwykłych szyn mniej właściwe, gdyż ostrze iglicy zbyt słabe; wobec jednakowej wysokości obie szyny wymagają obróbki stopek, wreszcie iglice takie nie posiadają dostatecznej wytrzymałości z uwagi na siły pionowe i należytej stałości ze względu na siły poziome. Używane odrębne przekroje iglic: kształt dzwonowy (fig. 228 *a b*, koleje pruskie), kształt zbliżony do litery *L* (fig. 228 *c*, koleje austrjackie), kształt szyny szerokostopowej, lecz niższy z grubą ścianką i silną, szeroką stopką (fig. 228 *d*). Przekroje iglic nawierzchni stołeczkowej przedstawiają fig. 229 *a* i *b* (koleje francuskie).

Obróbka ostrza iglicy (fig. 230). W pobliżu punktu przecięcia się krawędzi iglicy i opornicy następuje załamanie iglicy w płaszczyźnie poziomej takie, aby po obrobieniu ostrza krawędź iglicy, prowadząca koło, wypadła prosta, podług której ścina się główkę iglicy z boku i z góry. To ostatnie ścięcie ma na celu obniżenie górnej powierzchni główki, aby iglica zaczęła dźwigać koło dopiero wówczas, gdy przekrój jej jest dostatecznie silny. Po wygięciu iglicy podług danego promienia (przy iglicy zakrzywionej) następuje obróbka tylnej ściany dla należytego przylegania iglicy do opornicy.

Osada iglicy powinna być tak urobiona, aby przestawienie zwrotnicy było możliwe bez użycia wielkiej siły, a zarazem zapewnione było silne przytrzymanie iglicy w kierunku podłużnym, poprzecznym i pionowym. Wymiana iglicy powinna być łatwa. Osadę iglicy umieszczamy zazwyczaj na podkładzie, chociaż istnieją ustroje z osadą między podkładami.

a) Osada przy zastosowaniu łubków. Związanie iglicy z przytykającą szyną uskuteczniają łubki, po stronie wewnętrznej odpowiednio obrobione celem ułatwienia przesuwania iglicy, przyczem śruby stykowe w iglicy nie powinny być silnie przyciągnięte. Niekiedy w iglicy tylko jedna śruba stykowa. Ustalenie położenia iglicy względem opornicy przy pomocy żelaznego klocka, wzmocnienie układu przez ułożenie styku wraz z opornicą na wspólnej płycie (fig. 231). Ustrój prosty, ale mniej właściwy dla iglic o odrębnym przekroju, gdyż iglica jest niższa i grubsza od szyny, więc łubki otrzymują przekrój zmienny i muszą być wygięte, a iglica musi być przekształcona na osadzie, aby uzyskać miejsce dla łubków. Układ stosowany często na kolejach angielskich i saskich.

b) Osada przy pomocy pionowego czopa zapewnia iglicy wielką ruchliwość. Czop luźnie osadzony w stołeczku, ułożonym na podkładzie (fig. 232), albo wyrobiony z przekroju iglicy (fig. 233). Istnieją również połączenia ustroju czopowego z łubkami. Wydatne wzmocnienie układu w nowszych konstrukcjach osady przez ułożenie iglicy wraz ze stołeczkiem i opornicy na wspólnej żelaznej płycie. Wada ustrojów czopowych: trudność pionowego ustalenia iglicy i zabezpieczenia jej przed przesunięciami podłużnemi, z powodu rozchełtania czopa i rozluźnienie ułożenia osady iglicy.

c) Iglice sprężyste nie wymagają żadnego punktu obrotu, a potrzebną wychyłkę ostrza przy przestawianiu zwrotnicy uzyskuje się przez proste wygięcie sprężyste odpowiednio długiej iglicy. Fig. 234 przedstawia taką iglicę, zastosowaną na linjach pośpiesznych kolei austrjackich (w Małopolsce na linji z Krakowa do Lwowa). Długość iglicy 10 *m*. Przy osadzie jest jej przekrój przekuty na kształt szyny normalnej na długości 500 *mm* dla związania jej z następującą szyną zwykłemi łubkami. W dalszym ciągu spoczywa iglica na stalowym stołeczku o długości 2,70 *m*, z którym jest silnie związana na długości 1400 *mm*. Na dalszej długości następuje zwężenie przekroju iglicy celem podniesienia jej giętkości. Doświadczenia dotychczasowe dały korzystne wyniki; naprężenia przy zginaniu nie przekraczają granicy sprężystości, a siła potrzebna do przestawienia zwrotnicy jest niewiele większa, niż w innych ustrojach.

Ułożenie iglicy na podkładach pośrednich następuje zapomocą stołeczków żelaznych, dostarczających iglicy wąskich powierzchni

podparcia i przesuwalności. Zwykle służy stołeczek równocześnie do podparcia opornicy (fig. 235). Przez ułożenie osady iglicy i stołeczków pośrednich

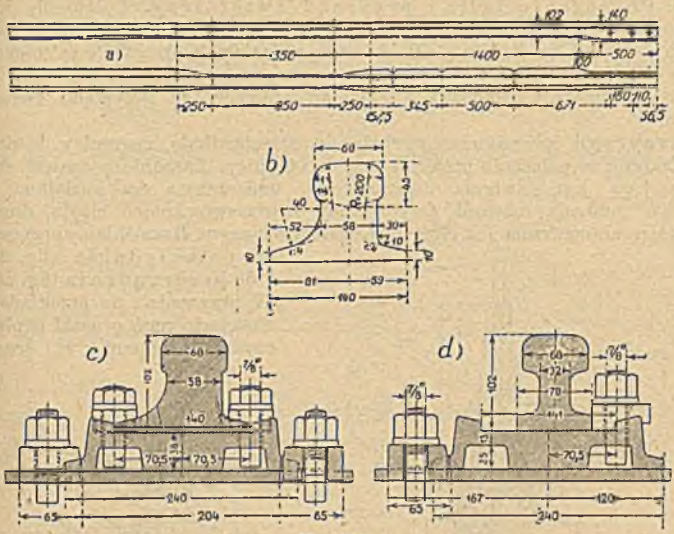


Fig. 234.

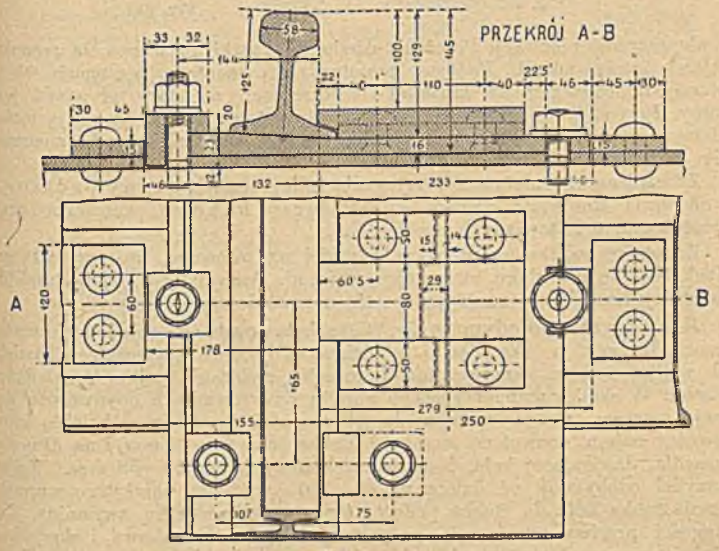


Fig. 235.

wraz z opornicą na wspólnej stalowej płycie uzyskuje się bardzo znaczne wzmocnienie i ustalenie iglicy. Opórki, przytwierdzone do ścianki opornicy, przeciwdziałają nadmiernemu zbliżaniu się do opornicy długiej iglicy sprę-

żystej, nie przytwierdzonej do podkładów i wyginanej w płaszczyźnie poziomej.

3. Połączenie iglic i przyrząd zwrotniczy. Połączenie iglic uskutecznia się przy pomocy 1 lub 2 rozpór, ułożonych w sąsiedztwie podkładu z prętów żelaznych, ∅ 30—35 *mm*, związanych przegibnie ze stopkami iglic, aby nie utrudniać podbicia. Pierwsza rozpora, w odległości 400—500 *mm* od końca iglicy i połączona z ciegłem, prowadzi do przyrządu zwrotniczego.

Przyrząd zwrotniczy służy do przestawiania zwrotnicy i utrzymania iglic w położeniu przysuniętem do opornicy. Zasadniczą częścią składową jego jest dźwignia dwuramienna, umieszczona na koziołku. Do jednego ramienia dźwigni przyczepiony zawiasowo koniec ciegła, drugie, dłuższe ramię opatrzone jest ciężkim klockiem żelaznym. Rozróżniamy przyrządy do przekładania (fig. 236) i do przerzucania (fig. 237). W przyrządzie do przekładania następuje ruch gruszki w płaszczyźnie poziomej, w drugim

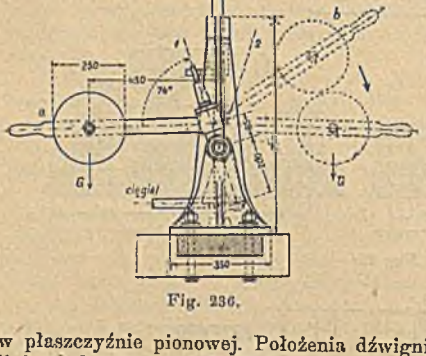


Fig. 236.

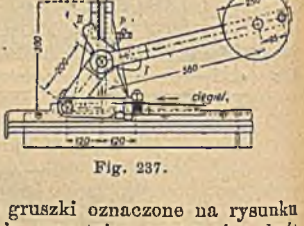


Fig. 237.

w płaszczyźnie pionowej. Położenia dźwigni i gruszki oznaczone na rysunku linjami kreskowanemi. Podczas przestawiania zwrotnicy następuje obrót latarni, umieszczonej na koziołku i wskazującej, na który tor wjazd jest wolny. Przyrządy do przerzucania są praktyczniejsze, gdyż wymagają mniej miejsca, oraz zapewniają lepsze przyleganie iglic, natomiast trzeba znacznej siły do podniesienia ciężaru gruszki.

Zabezpieczenie należytego przylegania iglic stanowią szyny pedałowe i obszernie stosowane obecnie zamknięcie hakowe, konieczne przy zwrotnicach, przestawianych z odległości.

Zwrotnice rzadko przestawiane i mniej nadzorowane, np. przy włączeniach bocznic na szlaku, otrzymują zamki, nie dozwalające na przestawienie zwrotnicy bez klucza, znajdującego się u zawiadowcy odp. stacji.

Krzyżownica pojedyncza (fig. 238) składa się z dwóch szyn kolankowych, przechodzących w skrzydła i z dzióba. Długość krzyżownicy zawisła od wielkości kąta skrzyżowania i sposobu związania jej z przyległemi tokami. W okolicy matematycznego punktu skrzyżowania *K* obydwa toki doznają przerwy. Celem zmniejszenia jej długości stosujemy w kolanie krzyżownicy najmn. dozwoloną szerokość żłobka ($v = 41—45$ *mm*) i na długości skrzydła, dźwigającej koło, poczem zwiększamy ją na 50—58 *mm*. Końce skrzydeł odchylamy od dzióba na 80—100 *mm* celem należytego wprowadzenia rąbka koła do żłobka podczas jazdy w kierunku ku zwrotnicy. Na długości przerwy toków koło podparte jest szyną kolankową i skrzydłem (linja kreskowana), a następnie podparcie to przerzuca się na dziób w miejscu, gdzie grubość dzióba wystarcza do udźwigania koła. Dlatego dziób, na początku niski, podnosi się stopniowo w górę.

Ponieważ na długości od kolana ku dzióbowi punkt podparcia koła odsuwa się coraz więcej od rąbka, więc wskutek stożkowatego kształtu

obręczy następuje obniżenie się koła i następnie podniesienie, gdy go dziób podeprze. Przerzut punktu podparcia ze skrzydła na dziób i zmiana położenia środka ciężkości osi pojazdu wywołują przy większej prędkości jazdy silne uderzenia. Celem zmniejszenia tych uderzeń podnoszono skrzydło o parę milimetrów ponad poziom szyn, jednak sposób ten nie okazał się skutecznym. W miarę zużycia się obręcze tracą stożkowatość; w sąsiedztwie

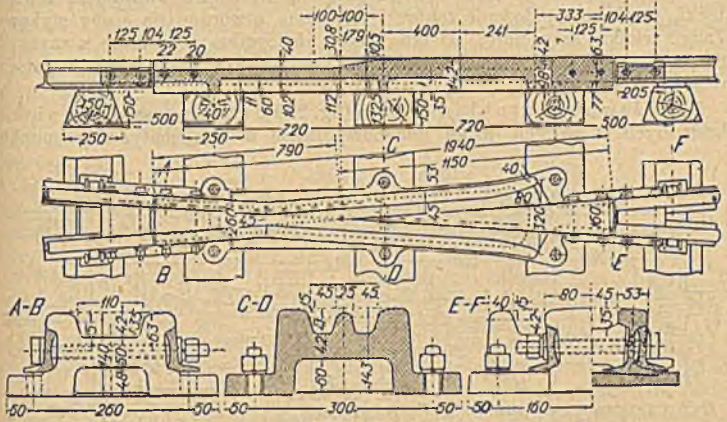


Fig. 238.

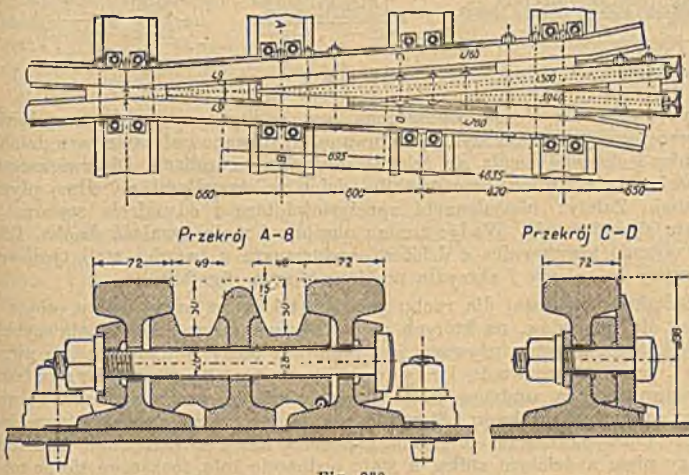


Fig. 239.

rąbka tworzy się w obręczy wklęsłość, tak, że w miarę oddalania się punktu podparcia od rąbka należałoby dla kół zużytych raczej skrzydło obniżyć. Krzyżownice, leżące dłuższy czas w torze, wykazują silne wytarcie skrzydeł na przestrzeni od kolana do punktu przerzutu i silne uderzenia. Z tych powodów nowsze ustroje krzyżownic posiadają skrzydła niepodniesione, natomiast dziób jest w punkcie przerzutu obniżony o kilka milimetrów, a obniżenie to zagubione jest następnie na długości wynoszącej 200—400 *mm*. Głębokość żłobka 48—52 *mm*, aby i przy najw. zużyciu krzyżownicy i obręczy kół rąbek

koła nie dotykał dna żłobka. Krzyżownica może być w całości wykonana w jednej sztuce ze stali zlewnej hartowanej jako krzyżownica lana, albo urobiona z szyn, lub wreszcie dziób może być odlany w jednej sztuce, a szyny kolankowe i skrzydła urobione z szyn.

Krzyżownica lana (fig. 238) otrzymuje połączenie z przytykającemi tokami przy pomocy łubków zewnętrznych; wewnątrz ułożone są żelazne klocki, ustalające położenie toków i opatrzone otworami na śruby stykowe. Wady: wielka sztywność, wielka masa, niedogodne połączenie z szynami, znaczny koszt i konieczność wymiany całości w razie uszkodzenia w jednem miejscu.

Krzyżownica urobiona z szyn (fig. 239): dziób z 2 szyn odpowiednio obrobionych, z których jedna dochodzi prawie do matematycznego punktu

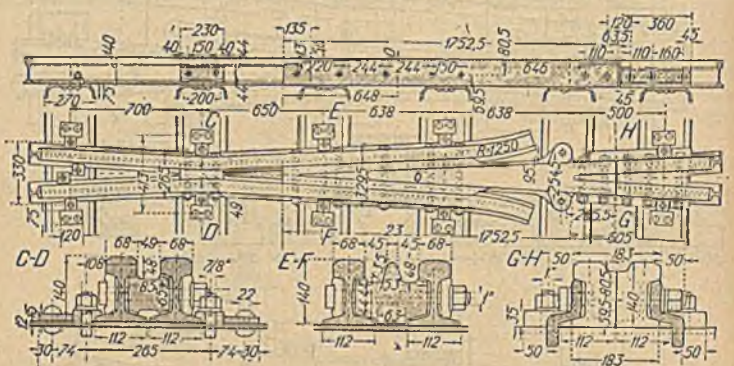


Fig. 240.

skrzyżowania, zaś druga wpuszczona jest ostruganym końcem w główkę pierwszej szyny; ścianki szyn są znitowane. Wzajemne położenie szyn dzióba, kolanka i skrzydeł ustala się żelaznemi klockami i śrubami. Dla zwiększenia stałości układa się krzyżownicę albo dziób ze skrzydłami na silnej płycie żelaznej. Zalety: niezmienność sprężystości toru i odsunięcie styków od punktu skrzyżowania. Wady: trudna obróbka i mała trwałość dzióba. Dlatego obecnie krzyżownice z dzióbem wykonanym z twardej stali tyglowej, zaś szyny kolankowe i skrzydła urobione z szyn (fig. 240).

Zniesienie dotkliwej dla ruchu przerwy toków na krzyżownicy osiągnąć można dla rozjazdów, na których po torze zasadniczym przejeżdżają szybkie pociągi, a tor zwrotny używany jest tylko dla jazdy w kierunku „ze zwrotnicy", przez zastosowanie krzyżownicy z ruchomem skrzydłem. Krzyżownica taka urobiona jest całkowicie z szyn, przyczem dziób tworzą szyny odrębnego przekroju. Skrzydło znajdujące się w torze zwrotnym jest dłuższe i przyparte stale do dzióba zapomocą silnej sprężyny tak, że żłobek między niem a dzióbem znika, a stałe podparcie koła, toczącego się po toku toru zasadniczego jest zapewnione. Rąbek koła, toczącego się po toku toru zwrotnego w kierunku „ze zwrotnicy", wciska się między dziób i skrzydło i odchyla je, zgniatając sprężynę. Odchylenie skrzydła następuje mocą sprężystości jego materjału.

Należyte prowadzenie koła przez krzyżownicę zapewnia kierownica, ułożona przy przeciwległym toku (por. fig. 212). Kierownica długa 3,0—3,75 *m* może być urobiona z szyny zwykłej lub otrzymać odrębny przekrój (fig. 241). W drugim wypadku jest wzniesiona nad szynę do 40 *mm*. Z szyną połączona jest śrubami, a klocki żelazne ustalają szerokość żłobka, która tu otrzymuje zazwyczaj najmniejszy dozwolony wymiar 41 *mm*. Końce

kierownicy odgięte są podobnie jak końce skrzydeł krzyżownicy na 90—100 *mm*.

Krzyżownica symetryczna (podwójna) zbudowana jest zasadniczo podobnie, jak jednodzióbowa (fig. 242). Żłobek między dzióbem i szyną kolankową ma szerokość 44—50 *mm*, między dzióbem i kierownicą 41—45 *mm*. Obydwa dzióby urobione jak przy krzyżownicy pojedynczej, a linja podparcia koła uwidoczniona na rysunku linją kreskowaną. Kierownica otrzymuje stale podwyższenie około 40 *mm* ponad szynę celem skrócenia długości, na której koło nie ma prowadzenia. Długość ta wynosi przy stosunku skrzyżowania 1 : 10 około 360 *mm*, przy 1 : 9 około 280 *mm*, przy 1 : 8 około 200 *mm*, a znika dopiero przy stosunku 1 : 5,5. Rąbek koła, toczącego się od lewej ku prawej, ma zapewnione prowadzenie tylko na długości BE, przy podwyższonej kierownicy na długości $C''B''$; na długości $C'B$ kierownica nie działa. Dla stosunków skrzyżowania mniejszych niż 1 : 10, wypada długość, na której koło niema prowadzenia, bardzo znaczna. Dla takich krzyżownic stosuje się dzióby ruchome na podobieństwo iglic, nastawiane zapomocą przyrządów lub samoczynnie przez nacisk boczny rąbka koła. Krzyżownice symetryczne mogą być odlane w jednej sztuce lub urobione z szyn, przyczem kierownica otrzymuje odrębny, podwyższony przekrój.

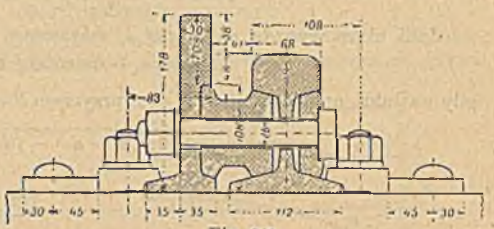


Fig. 241.

Podkłady dla rozjazdów, drewniane lub żelazne, są wspólne dla obydwu torów i leżą albo prostopadle do toru zasadniczego, albo też do symetralnej kąta skrzyżowania. Długość podkładów rośnie od normalnej do około 6 *m* w stopniach co 15—30 *cm*. Przekrój podkładów drewnianych powinien być prostokątny. Podkłady żelazne są lepsze dla rozjazdów, gdyż zapewniają lepsze utrzymanie szerokości toru, lepsze związanie z szynami i szybsze ułożenie. Odstęp podkładów, jak w torze normalnym.

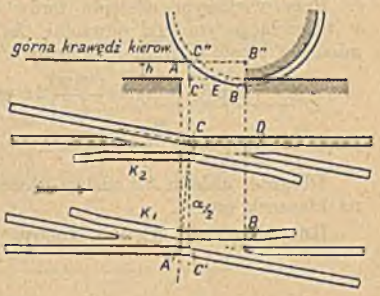


Fig. 242.

Rozkład szyn w rozjeździe powinien być tak przeprowadzony, aby jak najmniej było kawałków, a użyte kawałki nie krótsze jak 2,50—3,0 *m*. Styki obydwu toków w torze bywają zazwyczaj przestawione.

II. Zastosowanie rozjazdów i skrzyżowań do połączeń torów.

Przedstawione w ustępie I rodzaje rozjazdów i skrzyżowań umożliwiają przeprowadzenie wszystkich potrzebnych połączeń torów i z uwagi na pożądaną jednolitość unikać należy form odmiennych. Dlatego wskazane jest, aby w obrębie jednego zarządu kolejowego stosowano niewielką ilość (2—4) odmiennych typów zwrotnic oraz krzyżownic pojedynczych i podwójnych.

Rozróżnić należy rozgałęzienia, połączenia i skupienia torów. Rozgałęzienie dwóch torów wymaga jednego rozjazdu i toru łączą-

cego —, połączenie dwóch torów, dwóch rozjazdów i toru łączącego, — skupienie dwóch torów, tylko jednej krzyżownicy.

A. Rozgałęzienia torów.

Rozgałęzienie dwóch torów równoległych (fig. 243). Dla danego rozjazdu obieramy promień łuku łączącego i obliczymy długość prostej l z wzoru

$$l = \frac{d - 2r \sin^2\left(\frac{\tau}{2}\right)}{\sin \tau} - c.$$

Jeśli ukres wypada na prostej l, wówczas

$$P_0 = a + d_0 \operatorname{cotang} \tau$$

gdy na łuku, natenczas $P_0 = P - x$, przyczem $P = d \operatorname{cotang} \tau + a + r \operatorname{tang} \frac{\tau}{2}$

zaś $x = \sqrt{2r(d - d_0) - (d - d_0)^2}$.

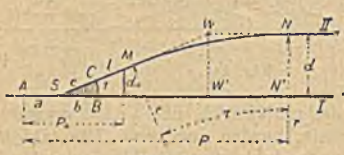


Fig. 243.

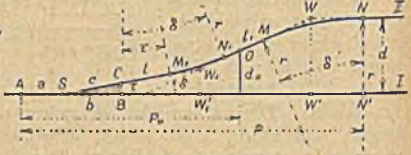


Fig. 244.

Przy większym odstępie torów uzyskamy skrócenie układu, stosując w torze łączącym łuki odwrotne (fig. 244). W tym wypadku obierzemy promień r i proste l i l_1, a obliczymy kąt δ z wzoru

$$\sin(\varphi - \delta) = \frac{\cos\varphi}{l_1}\left[2r \cos^2\left(\frac{\tau}{2}\right) + (c + l) \sin\tau - d\right],$$

przyczem $\operatorname{tang} \varphi = \frac{2r}{l_1}$.

Długość układu P i odstęp ukresu obliczymy, jak poprzednio, z rzutu na kierunek toru I.

Rozgałęzienie dwóch torów równoległych z przecięciem torów

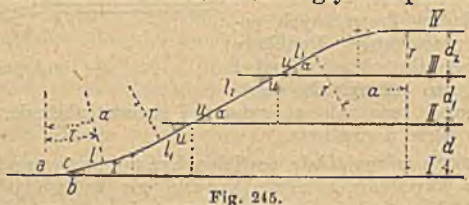


Fig. 245.

pośrednich (fig. 245). 1. Kąt α dany. Obieramy promień r i długość prostej l, a obliczymy proste l_1, l_2 i l_3 z wzorów

$$l_1 = \frac{d - (c + l) \sin\tau - 2r \sin\frac{\alpha + \tau}{2} \sin\frac{\alpha - \tau}{2}}{\sin\alpha} - u.$$

$$l_2 = \frac{d_1}{\sin\alpha} - 2u.$$

$$l_3 = \frac{d_2 - 2r \sin^2\left(\frac{\alpha}{2}\right)}{\sin\alpha} - u.$$

2. Kąt α ma być możliwie największy (długość układu najmniejsza). Obieramy r, l i l_1 w najmniejszych dowolonych wartościach, oraz u w wartości przypuszczalnej, i obliczymy α z wzoru

$$\sin(\varphi - \alpha) = \frac{\cos\varphi}{l_1 + u}[(c + l)\sin\tau + r\cos\tau - d],$$

przyczem $\operatorname{tang}\varphi = \frac{r}{l_1 + u}$.

Dla znalezionego α obliczymy dokładne u, odejmiemy od przyjętej sumy $(l_1 + u)$ i otrzymamy rzeczywiście pozostałą długość l_1. Gdyby różniła się ona zbyt od przyjętego l_1, należy rachunek powtórzyć.

Drogi zwrotnicze. Jeśli z toru zasadniczego ma na jedną lub obie strony nastąpić odgałęzienie kilku torów równoległych, natenczas na gałęzi

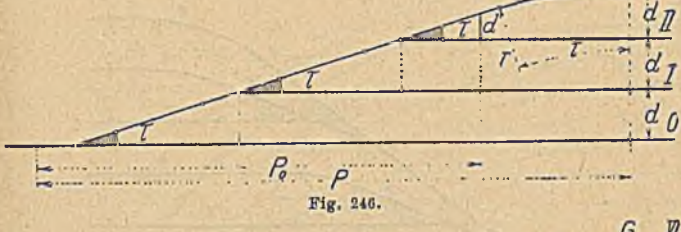


Fig. 246.

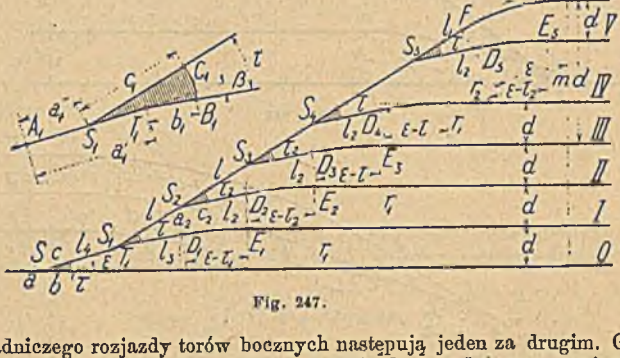


Fig. 247.

toru zasadniczego rozjazdy torów bocznych następują jeden za drugim. Gałąź ta, będąca przedłużeniem toru zwrotnego rozjazdu zasadniczego, nosi nazwę toru rdzennego, a układ taki naz. drogą zwrotniczą.

Tor rdzenny może być prosty albo wieloboczny. W torze rdzennym prostym układamy zasadnicze tory rozjazdów, a tory zwrotne przechodzą w gałęzie boczne i taki układ nazywamy drogą zwrotniczą prostą (fig. 246—248). Gdy w tor rdzenny włożymy tory zwrotne rozjazdów po sobie następujących, zaś tory zasadnicze połączymy łukami z torami bocznemi, otrzymamy tor rdzenny wieloboczny, a układ taki nazywamy drogą zwrotniczą wieloboczną (fig. 249 i 250).

1. Droga zwrotnicza prosta.

a) Najprostszy układ przedstawia fig. 246. — Niestosowany, chyba przy bardzo małej ilości torów, bo długość układu wypada bardzo wielka (przy trzech torach bocznych dochodzi długość układu do 150—170 *m*).

b) Zwiększenie kąta odchylenia toru rdzennego uzyskać można przez wstawienie łuku między tor zasadniczy, a pierwszy tor boczny. Układ

rzadko stosowany, bo wydatne zwiększenie tego kąta uzyskać można tylko przy znaczniejszym odstępie torów *O* i *I*.

c) Wydatniejsze zwiększenie kąta ε uzyskamy, wkładając w proste przedłużenie toru zwrotnego rozjazdu zasadniczego dwustronny rozjazd łukowy tak, że tor rdzenny jest przedłużeniem toru zwrotnego tego rozjazdu (fig. 247).

Największy kąt ε uzyskamy, przyjmując długość prostej l możliwie małą. Z warunku $d = (a_2 + b_2 + l) \sin \varepsilon$

otrzymamy $$\sin \varepsilon = \frac{d}{a_2 + b_2 + l}$$

a dla obranego kąta τ_1 $\beta = \tau + \tau_1 - \varepsilon$.

Po obraniu wartości l_4 obrachujemy długość prostych l_1, l_2 i l_3 z rzutów wieloboków $SS_1T_1D_1E_1$, wzgl. $SS_1S_2D_2E_2$, wzgl. $E_5D_5S_5FG$ na prostopadłą do torów.

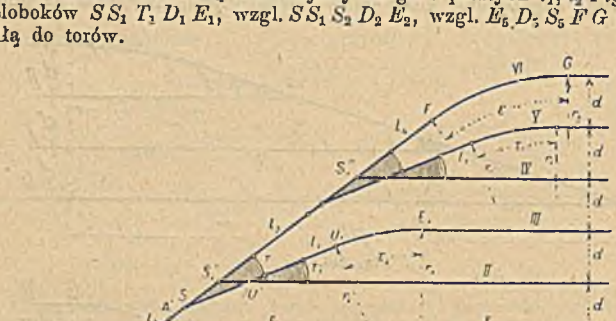


Fig. 248.

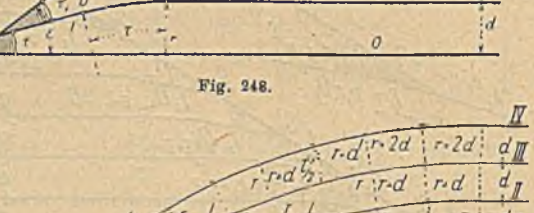


Fig. 249.

Wartość kąta ε w takim układzie waha w granicach od $\varepsilon = \tau + \frac{\tau_1}{2}$ do $\varepsilon = \tau + \tau_1$. Pierwszą wartość uzyskamy, wprowadzając rozjazd symetryczny, zaś drugą, gdy zamiast rozjazdu łukowego wprowadzimy rozjazd prosty tak ułożony, że tor rdzenny jest przedłużeniem toru zwrotnego tego rozjazdu.

Przy większym odstępie torów *O* i *I* można uzyskać dalsze zwiększenie kąta ε przez ułożenie łuku między rozjazdem zasadniczym i łukowym. Zwiększenie to uwarunkowane jest możliwością pomieszczenia rozjazdów w torze rdzennym. Już wprowadzenie kąta $\varepsilon = \tau + \tau_1$ wymaga znacznego odstępu torów, toteż przy mniejszym odstępie torów d wartość kąta ε zazwyczaj osiąga wielkość o niewiele przekraczającą 1,5 τ.

d) Wydatniejsze zwiększenie kąta ε uzyskamy, wprowadzając jednostronne skupienia rozjazdów (fig. 248). Tor zasadniczy skupienia

wkładamy w tor zasadniczy drogi zwrotniczej i z przedłużenia drugiego toru zwrotnego urabiamy tor rdzenny, a pierwszy tor zwrotny przechodzi łukiem w I tor boczny. Dalsze skupienia ułożone tak, że tor zasadniczy skupienia leży w torze rdzennym, pierwszy tor zwrotny przechodzi łukiem, a drugi wprost w odpowiednią gałąź. Przy takim układzie $\varepsilon = \tau + \tau_1$.

Promienie łuków łączących r obieramy, a długości prostych l, l_1, l_2, l_3, l_4 i l_5 obrachujemy z rzutów odnośnych wieloboków na prostopadłą do torów.

2. Droga zwrotnicza wieloboczna powstaje przez urobienie toru rdzennego z torów zwrotnych rozjazdów po sobie następujących, zaś tory zasadnicze łączymy łukami z bocznemi torami drogi zwrotniczej, przyczem można tu użyć rozjazdów prostych (fig. 249) lub skupień (fig. 250).

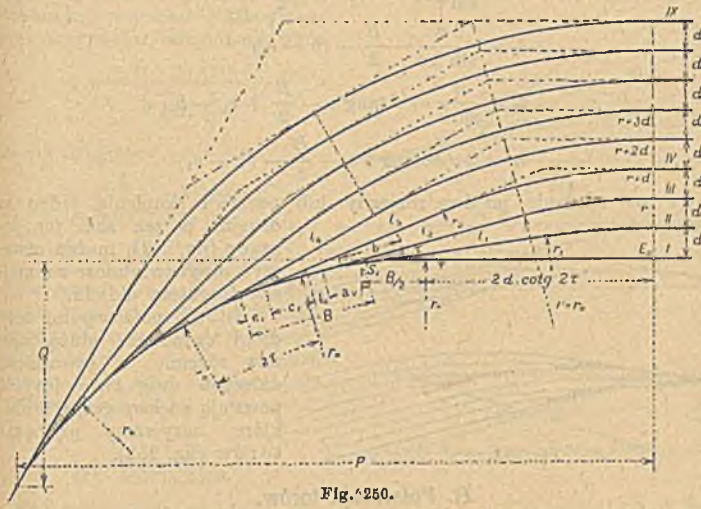


Fig. 250.

a) Wielobok toru rdzennego przy użyciu rozjazdów prostych (fig. 249) jest umiarowy o długości boku $(a + c + l_0)$, w który można wkreślić koło o promieniu

$$r_0 = \frac{1}{2}(a + c + l_0)\operatorname{cotang}\frac{\tau}{2}.$$

Przedłużone zasadnicze tory rozjazdów łączą się z wielobokami, w które mają być włożone łuki, utworzonemi tak, aby łuki torów po sobie następujących były równoległe. Warunek ten wymaga, aby promienie łuków w następujących po sobie torach wzrastały o odstęp torów d, a wtedy promienie łuków, wkreślonych w następujące po sobie wierzchołki tego samego toru również wzrastają o d. Dla pewnej wartości promienia r, łuki te utworzą ciągłe łuki koszowe, korzystne dla swobody przejazdu.

Wartość tego promienia określona jest wzorem

$$\max r = r_0 + \frac{d}{2}.$$

Obliczoną wartość zaokrąglamy i obliczamy zmienione r_0 i l_0.

Dla prostej l otrzymujemy wzór

$$l = \frac{d}{\sin\tau} - r\operatorname{tang}\frac{\tau}{2} - b.$$

b) Przy zastosowaniu skupień (fig. 250) otrzymujemy długość boku wieloboku umiarowego toru rdzennego

$$B = a_v + e_1 + c_1 + l_o$$

$$r_o = r = \frac{1}{2} B \operatorname{cotang} \tau$$

$$r_1 = \left(\frac{B}{2} - e_1 - d \operatorname{tang} \tau\right) \operatorname{cotang} \frac{\tau}{2}$$

$$r_2 = \left(\frac{B}{2} - e_1 + d \operatorname{tang} \tau\right) \operatorname{cotang} \frac{\tau}{2}$$

$$l_1 = \frac{d}{\sin \tau} + d \operatorname{tang} \tau - \frac{B}{2} + e_1 - b$$

$$l_2 = \frac{2\,d}{\sin 2\tau} - \frac{B}{2} - (b - e_1)$$

$$l_3 = \frac{d}{\sin \tau} - d \operatorname{tang} \tau - \frac{B}{2} + e_1 - b$$

$$l_4 = 2\,d \operatorname{cotang} 2\tau - \frac{B}{2} - (b - e_1)$$

c) Przez włożenie po dwa rozjazdy lub po dwa skupienia jeden za drugim w ten sam tor łączący (fig. 251), można utworzyć drogi zwrotnicze z mniejszą długością układu.

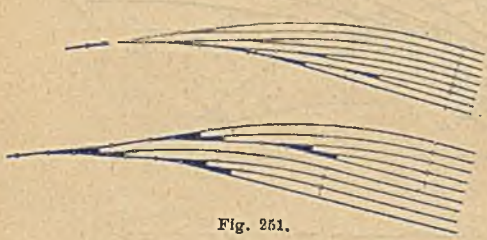


Fig. 251.

d) Jeśli poszczególne tory drogi zwrotniczej służą jako tory rdzenne do utworzenia dalszych dróg zwrotniczych, powstają większe grupy torów, które nazywamy pękami torów (fig. 252).

B. Połączenia torów.

Połączenie dwóch torów równoległych (fig. 253). Dla jednakowych kątów skrzyżowania (fig. 253 *a*) wypada tor łączący prosty, a długość prostej l wynosi

$$l = \frac{d}{\sin \tau} - 2\,c.$$

Jeśli połączenie torów następuje w obu kierunkach, powstaje rozjazd krzyżowy (fig. 253 *b*), dla którego

$$b = \frac{d}{2 \sin \tau} - c - u.$$

W razie różnych kątów skrzyżowania rozjazdów trzeba tor łączący ułożyć w łuku (fig. 253 *c*), a wtedy obierzemy promień r i długość prostej l, a obrachujemy prostą l_1 z wzoru

$$l_1 = \frac{d - (c + l) \sin \tau - 2\,r \sin \frac{\tau_1 + \tau}{2} \sin \frac{\tau_1 - \tau}{2}}{\sin \tau_1} - c_1.$$

Przy znaczniejszym odstępie torów otrzymamy skrócenie układu przez ułożenie łuków odwrotnych (fig. 254). Obieramy r, l, l_1 i l_2 a obliczymy kąt δ z wzoru

$$\sin(\varphi - \delta) = -\frac{C \cos \varphi}{l_2},$$

przyczem $\operatorname{tang}\varphi = \frac{2r}{l_2}$,

zaś $C = 2r\cos\frac{\tau_1+\tau}{2}\cos\frac{\tau_1-\tau}{2} + (c+l)\sin\tau - d + (c_1+l_1)\sin\tau_1$.

C. Skupienia torów.

Skupienie torów powstaje, gdy wprowadzimy jeden tor w drugi bez właściwego ich połączenia. Można przesunąć albo jeden tylko tor (fig. 255), albo obydwa symetrycznie (fig. 256).

Obieramy odstęp toków v mały, wogóle nieco mniejszy od wymiaru g_z, oraz długość prostej l, a obliczymy promień r_z. Dla pierwszego przypadku otrzymamy wzór

$$r_z = \frac{s - v - l\sin\tau}{2\sin^2\frac{\tau}{2}},$$

zaś dla drugiego

$$r_z = \frac{s - v - 2l\sin\frac{\tau}{2}}{4\sin^2\left(\frac{\tau}{4}\right)}.$$

Po zaokrągleniu wartości promienia r na mniejszą liczbę obliczamy zmienioną długość l. W przypadku drugim wypada promień prawie dwa razy większy, niż w pierwszym.

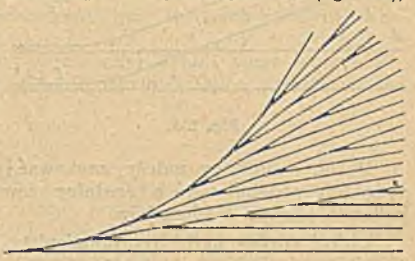


Fig. 252.

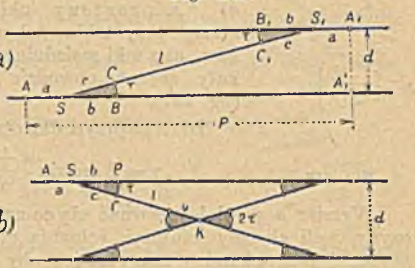


Fig. 253.

III. Obrotnice.

Obrotnice służą do przeprowadzania poszczególnych pojazdów między torami zbieżnemi i do obracania tychże o 180°. Umożliwiają one wyzyskanie kawałków terenu, nieprzydatnych do ułożenia połączeń torów przy pomocy rozjazdów i oddają dobre usługi, gdy chodzi o rozdział licznych, pojedynczych wagonów o niewielkim rozstawie osi, jak np. na torach ładowniczych. Należy unikać stosowania obrotnic w głównych torach stacyjnych; dopuszczalne są tylko na ślepych ich końcach.

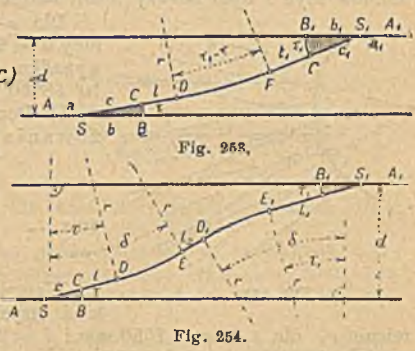


Fig. 254.

Jeśli chodzi o obroty o mały kąt, a z powodu braku miejsca trzeba punkt obrotu pomieścić na końcu obracanego odcinka toru mimo zwiększonego przez to oporu ruchu, stosowane bywają obrotnice w kształcie wycinka koła (obrotnice segmentowe).

Średnica obrotnicy dla wozów musi przynajmniej o 0,40 m przewyższać największy rozstaw osi obracanych wagonów. Zazwyczaj wynosi ona dla krótkich wozów 3,5—5,0 m, dla dłuższych wozów towarowych 5,5—7,5 m.

Długie wozy osobowe obraca się na obrotnicach lokomotywowych, których średnice dochodzą obecnie do 26 *m*.

Według P. P. M. najmniejsza średnica obrotnicy lokomotywowej ma wynosić na kolejach głównych pierwszorzędnych 22 *m*, na drugorzędnych 19 *m*. Średnicę obrotnicy lokomotywowej należy tak dobierać, aby środek ciężkości parowozu wraz z tendrem mógł znaleźć pomieszczenie nad punktem obrotu.

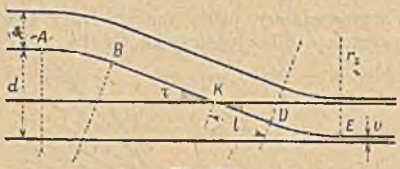


Fig. 255.

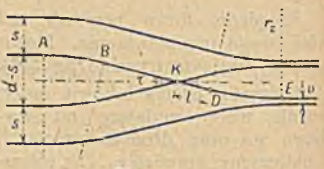


Fig. 256.

Dokoła obrotnicy należy zachować pierścień wolny od wszelkich wystających przedmiotów o średnicy zewnętrznej równej conajmniej przekątnemu odstępowi zderzaków.

Układ torów może być promienisty lub równoległy.

Fig. 257.

1. Układ promienisty:

a) Najprostszy układ otrzymamy przy takim doborze stosunków, aby toki sąsiednich torów stykały się na obwodzie obrotnicy (fig. 257).

Dla tego przypadku otrzymujemy

$$\alpha = 2 \arcsin \frac{s + a}{d}.$$

Fig. 258.

Wymiar *a* powinien równać się co najmniej podwójnej szerokości główki szyny, jeśli chcemy uniknąć ścinania główek przytykających toków. Korzystniej jest obierać *a* tak wielkie, aby nie było potrzeby żadnej obróbki końców szyn i było między niemi miejsce na łączniki.

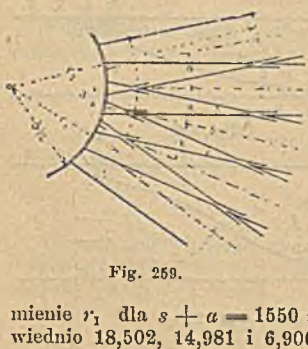


Fig. 259.

Dla $s + a = 1550$ *mm* i średnic obrotnicy $d = 20$, 16,2 i 7,5 *m* otrzymujemy w tym wypadku α równe odpowiednio 8° 53′ 24″, 10° 58′ 50″ i 23° 51′ 16″.

b) Dopuszczając pojedyncze skrzyżowanie toków podług fig. 258, otrzymujemy

$$\alpha = \arcsin \frac{s + a}{d}$$

oraz

$$r_1 = \frac{s}{2 \sin \frac{\alpha}{2}}.$$

Wartość kąta α spada do połowy wartości, uzyskanej w przypadku *a*), a promienie r_1 dla $s + a = 1550$ *mm* i $d = 20$, 16,2 i 7,5 *m*, wynoszą odpowiednio 18,502, 14,981 i 6,906 *m*.

c) Dopuszczając wreszcie dwukrotne skrzyżowanie toków podług fig. 259, otrzymujemy

$$\alpha = \frac{2}{3} \arcsin \frac{s + a}{d}$$

a więc $\frac{2}{3}$ wartości, jak w przypadku *b*), oraz

$$r_1 = \frac{s}{2 \sin \alpha} \qquad r_2 = \frac{s}{2 \sin \frac{\alpha}{2}}.$$

Dla przyjęć, jak pod *a*) i *b*) otrzymujemy $r_1 = 13{,}879$, $11{,}239$ i $5{,}187$ *m* oraz $r_2 = 27{,}749$, $22{,}467$ i $10{,}348$ *m*.

Ilość możliwych torów na obwodzie obrotnicy wynosi

$$n = \frac{360}{\alpha}.$$

Układy promieniste znajdują zastosowanie przy remizach kolistych i kręgowych.

Mniejsze kąty α od określonych powyższemi wzorami mogą znaleźć zastosowanie przy małej ilości torów (2 lub 3). Możliwa dolna granica kąta α określi się wzorem przybliżonym

$$\alpha = \frac{0{,}200}{d}.$$

2. Układ torów równoległych (fig. 260 *a* i *b*). Między obwodem obrotnicy i początkiem łuku należy ułożyć prostą o długości nie mniejszej, niż rozstaw osi przetaczanych pojazdów, a conajmniej 3 *m*. Jeśli ma miejsce skrzyżowanie sąsiednich toków na obwodzie obrotnicy, powinny krzyżownice leżeć w prostych.

Ilość torów równoległych, połączonych zapomocą obrotnicy, bywa niewielka, zazwyczaj nie ponad 4—5 torów.

Dla obranego promienia r i długości prostej l otrzymujemy dla 4 torów (fig. 260 *a*)

$$\sin\left(\varphi - \frac{3}{2}\alpha\right) = \frac{2r - 3d}{2l} \cos\varphi, \qquad \text{przyczem } \operatorname{tang}\varphi = \frac{r}{l}$$

$$\text{oraz } r_1 = \frac{1}{2 \sin^2\left(\frac{\alpha}{4}\right)} \left[\frac{d}{2} - l \sin\frac{\alpha}{2}\right], \quad l_1 = \frac{1}{\sin\frac{\alpha}{2}} \left[\frac{d}{2} - 2 r_1 \sin^2\left(\frac{\alpha}{4}\right)\right].$$

Dla 2 torów należy w powyższym wzorze dla kąta α wprowadzić $\frac{1}{2}\alpha$ zamiast $\frac{3}{2}\alpha$ oraz d zamiast $3d$.

Dla 5 torów (fig. 260 *b*) otrzymujemy

$$\sin(\varphi - 2\alpha) = \frac{r - 2d}{l} \cos\varphi, \qquad \text{przyczem } \operatorname{tang}\varphi = \frac{r}{l}$$

$$\text{oraz } r_1 = \frac{1}{2 \sin^2\left(\frac{\alpha}{2}\right)} [d - l \sin\alpha], \quad l_1 = \frac{1}{\sin\alpha} \left[d - 2 r_1 \sin^2\left(\frac{\alpha}{2}\right)\right].$$

Dla 3 torów należy do wzoru dla kąta α wprowadzić α zamiast 2α, oraz d zamiast $2d$.

Promienie r i r_1 należy dla kolei głównych i torów, używanych przez lokomotywy, obierać nie mniejsze niż 180 *m*, dla torów, używanych wyłącznie przez wagony, można zejść do 140 *m*, a dla krótkich wozów dwuosiowych nawet do 100 *m*.

Tory równoległe można również połączyć zapomocą obrotnic, stosując t. zw. łańcuchy obrotnic.

Jeśli tor, łączący obrotnice, przebiega prostopadle do torów równoległych (fig. 261 *a*), natenczas odstęp torów musi wynosić

$$d = \frac{1}{2} D + z + p,$$

przyczem z oznacza odstęp krawędzi zderzaków wagonu od skrajnej osi pojazdu, a p połowę szerokości skrajni.

Jeśli obracanie wozów ma odbywać się równocześnie na dwóch sąsiednich obrotnicach, musi odstęp torów wynosić

$$d = D + 2z.$$

Przy ukośnem położeniu toru, łączącego obrotnice (fig. 261 *b*), wynosi odstęp torów

$$d = (D + 2z) \sin \alpha.$$

W tym wypadku stosuje się zwykle kąt $\alpha = 60^0$ z trzema torami na obrotnicy.

Jeszcze większą wydatność ruchu przy równoczesnem zmniejszeniu odstępu torów d uzyskujemy w układzie podług fig. 261 *c*.

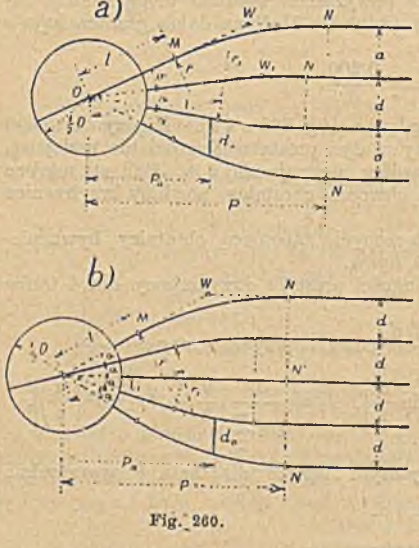


Fig. 260.

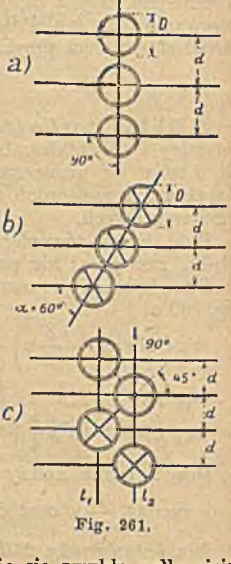


Fig. 261.

Szczegóły konstrukcyjne. Obrotnice wykonuje się zwykle całkowicie zagłębione, jednak stosowane są konstrukcje, przy których dźwigary główne wystają ponad górną krawędź szyny.

Konstrukcja obrotnicy: Wymiary dźwigarów silne wobec nieuniknionych wstrząśnień. Żeliwo stosowane niekiedy dla małych obrotnic wagonowych (do 3 *m* średnicy), zresztą wyłącznie żelazo walcowane jako dźwigary kratowe lub blaszane. Obrotnice dla wozów o mniejszych średnicach otrzymują często dwa prostopadłe, krzyżujące się tory; większe obrotnice urobione są jako obracalny odcinek toru z nakryciem przestrzeni między szynami, wąskich pasków poza szynami i w miejscu umieszczenia urządzenia do obracania. Obrotnice, znajdujące się w miejscach dostępnych dla ludzi i pojazdów drogowych, powinny być całe nakryte lub odgrodzone poręczami.

Małe obrotnice biegną często na kulach stalowych; większe obrotnice otrzymują podparcie czopem obrotowym, który dźwiga ciężar albo sam, albo razem z kółkami, toczącemi się po szynie okrężnej, ułożonej na obwodzie obrotnicy. Przy dużych obrotnicach używane są przeważnie cztery osi, skierowane ku środkowi obrotnicy i czop obrotowy. Koła tych osi otrzymują większe wymiary — przy obrotnicach wagonowych średnicę 0,4 – 0,8 *m* i szerokość 0,07—0,10 *m*, przy obrotnicach lokomotywowych średnicę 0,6—1,0 *m* i szerokość 0,12 – 0,13 *m* — przyczem czop jest tak wysoko ułożony, że

przy obrotnicy nieobciążonej koła nie spoczywają na szynach, lecz wiszą w powietrzu, a podparcie niemi obrotnicy następuje dopiero przy obciążeniu. Przy obrotnicach lokomotywowych wynosi to podniesienie kół nad szyny około 5—7 *mm*. Przy takiem zarządzeniu obrotnica daje się łatwiej obracać, a mały wymiar podniesienia łagodzi uderzenia podczas przejazdu ciężaru przez obrotnicę. W nowszych czasach wprowadzono szereg urządzeń, mających na celu usunięcie tych uderzeń na często przejeżdżanych obrotnicach, jak urządzenia odciążające, dźwignie, podział obrotnicy nad czopem z wiązaniem przegubowem itp.

Obrót obrotnic wagonowych następuje zwykle bez żadnych urządzeń przez prosty nacisk na wagon, albo przy pomocy drąga, wetkniętego w odpowiednie imadło na obrotnicy. Obrotnice lokomotywowe obracamy przy pomocy ręcznej windy korbowej; przy często używanych obrotnicach mechanicznie przy użyciu ciśnienia wody, powietrza lub, co najczęściej, popędem elektrycznym. Chyżość obwodowa obrotu wynosi około 0,07 r *m*/sek., jeśli r oznacza promień koła obrotnicy.

Ustalenie położenia obrotnicy otrzymuje się przy mniejszych średnicach zapomocą zapadek, wchodzących w odpowiednie wgłębienia w murze, okalającym dół obrotnicy; przy większych średnicach służą do tego celu rygle, umieszczone na obu końcach toru, wchodzące w odpowiednie komory w murze okalającym i zazwyczaj uruchomione równocześnie. Często jest urządzenie ryglowe połączone z sygnałem, który pozwala na wjazd na obrotnicę, gdy nastąpiło jej zaryglowanie i działa już ewentualne urządzenie odciążające.

Szyny na obrotnicy nie powinny mieć styków; szyny okrężne, podpierające obrotnicę, otrzymują silny profil ze stykami tak rozmieszczonemi, aby w żadnem położeniu obrotnicy nie stały równocześnie dwa koła na szparze stykowej, ani żadne koło przy głównych położeniach obrotnicy.

Ciężar obrotnicy wraz z żelaznem przykryciem i torem okrężnym można przyjąć dla obrotnic wagonowych 190 $d^2 + 3000$ *kg*, zaś dla lokomotywowych 122 $d^2 + 10.000$ *kg*.

Czop obrotowy osadzony jest na silnym ciosie, zwanym ciosem królewskim, wykonanym z kamienia lub betonu i należycie zafundowanym. Podobnie silne podparcie otrzymać musi tor okrężny. Ściany okalające dół obrotnicy mogą być murowane z kamienia, cegły lub betonu z przykryciem powierzchni górnej ciosami, lub silnie wypaloną cegłą, stawianą rębem. W nowszych czasach zastąpiono często mury żeliwem lub żelazem walcowanem. Przy gruncie niewytrzymałym lub przy wysokim nasypie można uniknąć głębokich fundamentów dla toru okrężnego przez ułożenie odpowiednio szerokiej płyty betonowej lub żelazno-betonowej. Małe obrotnice (do 6 *m* średnicy) można układać przy odpowiednim gruncie na warstwie żwiru za pośrednictwem żelaznej płyty podstawowej. Dno dołu obrotnicy otrzymuje spadki do kanału odwadniającego i bruk kamienny, ceglany lub betonowy tak silny, aby można było ustawiać na nim windy przy montowaniu i naprawie konstrukcji.

IV. Przesuwnice.

Przesuwnice służą do połączenia torów równoległych i znajdują obszerne zastosowanie w remizach lokomotywowych, warsztatach i na stacyjnych torach odstawczych.

Przesuwnice zagłębione można stosować w torach głównych tylko na ślepych końcach; głębokość ich nie powinna przekraczać 0,5 *m*. Wykształcenie konstrukcji nie przedstawia trudności; tor na przesuwnicy leży w wysokości zgodnej z torami sąsiedniemi, więc wtaczanie nawet ciężkich pojazdów na przesuwnicę jest łatwe, natomiast ujemną stronę stanowi pewne niebezpieczeństwo i utrudnienie ruchu z powodu przerwy torów przez otwarte wgłębienie.

Przesuwnice niezagłębione nie mają otwartego wgłębienia, jednak mała rozporządzalna wysokość utrudnia wykształcenie odpowiednio silnych dźwigarów podłużnych, a nadto uciążliwe jest wtaczanie pojazdów z torów sąsiednich na tor przesuwnicy, podniesiony około 45—80 *mm*. Z tych powodów ten rodzaj przesuwnic nadaje się dla lekkich pojazdów w warsztatach; nie ma zastosowania do przesuwania lokomotyw.

Długość przesuwnicy wynosi zazwyczaj: dla wozów towarowych 4—5 *m*, dla dwu- i trójosiowych wozów osobowych i lokomotyw beztendrowych 7,5—12,0 *m*; dla czteroosiowych wozów osobowych i lokomotyw z tendrem 14—20 *m* i więcej.

Długość przesuwnic zagłębionych powinna być o 0,5 *m* większa, niż największy rozstaw osi pojazdów.

Do przesuwania szczególnie długich pojazdów w warsztatach można użyć dwóch mniejszych przesuwnic, ułożonych obok siebie w odstępie, odpowiadającym rozstawieniu wózków kierujących.

Szczegóły konstrukcyjne. Tor, dźwigający przesuwnicę, składa się z 3—6 szyn, zależnie od długości przesuwnicy. Celem lepszego ustalenia bocznego przesuwnicy i urządzenia styków przestawionych układa się często szyny podwójne. Koła o średnicy 0,8—0,9 *m* otrzymują tylko częściowo rąbki boczne lub środkowe celem możliwego zmniejszenia oporów ruchu. Pokrycie przesuwnicy blachą rowkowaną — przy przesuwnicach zagłębionych w wysokości 40 *mm* poniżej górnej krawędzi szyn. Ustalenie przesuwnicy przy pomocy zaryglowania, podobnie jak przy obrotnicach. Popęd parowy, gazowy, wodą pod ciśnieniem, zapomocą okrężnej liny, a najczęściej elektryczny, gdyż oszczędność na czasie wobec długich zazwyczaj dróg, jakie przesuwnica odbywa, jest przy tym popędzie największa. Chyżość przesuwnic lokomotywowych około 0,5 *m*/sek., wagonowych do 1,0 *m*/sek. Obok urządzenia mechanicznego zwykle winda ręczna, jako zapasowa. Korzystne jest dodanie urządzenia do wtaczania pojazdów na przesuwnicę lub odwrotnie.

Przybliżony ciężar przesuwnicy w *kg* przy długości l^m dla lekkich wozów (500—600) *l*; dla wozów wszelkich typów (900—1500) *l*; dla lokomotyw (1500—2000) *l*.

Mury powinny być starannie wykonane. Tor przesuwnicy silnie fundowany, podparty ciosami na zaprawie cementowej. Mury policzkowe wykonane dokładnie i trwale ze schodami przy głębokości dołu większej niż 0,25 *m*. Ważne jest należyte podparcie końców torów, które dobrze jest ułożyć wraz z murem policzkowym na wspólnej płycie betonowej. Dno dołu wraz z ewentualnemi wgłębieniami dla poprzecznych dźwigarów przesuwnicy należy starannie odwodnić. Utrwalenie powierzchni brukiem, betonem lub asfaltem.

LITERATURA.

Skibiński: Połączenia torów. 1897.
Wątorek: Połączenia torów czteroszynowych. 1906.
Wątorek: Budowa kolei żel. Tom I. 1924.
Zbiór typów połączeń torów austr. kolei państw. 1908.
Bäseler: Verkürzte Kreuzungsweichen. 1918.
Die Eisenbahntechnik der Gegenwart: II. Band. 2. Abschnitt.
Förster: Taschenbuch für Bauingenieure. 4. Auflage. 1921.
Handbuch der Ingenieurwissenschaften: V. Band. 3. Abt. 1908.
Röll: Enzyklopädie des Eisenbahnwesens. 2. Auflage. 1912—1923.
Schau: Der Eisenbahnbau. I. 1914.
Timpenfeld: Weichen und Gleisverbindungen. 1904.

Trasowanie.

Trasowanie obejmuje badania i czynności, jakie należy przeprowadzić przed przystąpieniem do budowy kolei, a zmierzające do takiego ustalenia jej położenia, aby przy najmniejszych kosztach budowy, utrzymania i ruchu odpowiadała w zupełności celowi, któremu ma służyć. Rozróżniamy trasowanie handlowe (gospodarcze) i trasowanie techniczne.

Trasowanie handlowe ma na celu określenie wielkości oczekiwanego ruchu, a tem samem wielkości spodziewanych dochodów; określenie na tej podstawie typu kolei i wysokości kapitału, jaki można przeznaczyć na budowę, a wreszcie oznaczenie ogólne kierunków trasy, najkorzystniejszych z uwagi na wielkość i rodzaj przewidywanego ruchu i na potrzeby handlowe, a bez względu na teren.

Zadaniem trasowania technicznego jest ustalenie kierunków, wskazanych ogólnie trasą handlową, z uwzględnieniem typu kolei i wymagań terenu, oraz określenie wysokości kosztów budowy.

I. Trasowanie handlowe.

Przedewszystkiem należy określić wielkość i rodzaj oczekiwanego ruchu. Im ruch mniejszy i im bardziej posiada cechy ruchu miejscowego, tem bardziej należy nadać kolei charakter kolei lokalnej, ewent. wąskotorowej. Nawet przy oczekiwanym znaczniejszym ruchu zbudujemy kolej lokalną, jeśli ruch ten pokonać możemy ograniczoną ilością pociągów o miernym ciężarze i niewielkiej chyżości jazdy, a niema obawy współzawodnictwa innych, podobnie przebiegających kolei.

Ruch miejscowy (lokalny) obejmuje ruch osobowy i towarowy od i do miejscowości, które ma obsługiwać projektowana kolej; ruch przechodni (tranzytowy) obejmuje ruch osobowy i towarowy, pochodzący z innej linji kolejowej i przeznaczony do stacyj innej kolei za pośrednictwem kolei projektowanej. Kolej, nie łącząca się z inną, lub tylko w jednym końcu, posiada ruch wyłącznie miejscowy.

Dla oznaczenia wielkości ruchu miejscowego należy określić obszar ciążenia projektowanej kolei, czyli obszar, który będzie korzystał z tej kolei po wybudowaniu. Rozciąga się on w ogólności po obu stronach kolei do połowy szerokości pasa między linją projektowaną, a sąsiednią istniejącą lub projektowaną, o ile nie zachodzi potrzeba uwzględnienia większych rzek, nie posiadających mostów, albo pasm górskich lub innych przeszkód, które mogą linję graniczną obszaru ciążenia przesunąć w jedną lub drugą stronę.

Ocenę wielkości ruchu miejscowego można przeprowadzić rozmaicie:

1. Można oprzeć rachunek na wielkości ruchu na istniejących drogach, biegnących w kierunku zgodnym z projektowaną koleją, mnożąc go przez pewien współczynnik wielokrotności. Sposób niepewny.

2. Można się oprzeć na informacjach władz miejscowych co do wielkości obrotów handlowych. Uzyskane w ten sposób dane, zwłaszcza co do ruchu oczekiwanego, przyjmować ostrożnie, gdyż łatwo mogą być przesadzone. Pewniejsze są dane za pośrednictwem Izb handlowych, zwłaszcza odnośnie do surowców i wyrobów fabrycznych.

3. Znacznie lepszy sposób podał inżynier francuski Michel, który przyjął wielkość spodziewanego ruchu proporcjonalną do ilości mieszkańców miejscowości, w których znajdują się stacje z dodaniem pewnego obwodu, przyczem stwierdził, że okolice rolnicze dają ruch słabszy, niż gęściej zaludnione okolice przemysłowe. Launhardt podzielił tę ludność na dwie grupy podług odległości miejsca jej zamieszkania od stacji kolejowej. Przeciętnie: mieszkańcy

w obrębie 3 *km* od stacji biorą pełny udział w ruchu, zaś ludność zamieszkała dalej, ale w obszarze ciążenia danej stacji, tylko w pewnym ułamku, którego wielkość zależy od wielkości obszaru ciążenia. Dla ludności, mieszkającej w odległości 3—7 *km* od stacji, przy dobrych drogach dojazdowych, można przyjąć 0,5, dla dalszej okolicy 0,3, przy większej odległości jeszcze mniej. Wielkość ruchu na jednego mieszkańca ustala się na podstawie dat statystycznych innych kolei, znajdujących się w podobnych warunkach co do zaludnienia i rodzaju zatrudnienia.

Dla określenia wysokości spodziewanych dochodów trzeba nadto wyznaczyć odległość przewozu, najlepiej badając stosunki miejscowe, lub na podstawie dat statystycznych innych kolei. Według dat z lat 1898—1902 wykazują średnią dalekość przewozu:

koleje	niemieckie	dla podróżnych około	20 *km*,	dla towarów około	100 *km*
„	pruskie	„ „ „	21 *km*,	„ „ „	115 *km*
„	francuskie	„ „ „	31 *km*,	„ „ „	130 *km*
„	austrjackie	„ „ „	40 *km*,	„ „ „	125 *km*
„	węgierskie	„ „ „	47 *km*,	„ „ „	181 *km*
„	amerykańskie	„ „ „	46 *km*,	„ „ „	210 *km*.

Jeśli linja projektowana łączy się tylko na jednym końcu z innemi kolejami, a długość jej jest mniejsza od określonej średniej dalekości przewozu, albo też jeśli na obu końcach łączy się z innemi kolejami, a posiada długość mniejszą od podwójnej średniej odległości, to należy przeprowadzić rachunek dla każdej stacji oddzielnie, uwzględniając jej odległość od bliższej stacji końcowej.

Jeśli projektowana kolej należy do tego samego przedsiębiorstwa, co koleje istniejące, z któremi się łączy, należy przy obliczaniu dochodów przyjąć całą dalekość transportu, wyznaczoną dla tego przedsiębiorstwa i rozdzielić ją podług długości jazdy na nową i na stare linje, bo dla tych ostatnich przy obrachowaniu zysku wstawić należy nie pełne koszta ruchu, lecz tylko ich część, gdyż wskutek przyrostu transportu nie będzie zazwyczaj potrzeby wprowadzania nowych pociągów, a koszta służby stacyjnej i na szlaku albo wcale nie wzrosną, albo tylko nieznacznie. Wogóle wzrost kosztów ruchu na linjach istniejących wyniesie z tego powodu 10—20% całkowitych kosztów.

Dla linij krótkich, pozostających w bezpośrednim związku z innemi linjami, stanowi poważne źródło dochodu opłata za przyjęcie towaru do transportu, którą rozdziela się po połowie na stację nadawczą i odbiorczą.

Biorąc pod uwagę przytoczone względy oraz względy taryfowe, można dochody z ruchu miejscowego dość dokładnie określić.

Ruchu przechodniego oczekiwać można tylko na linjach, które obu końcami łączą się z kolejami istniejącemi. Wielkość jego najpewniej oznaczyć z dat statystycznych kolei sąsiednich. Pamiętać, że przesyłki nie zawsze przechodzić będą na nową krótszą linję zależnie od tego, czy należy ona do tego samego właściciela, czy też nie. Przyjmowanie ruchu przechodniego przeprowadzać bardzo ostrożnie, a dla linij podrzędnych wogóle nań nie liczyć.

Wszystkie wydatki na ruch dzielą się na koszta ogólnego zarządu, koszta utrzymania i właściwe koszta ruchu. Każda z tych grup rozpada się na wydatki osobowe i rzeczowe.

Do wydatków osobowych należą płace funkcjonarjuszy kolejowych i robotników, oraz wszelkie wydatki, związane z personalem. Oznaczyć je można dokładnie na podstawie danych statystycznych innych kolei.

Wydatki rzeczowe obejmują w kosztach ogólnego zarządu $^2/_3$ całkowitych kosztów, znając więc koszta osobowe tegoż zarządu, łatwo określić koszta rzeczowe. W grupie kosztów utrzymania obejmują koszta rzeczowe: koszt utrzymania szlaku i stacyj, telegrafów i urządzeń sygnalizacyjnych, oraz koszta odnowy toru i koszta ogólne. Właściwe rzeczowe koszta ruchu

BIBLIOTEKA
BIURA PROJEKTOWANIA
URZĄDZEŃ
PRZEMYSŁU HUTNICZEGO

obejmują koszta uruchomienia pociągów, oraz koszta utrzymania i odnowienia pojazdów. Wszystkie te koszta obecnie łatwo określić na podstawie danych, uzyskanych na kolejach istniejących.

Koleje prywatne obowiązane są do utworzenia osobnego funduszu, z którego pokrywa się wydatki na uzupełnienie materjałów nawierzchni i środków przewozowych, oraz funduszu rezerwowego na pokrycie nadzwyczajnych wydatków, spowodowanych klęskami elementarnemi. Jeśli koncesja kolei prywatnej opiewa na pewien przeciąg czasu, należy utworzyć fundusz umorzenia dla spłaty akcjonarjuszów po wygaśnięciu koncesji.

Niech R oznacza wszystkie roczne koszta ruchu, U roczne koszta utrzymania, D oczekiwane dochody; niech oprocentowanie kapitału budowy K wynosi $p\%$, to roczny koszt dopuszczalnego kapitału budowy:

$$\frac{K\,p\%}{100} \leqq D - R - U \quad \text{czyli} \quad K \leqq (D - R - U)\,\frac{100}{p\%}.$$

Zw. uważamy budowę kolei za możliwą, jeśli roczny dochód osiąga 13% kapitału budowy, a roczne wydatki nie przekraczają 9% tegoż kapitału.

Wysokość tak wyznaczonego dopuszczalnego kapitału pozwala określić, jaki typ ma otrzymać projektowana linja. Ostateczną odpowiedź przyniesie rezultat studjów technicznych.

Państwo podejmuje często budowę linji kolejowej, chociaż oczekiwane dochody nie pokrywają kosztów, a to ze względów ogólnopaństwowych, strategicznych, politycznych lub ekonomicznych, (dla podniesienia handlu i przemysłu, albo gospodarstwa rolnego pewnej okolicy przez ułatwienie komunikacji i w parze z tem idące wzmożenie bogactwa mieszkańców i ich zdolności podatkowej). Może też państwo przy ocenie rentowności projektowanej kolei uwzględnić zwiększenie dochodów linij państwowych już istniejących wskutek zasilenia ich ruchem z kolei projektowanej.

Zwykle, gdy budowę kolei zamierza przeprowadzić czyto państwo, czy też przedsiębiorstwo prywatne, przeprowadza się ocenę rentowności przez porównanie spodziewanych dochodów bezpośrednich projektowanej linji z całkowitemi kosztami budowy utrzymania i ruchu. Zadaniem inżyniera jest takie ustalenie typu kolei i przebiegu trasy, aby ona przy najmniejszości kosztów zapewniała możliwie największe dochody.

Ustalenie kierunków trasy handlowej. Dla połączenia trasa dwu miejscowości najkorzystniejsza będzie trasa najkrótsza, więc prosta. Gdy między końcowemi punktami trasy A i B znajdują się znaczniejsze miejscowości pośrednie C, D i E, których położenie odchyla się od kierunku prostego AB (fig. 262), można otrzymać rozmaite rozwiązania:

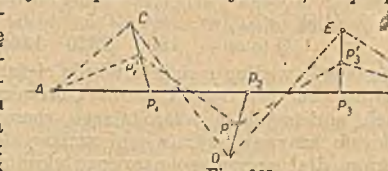


Fig. 262.

Można mianowicie zachować prosty kierunek trasy AB i wykonać dojazdy CP_1, DP_2 i EP_3, albo ułożyć trasę w ciągu łamanym $AP_1'P_2'P_3'B$, aby uzyskać skrócenia dojazdów i zbudować je ewentualnie jako drogi dojazdowe, wreszcie można poprowadzić trasę w ciągu łamanym przez miejscowości C, D i E. Zadaniem trasowania handlowego jest znalezienie rozwiązania najkorzystniejszego.

Zadanie to traktuje wyczerpująco Launhardt i ustala zasady prowadzenia kierunków trasy dla najmniejszości całkowitych kosztów, przyczem przyjmuje, iż koszta kilometryczne dla tych kierunków są znane. W rzeczywistości jednak koszta te mogą być bardzo różne, gdyż różne mogą być stosunki terenowe poszczególnych kierunków, a nadto wielkość transportów poszczególnych stacyj, przyjęta do rachunku, często zmienia się po wybudowaniu kolei, a wtedy oczywiście zmieniłby się i wynik rachunku.

Wobec tego badania Launhardta mają raczej wartość teoretyczną i można ich użyć do zbadania porównawczego projektów, sporządzonych dla każdego kierunku, a nie do ostatecznego określania tychże.

W ogólności, gdy ruch bezpośredni między miejscowościami A i B przeważa, zaś ruch miejscowości pośrednich jest podrzędny, korzystne będzie najkrótsze, możliwie proste połączenie tych miejscowości i wykonanie osobnych dojazdów; gdy zaś oczekiwany ruch miejscowości pośredniej jest znaczny, można z korzyścią kolej przez nią przeprowadzić.

II. Trasowanie techniczne.

Przy ustalaniu trasy technicznej na podstawie wyników badań handlowych uwzględnić należy teren. Celem uzgodnienia wymagań gospodarczych z warunkami terenowemi ustala się przedewszystkiem warunki techniczne (program) projektowanej kolei, obejmujące podstawowe przyjęcia dla dalszego studjum trasy, w których należy określić czynniki: 1. typ projektowanej kolei, 2. przelotność, 3. spadki, 4. krzywizny, 5. przekrój poprzeczny kolei, 6. typ lokomotyw i nawierzchni, chyżość jazdy, 7. rozkład, wielkość i wyposażenie stacyj.

Typ projektowanej kolei z zaznaczeniem punktu początkowego i końcowego trasy, oraz tych punktów pośrednich, których trasa ma dotknąć, wynika z wymagań trasy handlowej.

Przelotność jest to zdolność przepuszczenia określonej ilości pociągów na dobę, wymagana przy największym możliwym rozwoju ruchu.

Znając wielkość oczekiwanego ruchu (badania handlowe), oraz dopuszczalny ciężar pociągu, określić można potrzebną ich dzienną ilość. Trasa powinna dozwalać na pokonanie tego ruchu.

M. K. Ż. podaje w rozp. z dn. 5 kwietnia 1923, Nr. V. 7383/23, nast. sposób określania przelotności projektowanych linij kolejowych znaczenia ogólnego:

Przelotność kolei oblicza się dla biegu pociągów towarowych poruszanych parowozem serji D typu G_8^1, który przy krańcowej chyżości 20 *km*/godz. zdolny jest do prowadzenia pociągów o ciężarze Q (bez lokomotywy) podług nast. zestawienia:

na spadku $s^0/_{00}$ =	4	5	6	7	8	9	10
Q tonn =	1530	1320	1160	1040	930	850	780.

Po ustaleniu według tego zestawienia ciężaru pociągu dla obranego spadku miarodajnego s_m (por. Spadki, str. 227), oznaczamy prędkość jazdy na różnych spadkach, mniejszych od miarodajnego, sposobem wykreślnym. W tym celu na wykresie krzywej, wyrażającej zmianę siły pociągowej ze zmianą chyżości, która dla powyższego parowozu określa się równaniem

$$Z_i\,kg \,.\, v\,km/\text{godz.} = 237600,$$

wykreślamy krzywe oporu dla różnych spadków (określone wzorami Strahla), a punkty przecięcia tych krzywych z krzywą siły pociągowej określą odpowiednie prędkości jazdy. Podług tych prędkości obliczamy czas potrzebny na przejazd 1 *km* linji na różnych spadkach, oraz czas, potrzebny na przejazd całego szlaku.

Przy określaniu przelotności należy kierować się nast. zasadami:

a) O przelotności linji stanowi przelotność najtrudniejszego jej szlaku, na którym przebieg pociągu tam i z powrotem od stacji do stacji wymaga najdłuższego czasu.

b) Do obliczonego czasu biegu należy dodać 2 minuty na rozpęd i 2 minuty na zatrzymanie się każdego pociągu.

c) Odstęp czasu δ między przybyciem jednego pociągu i wyprawieniem następnego na tenże szlak w kierunku odwrotnym na linjach jednotorowych należy przyjmować nie mniejszy niż 3 minuty.

d) Na tych podstawach przelotność szlaku, na którym obliczony czas biegu tam i z powrotem z dodaniem czasu na rozpęd i zatrzymanie wynosi t_1 i t_2 minut, wyrazi się wzorem

$$u = \frac{1440}{t_1 + t_2 + 2\delta}$$

e) Przelotność linji należy udowodnić wykresem jazdy pociągów, przyjmując postój na stacjach wodnych 6 minut, a na pozostałych stacjach i mijalniach 3 minuty.

f) Największą prędkość pociągu towarowego przyjmować 45 *km*/godz.

Spadki, to najważniejszy element trasowania, trafny ich dobór rozstrzyga o wartości projektowanej trasy. Wielkość spadku, najkorzystniejszego dla danej trasy, zależy od typu kolei, więc od wielkości spodziewanego ruchu i pożądanej chyżości jazdy, oraz od terenu.

1. Górna granica dopuszczalnych spadków na kolejach adhezyjnych jest bardzo niska. Według N. Z. nie należy na kolejach głównych pierwszorzędnych przekraczać spadku 25‰, a na kolejach głównych drugorzędnych i kolejach lokalnych normalno- i wąskotorowych spadku 40‰. Według P. P. M. nie powinien największy spadek kolei lokalnych normalno- i wąskotorowych przekraczać 70‰ przy trakcji elektrycznej, a 40‰ przy innych rodzajach trakcji.

2. Trzymając się powyższych granic ustalamy dla kolei największy spadek s_m, dobrany odpowiednio do terenu i wielkości oczekiwanego ruchu i spadek ten, zwany spadkiem miarodajnym s_m, służy do określenia ciężaru pociągu.

Zwiększenie tego spadku na pewnych częściach szlaku możliwe przy zastosowaniu silniejszego parowozu, albo przez podział pociągu na części i zmniejszenie w ten sposób jego ciężaru, lub wreszcie przez przyprzęg drugiego parowozu posiłkowego. Wszystkie te sposoby są wielkiem utrudnieniem ruchu i dlatego dochowanie obranego spadku miarodajnego bardzo pożądane.

Niewielkie odcinki trasy można ułożyć w spadku większym od s_m, pokonując go przez częściowe wyzyskanie energji kinetycznej rozpędzonego pociągu. Jeśli spadek na tym odcinku oznaczymy literą s_1 (gdzie $s_1 > s_m$), zaś literami v_1 i v_0 chyżość jazdy na początku i końcu badanego odcinka, to długość jego l wynosić może:

$$l = \frac{\alpha}{2g} \cdot \frac{v_1^2 - v_0^2}{s_1 - s_m}$$

przyczem $\alpha = 1{,}08$ określa zwiększenie energji kinetycznej pociągu skutkiem rotacji osi i kół, zaś g oznacza przyśpieszenie ziemskie.

Stosowanie takich krótkich ramp w spadku większym od miarodajnego powoduje stratę na czasie jazdy i utrudnia ruch, więc uż. tylko wyjątkowo dla kolei podrzędniejszych, posiadających niewielki spadek miarodajny, i znaczniejszą chyżość.

3. Na kolejach nizinnych mamy do czynienia z małemi spadkami, nie przekraczającemi zw. wartości spółczynnika oporu ruchu na torze prostym i poziomym w_0. Na takich spadkach, nie wymagających hamowania przy jeździe w dół, średnia z prac siły pociągowej dla obu kierunków jazdy (przy jednakowym ciężarze pociągu) równa się pracy na poziomie.

Spadki takie nazywamy nieszkodliwemi, gdyż przy wyłącznem ich stosowaniu możemy niweletę kolei dowolnie załamywać, wprowadzając nawet spadki odwrotne, bez szkody dla dobroci linji z uwagi na zapotrzebowanie siły pociągowej. Pozwala to na dostosowanie trasy do terenu, więc zmniejszenie kosztów budowy.

4. Dochowanie spadku jednostajnego między dwiema stacjami jest bardzo pożądane, gdyż jest to najmn. możliwy spadek. Często względy terenowe wymagają odstępstwa od spadku jednostajnego.

Granice tego odstępstwa bez szkody dla dobroci trasy:

Dla przypadku, gdy spadek jednostajny jest nieszkodliwy ($s \leq w_0$), możemy stosować spadki łamane, a nawet odwrotne, byle nie przekraczały granicy spadków nieszkodliwych (por. ust. 3).

Jeśli spadek jednostajny jest szkodliwy ($s > w_0$), a uwzględniamy ruch w obu kierunkach, wówczas wolno spadki załamywać, byle wszystkie spadki były szkodliwe i skierowane w jedną stronę.

Niweleta tak ułożona nie posiada spadków straconych.

5. Jeśli możliwe jest zastosowanie spadku jednostajnego między dwiema stacjami, należy ułożyć przed stacjami spadki pośrednie, przez co możemy nadać pociągowi, wyjeżdżającemu ze stacji dolnej, odpowiednią chyżość przed wjazdem na wielki spadek, oraz łagodny wjazd na tę stację pociągu, zjeżdżającego z góry. Spadek pośredni przed stacją górną ułatwia zatrzymanie i następne ruszenie z miejsca pociągu, gdy jest wjazd do stacji zamknięty, oraz regulowanie palenia pod kotłem, a wreszcie obydwa spadki pośrednie przyczyniają się do złagodzenia ostrości załomów spadku przy wejściu na stację. Długość przedstacyjnych spadków pośrednich powinna być nieco większa od odległości sygnałów wjazdowych od początku stacji, a więc 500—800 *m* na kolejach głównych, a 150—300 *m* na lokalnych. Wielkość spadków pośrednich obieramy zw. równą połowie spadku, zastosowanego na dotyczącym szlaku.

6. Stacje kolejowe i mijalnie powinny w myśl P.P.M. leżeć zasadniczo w poziomie, a w każdym razie w spadkach nie przekraczających 2,5‰, z wyjątkiem torów przetokowych. Końce torów mijankowych mogą zachodzić na spadki przyległych szlaków. Długość równi stacyjnych winna odpowiadać projektowanemu układowi torów stacyjnych i przewidywanemu ich rozwojowi, conajmniej długości użytkowej torów z uwzględnieniem rozmieszczenia rozjazdów krańcowych i zaokrąglenia załomów. Mijalnie na szlaku poza stacjami mogą otrzymać spadki większe, a tylko tory, przeznaczone do odstawiania poszczególnych wagonów, układać należy w poziomie lub w spadku nie przekraczającym 2,5‰.

7. Załomy spadku należy według P.P.M. wyokrąglić łukiem kołowym o promieniu na kolejach głównych conajmniej 10.000 *m*, a w obrębie stacyj i dojść do nich conajmniej 5000 *m*. Na kolejach lokalnych wartości te mają wynosić 5000 i 2000 *m*. Przybliżona długość stycznej łuku wyokrąglającego:

$$t = \frac{r}{2}(s_2 \pm s_1),$$

zaś pionowy odstęp punktu niwelety wyokrąglonej od punktu załomu:

$$h = \frac{r}{8}(s_2 \pm s_1)^2,$$

gdzie: r = promień łuku wyokrąglającego, a s_1 i s_2 = przyległe spadki, przyczem znak + odpowiada spadkom odwrotnym, a znak — spadkom zgodnie skierowanym. Ostre załomy spadków złagodzić, wprowadzając wstawki pośrednie. Szczególnie potrzebne takie wstawki między większemi i dłuższemi spadkami odwrotnemi. Według P.P.M. należy w tym wypadku włożyć wstawkę poziomą lub w spadku nie przekraczającym 3‰ o długości (łącznie z łukami wyokrąglającemi) nie krótszej niż długość pełnoładownych pociągów.

Odstęp punktów załomu niwelety powinien odpowiadać chyżości jazdy celem uzyskania spokojnego biegu pociągów.

Unikać należy załomów spadku na łukach, na mostach otwartych i w pobliżu tychże, oraz przed rozjazdami stacyjnemi. Odstęp punktu załomu spadku

od początku łuku, względnie od przyczółka mostu lub od początku rozjazdu powinien być równy conajmniej długości t stycznej łuku wyokrąglającego zwiększonej o 6 m.

8. P.P.M. zalecają złagodzenie wzniesień miarodajnych na łukach o wartość dodatkowego oporu wskutek krzywizny.

Złagodzenie to uzyskamy, urabiając t. zw. linję o stałym oporze. Jeśli s = spadek jednostajny szlaku, na którym mamy urobić linję o stałym oporze, l_0 = łączna długość wszystkich prostych tego szlaku, l_1 = długość wszystkich łuków, dla których spółcz. dodatkowego oporu z powodu krzywizny wynosi $w_r = 1$ *kg/t*, l_2 długość łuków, dla których $w_r = 2$ *kg/t* itd., a wreszcie t długość tuneli i głębokich przekopów, w których trzeba dodatkowo zmniejszyć spadek o m‰, natenczas spadek w prostych s_0 wyznaczymy z wzoru

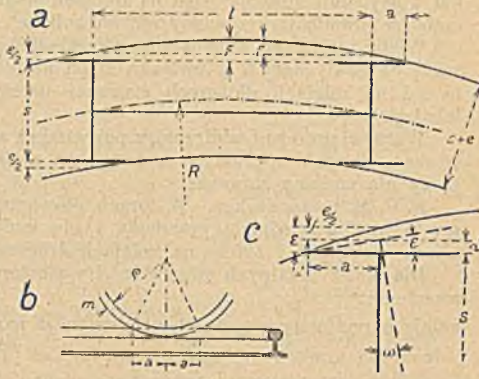


Fig. 263.

$$s_0 = s + \frac{\Sigma_1^n n \,.\, l_n + m\,t}{L},$$

przyczem L oznacza całkowitą długość badanego szlaku.

W łukach grupy l_1 zastosujemy spadek $s_1 = s_0 - 1$, w łukach grupy l_2 spadek $s_2 = s_0 - 2$ itd.

Według P.P.M. należy w dłuższych tunelach zmniejszyć spadek miarodajny do 0,7 jego wartości na szlaku otwartym.

Kierując się powyższemi wskazówkami, określimy w warunkach technicznych spadek miarodajny dla szlaku, oraz spadki dla stacyj i mijalni.

Krzywizny.

1. Najmniejsze promienie łuków. Dla wozu dwuosiowego z osiami stałemi, ułożonego w łuku o tak małym promieniu, że wszystkie koła opierają się swemi rąbkami o szyny (fig. 263 *a*), otrzymujemy

$$R = \frac{1}{e}(a^2 + a\,l) - \frac{s}{2}$$

a wstawiając podług fig. 263 *b* w przybliżeniu $a = \sqrt{2\,\rho\,m}$,

otrzymamy $R = \frac{1}{e}(2\,\rho\,m + l\,\sqrt{2\,\rho\,m}) - \frac{s}{2}$.

Podobnie, oznaczając literą g całkowitą grę osi zwrotnej w łożyskach, otrzymamy dla wozu z osiami zwrotnemi, zgodnie z fig. 263 *c*

$$\varepsilon = \frac{e}{2} + \vartheta, \quad \vartheta = a \sin\omega \cong a \operatorname{tang}\omega = \frac{a\,g}{s}.$$

a więc $\varepsilon = \frac{e}{2} + \frac{a\,g}{s}$

i ostatecznie $R = \frac{1}{2\,\varepsilon}(2\,\rho\,m + l\,\sqrt{2\,\rho\,m}) - \frac{s}{2}$.

Zatem: szerokość toru wywiera stosunkowo bardzo nieznaczny wpływ na wielkość promienia łuku, natomiast rozstrzygają: rozstaw osi pojazdów, średnica kół, wysokość rąbków, a przedewszystkiem gra między rąbkami kół a szynami. Możemy więc na kolejach wąskotorowych stosować znacznie mniejsze promienie krzywizny niż na kolejach normalnotorowych.

Wielki wpływ na wielkość dopuszczalnego promienia krzywizny wywiera także chyżość jazdy i w związku z nią pozostające bezpieczeństwo ruchu, to też na kolejach głównych stosować należy większe promienie niż na lokalnych.

Wartości promieni, obliczone z powyższych wzorów, stanowią bezwzględne minima, których w praktyce z uwagi na wielkość oporów i bezpieczeństwo jazdy nie możemy stosować.

P. P. M. postanawiają: W torach głównych kolei głównych należy stosować możliwie wielkie promienie i nie mniejsze niż 300 *m* na kolejach pierwszorzędnych i 180 *m* na kolejach drugorzędnych.

Dla kolei lokalnych normalno- i wąskotorowych dopuszczalne są nast. promienie:

koleje normalnotorowe, na które przechodzą parowozy kolei głównych, 180 *m*
„ „ „ „ „ wagony „ „ (bez parowozów) 140 *m*
„ „ „ „ nie przechodzi tabor kolei głównych, 100 *m*
„ o szerokości toru 1000 *mm* w szlakach głównych 100 *m*, zresztą 50 *m*
„ „ „ „ 750 *mm* „ „ „ 75 *m*, „ 40 *m*
„ „ „ „ 600 *mm* „ „ „ 60 *m*, „ 30 *m*

Na wszystkich tych kolejach można za zezwoleniem M. K. Ż. stosować mniejsze promienie, jeśli tabor jest odpowiednio urządzony do przejazdu ostrych łuków.

2. Poszerzenie toru. Zbyt małe poszerzenie utrudnia ruch parowozów z większą ilością osi sprzężonych w ciasnych łukach i powoduje silne ocieranie rąbków kół o szyny; zbyt wielkie poszerzenie wywołuje niespokojny ruch końcowych wozów w pociągu, zwłaszcza wozów o mniejszym rozstawie osi.

Wedle P. P. M. największe dopuszczalne poszerzenie wynosi:

$$e\ mm = \frac{7000}{R^m} - 5,$$

przyczem szerokość toru w łukach nie powinna przekraczać 1465 *mm* na kolejach pierwszorzędnych i 1470 *mm* na drugorzędnych.

Poszerzenie toru wedle wzoru dla różnych promieni wynosi:

dla $R =$ 100, 150, 180, 200, 250, 300, 400, 500, 600, 800, 1000, 1200 *m*
$e =$ 35, 35, 34, 30, 23, 18, 13, 9, 7, 4, 2, 1 *mm*

Związek niemieckich zarządów kolejowych zaleca wzór:

$$e = \frac{(1000 - r)^2}{30.000}.$$

Dla kolei wąskotorowych zaleca Skibiński następujące wzory:

dla szerokości toru	1000 *mm*	750 *mm*	600 *mm*
poszerzenie toru $e\ mm$	$= \frac{1400}{R^m} - 5,$	$\frac{880}{R^m} - 4,$	$\frac{450}{R^m} - 2,$
przyczem przy najmn. promieniu $R =$	50	40	25 *m*
otrzymujemy max. $e\ mm$	= 23	18	16
zaś $e = 2\ mm$ dla R	= 200	150	120 *m*

Poszerzenie toru umieszczamy całkowicie po wewnętrznej stronie łuku, odsuwając tok wewnętrzny od osi toru o wymiar równy połowie szerokości toru na prostych, zwiększonej o pełną wartość poszerzenia. Tok zewnętrzny, prowadzący przednią oś pojazdu, przebiega regularnie i stale równolegle do osi toru.

3. Przechyłka toru. Celem zniweczenia wpływu siły odśrodkowej podnosimy w łukach tok zewnętrzny ponad wewnętrzny o taki wymiar h (fig. 264), aby wypadkowa R z ciężaru pojazdu G i siły odśrodkowej O padała w oś toru.

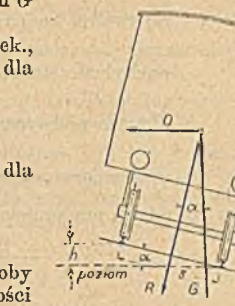


Fig. 264.

Oznaczając chyżość jazdy literą v m/sek., a promień łuku literą r^m, otrzymujemy dla przechyłki toru wzór

$$h = \frac{s\,v^2}{g\,r}.$$

Dla normalnej szerokości toru $s = 1{,}5$ m i dla chyżości V w km/godz. otrzymujemy

$$h\ mm = 11{,}8\,\frac{(V\ km/\text{godz.})^2}{r^m}.$$

Z uwagi na bezpieczeństwo jazdy należałoby obliczać przechyłkę dla największej chyżości pociągów na danej linji kolejowej, a wtedy pociągi, jadące z mniejszą chyżością, naciskać będą na tok wewnętrzny, zwiększając w ten sposób poziomą siłę poprzeczną. Różnica nacisku na obydwa toki będzie tem większa, im większa zachodzi różnica między chyżościami pociągów pośpiesznych i towarowych. Z tego powodu P. P. M. zatrzymują powyższy wzór na przechyłkę tylko dla chyżości jazdy od 0 do 50,85 km/godz., zaś dla chyżości od 50,85 do 120 km/godz. stosują wzór

$$h\ mm = 600\,\frac{V\ km/\text{godz.}}{r^m},$$

przyczem w obu wzorach należy wprowadzać największą chyżość, dopuszczalną w łuku z uwagi na jego krzywiznę lub z uwagi na budowę toru, jeśli ona wymaga zmniejszenia szybkości na łukach.

Odpowiednio do powyższych uwag otrzymujemy nast. tabelkę:

dla promienia r =	1200	1100	1000	900	800	700	m
największa chyżość V =	115	110	105	100	95	90	km/godz.
przechyłka toru h =	58	60	63	67	71	77	mm

dla promienia r =	600	500	400	300	250	200	150	100 m
największa chyżość V =	85	80	75	65	60	50	40	25 km/godz.
przechyłka toru h =	85	96	113	130	144	148	126	74 mm

Dla kolei wąskotorowych nadają się wzory:

dla szerokości toru $s =$ 1000 750 600 mm

przechyłka toru $h\ mm = 8{,}0\,\frac{(V km/\text{godz.})^2}{r^m}$; $5{,}9\,\frac{(V km/\text{godz.})^2}{r^m}$; $4{,}7\,\frac{(V km/\text{godz.})^2}{r^m}$.

Zwykle podwyższamy tok zewnętrzny pozostawiając położenie toku wewnętrznego bez zmiany, by nie zmniejszać pod nim grubości warstwy żwiru i utrzymać niweletę toru.

4. Krzywa przejściowa. Przejście między prostą i łukiem łagodzimy przez włączenie krzywej przejściowej tak urządzonej, by w każdym jej punkcie zachodziła proporcjonalność przechyłki toru do promienia krzywizny (fig. 265).

Z warunków $h_x = \frac{s\,v^2}{g\,\rho}$ oraz $h_x = \frac{x}{i}$

otrzymujemy równanie krzywej przejściowej, powszechnie stosowanej

$$y = \frac{x^3}{6\,C},$$

przyczem $C = \frac{i\,s\,v^2}{g}$.

Ważniejsze elementy tej krzywej, potrzebne przy wytyczeniu:

długość krzywej $l = i\,h$,

jej rzędna końcowa $e = \frac{l^2}{6\,r}$,

pochylenie stycznej końcowej tang $\varphi_o = \frac{l}{2\,r}$,

długość podstycznej $z_o = \frac{1}{3}\,l$,

przesunięcie stycznej głównej $v = \frac{1}{4}\,l$,

odstęp przesuniętego punktu styczności C od końca krzywej:

$$a = \frac{r\,l}{\sqrt{l^2 + 4\,r^2}} = \frac{l\,(r + v - e)}{2\,r}.$$

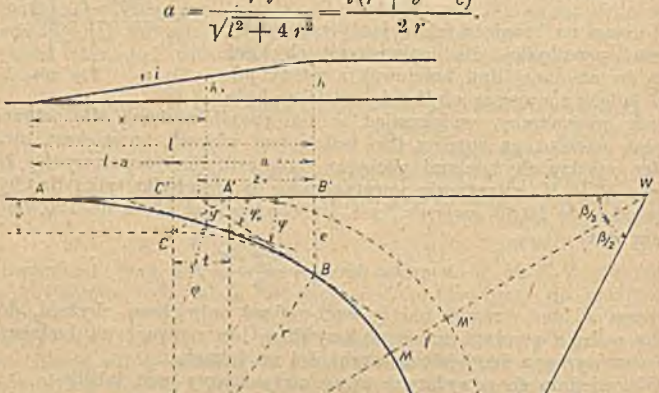


Fig. 265.

Dla łuków płaskich, z jakiemi mamy do czynienia na kolejach głównych, w przybliżeniu: $a = \frac{l}{2}$,

przesunięcie łuku, wywołane włączeniem krzywej przejściowej:

$$f = v \,.\, \text{cosec}\,\frac{\beta}{2},$$

rzut tegoż przesunięcia na styczną główną:

$$t = v \,.\, \text{cotang}\,\frac{\beta}{2},$$

rzędną krzywej w punkcie C': $y = \frac{v}{2}$.

Postępowanie przy wytyczaniu krzywej:

Dla danego kąta β i promienia łuku r obliczamy długość stycznej

$$A'W = r \,.\, \text{cotang}\,\frac{\beta}{2}$$

oraz wymiar $t = v \,.\, \text{cotang}\,\frac{\beta}{2}$

i sumę tych długości odmierzamy na stycznej od wierzchołka W. Od otrzy-

manego w ten sposób punktu C' odmierzamy wprzód długość $(l - a)$, zaś wstecz długość a. Punkt A jest początkiem krzywej; na prostopadłych w punktach C' i B' odmierzamy długości $\frac{v}{2}$, względnie e, i otrzymujemy środkowy i końcowy punkt krzywej, które zazwyczaj wystarczają do jej ułożenia.

Tabele cyfrowe, przydatne w polu przy tyczeniu łuków z krzywemi przejściowemi, zawiera Skibińskiego „Tyczenie tras".

Pochylenie rampy przechyłkowej $1 : i$ powinno być tem łagodniejsze, im większa jest chyżość jazdy. P. P. M. ustanawiają najmn. wartość tego pochylenia na 1 : 375. Wartość ta wystarcza tylko przy niewielkich chyżościach jazdy. Zgodnie z podziałem kolei, wprowadzonym przez P. M. K., zawiera tablica 1 odpowiednie wartości dla i.

Tablica 1.

	v^{km}/godz.	min. r^m	i	l^m
1. Koleje główne pierwszorzędne .	100	1000	1000	60,0
2. Koleje główne drugorzędne, prowadzące ruch pośpieszny . .	80	500	600	57,6
3. Koleje główne drugorzędne, nie prowadzące ruchu pośpiesznego	50	250	400	47,2
4. Koleje lokalne normalnotorowe i bocznice	40	150	300	37,8
5. *a*) Koleje wąskotor.: $s = 1000\,mm$	30	50	300	43,2
b) „ „ $s = 750\,mm$	25	40	300	27,6
c) „ „ $s = 600\,mm$	20	30	300	18,9

Dla łuków o wielkich promieniach wypada krzywa przejściowa krótka z bardzo małą rzędną końcową; nie stosujemy więc tu krzywych przejściowych, a zagubienie przechyłki toru uskuteczniamy całkowicie na prostej, przyczem pochylenie toku zewnętrznego przyjąć należy w wartości, odpowiadającej danemu typowi kolei. Dla przytoczonych typów największe promienie, dla których jeszcze zastosujemy krzywe przejściowe, są:

typ	1	2	3	4	5 *a*	5 *b*	5 *c*
$R =$	3000	2000	1000	600	250	150	100 *m*.

5. Proste między łukami. Długość prostych między łukami nie może spaść poniżej granicy, uwarunkowanej możliwością zagubienia przechyłki toru, oraz uzyskania pewnej długości toru bez przechyłki dla łagodnego przeprowadzenia pojazdu z jednego pochylenia w drugie.

a) Łuki odwrotne bez krzywych przejściowych. Wedle N. Z. należy pomiędzy odwrotnemi łukami wstawić prostą o takiej długości, aby między początkowemi punktami przechyłek toru pozostawał odcinek l_0 prostej bez przechyłki o długości conajmniej 30 *m* na linjach pierwszorzędnych i min. 10 *m* na drugorzędnych. Jeśli promienie łuków wynoszą r i r_1, odpowiadające im przechyłki toru h i h_1, zaś pochylenie ramp przechyłkowych $1 : i$, to całkowita długość prostej ma wynosić

$$L = i\,(h + h_1) + l_0.$$

b) Łuki odwrotne z krzywemi przejściowemi. Na planie trasy kolejowej nie uwzględniamy krzywych przejściowych, które wytyczamy dopiero w terenie, toteż dla łuków, kreślonych na planie w położeniu kreskowanem (fig. 266), należy dochować taką najmn. długość prostej L, by po

ułożeniu krzywych przejściowych pozostała między ich początkami prosta bez przechyłki o długości l_o. Wtedy L wynosi conajmniej:

$$L = l_o + (l - a) + (l_1 - a_1) + t + t_1.$$

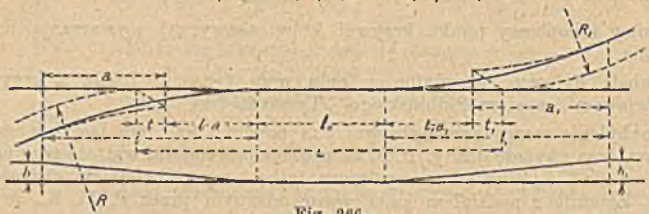


Fig. 266.

Dla podanych w tabl. 1. pięciu typów kolei i dla najmn. dopuszczalnych promieni otrzymujemy zestawienie wedle tablicy 2.

Tablica 2.

Typ kolei	min. R^m	h mm	i	l_o^m	$(l-a)^m$	t^m (w przybliżeniu)	L^m dla przypadku a)	L^m dla przypadku b)
1	1000	60	1000	30,0	30,0	1,0	150,0	92,0
2	500	96	600	10,0	28,8	1,0	125,2	69,6
3	250	118	400	10,0	23,7	1,0	104,4	59,4
4	150	126	300	10,0	19,05	1,0	85,6	50,1
5 *a*	50	144	300	10,0	23;37	1,0	96,4	58,7
5 *b*	40	92	300	10,0	14,55	1,0	65,2	41,1
5 *c*	30	63	300	10,0	9,90	1,0	47,8	31,8

W przypadku *b*) potrzebne są zatem krótsze proste między łukami, niż w przypadku *a*), co stanowi jeszcze jedną korzyść zastosowania krzywych przejściowych.

Podług P. P. M. należy między odwrotnemi łukami wstawić przy trasowaniu prostą o długości conajmniej dostatecznej do umieszczenia krzywych przejściowych.

Wtedy prosta l_o może odpaść z powyższych wzorów dla długości L, a proste L w powyższem zestawieniu skróca się o długość l_o.

c) Łuki skierowane w tę samą stronę (łuki zgodne). Z uwagi na przechyłkę toru, występującą w obydwóch łukach w tym samym toku, krótkie wstawki proste są bardzo niesposobne dla ruchu. P. P. M. zalecają unikanie ich między łukami zgodnemi.

Jeśli przy układaniu trasy wypada taka krótka prosta, lepiej zastąpić ją łukiem o jednym większym promieniu lub koszowym.

Wedle powyższych wskazówek określimy w warunkach technicznych najmn. dopuszczalny promień łuku, wielkość poszerzenia i przechyłki toru, oraz najmniejszą długość prostych między łukami.

Przekrój poprzeczny kolei. Tu powinny znaleźć określenie:

1. Ilość torów. Koleje główne pierwszorzędne budujemy zwykle jako dwutorowe, a w każdym razie należy w projekcie uwzględnić przyszłą budowę drugiego toru. Jeżeli odstęp czasu, w jakim budowa drugiego toru ma nastąpić, jest długi, ograniczamy się zwykle do wykupna gruntów pod kolej dwutorową; jeśli krótszy, budujemy większe mosty, wiadukty i tunele

dla dwóch torów, wykonywując dla drugiego albo tylko fundamenty, albo odrazu całe przyczółki i filary. Przy krótkim przewidywanym okresie wykonywamy odrazu całe torowisko dla dwóch torów, zostawiając na później tylko ułożenie nawierzchni.

Koleje główne drugorzędne i koleje lokalne budujemy zawsze jako jednotorowe. Koleje miejskie otrzymują zwykle dwa tory, a przynajmniej drugi tor powinien być przewidziany.

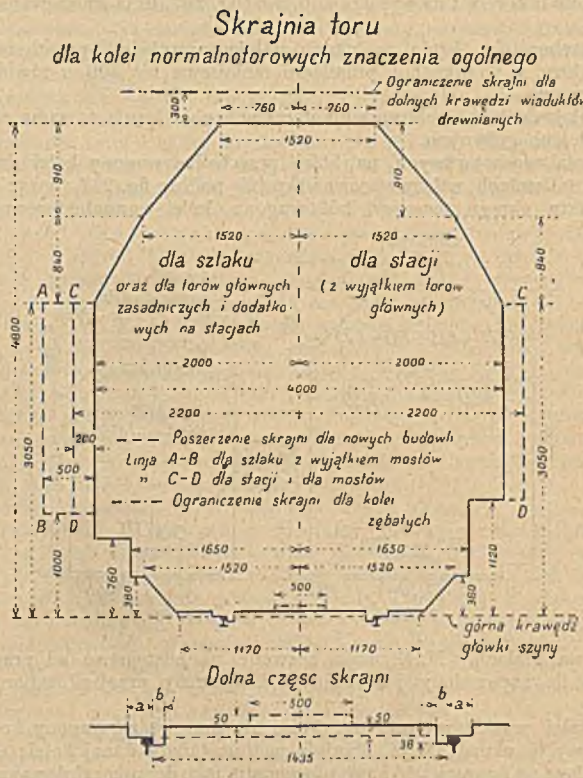


Fig. 267.

Koleje o większej ilości torów budujemy tylko wyjątkowo w sąsiedztwie bardzo wielkich miast, gdy zachodzi potrzeba prowadzenia ruchu podmiejskiego na osobnych torach, albo w okolicach węglowych.

2. Skrajnia toru określa wymiary przestrzeni wolnego przejazdu, jaką dochować należy wzdłuż torów głównych i pobocznych.

Według P. P. M. należy na torach głównych zasadniczych i dodatkowych kolei głównych dochować skrajni, wskazanej linjami pełnemi po lewej stronie

fig. 267, a na wszystkich pozostałych torach skrajni, wskazanej po prawej stronie fig. 267 linjami pełnemi.

Przy budowie nowych kolei i przy przebudowie istniejących winna być pozostawiona poza skrajnią wolna odległość, wynosząca na stacjach i mostach 200 *mm*, na pozostałym zaś szlaku 500 *mm* (fig. 267, linje kreskowane *AB* i *CD*).

Na kolejach zębatych skrajnia między szynami ogranicza się dodatkowo na szerokość 500 *mm* i na wysokość 50 *mm* (fig. 267, linja kreskowana i kropkowana).

Dla zachowania skrajni w łukach należy uwzględnić przechyłkę i poszerzenie toru, a w łukach o promieniu mniejszym niż 400 *m* również długość wagonów.

Na kolejach lokalnych normalnotorowych obowiązuje ta sama skrajnia, co na kolejach głównych.

Dla kolei wąskotorowych, na które przechodzą wagony kolei normalnotorowych na kozłach, należy stosować skrajnię podług fig. 267, licząc od dolnego punktu okręgu tocznego kół wagonu kolei normalnotorowej, usta-

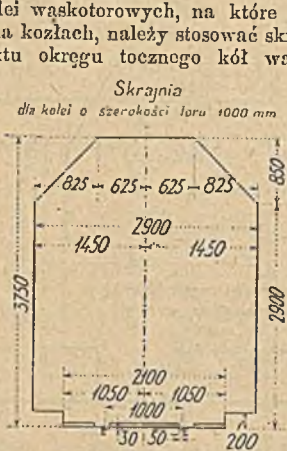


Fig. 268.

Fig. 269.

wionego na kozłach. M. K. może zezwolić na odstępstwo od przepisanej skrajni, o ile zapewniony jest wolny i bezpieczny przejazd taboru z ładunkiem.

Dla kolei wąskotorowych, na które nie przechodzą wagony kolei normalnotorowych, określa M. K. skrajnię podług taboru danej kolei; skrajnie, przedstawione na figurach 268 i 269, obowiązują jako dopuszczalnie najmniejsze. Przy dochowaniu skrajni uwzględnić w łukach przechyłkę i poszerzenie toru.

3. Odstęp torów. P. P. M. postanawiają dla kolei głównych: Odległość między osiami dwóch torów sąsiednich na szlaku ma wynosić conajmniej 3,50 *m*. Odległość tę między dwiema parami torów lub jedną parą torów a torem trzecim zwiększyć conajmniej do 4,00 *m*; w razie zaś potrzeby ustawienia na międzytorzu sygnałów stałych, co najmniej do 4,70 *m*.

Odległość między osiami torów na stacjach conajmniej 4,50 *m*, za wyjątkiem torów przeładunkowych i zasadniczych torów głównych, pomiędzy któremi można ją zmniejszyć, zależnie od warunków miejscowych, do 3,50 *m*.

Odległość między osiami torów, między któremi mają być umieszczone perony, winna wynosić w wypadku peronów jednostronnych nie mniej niż 6,0 *m*, w wypadku peronów dwustronnych nie mniej niż 9,0 *m*.

Dla kolei lokalnych normalnotorowych osiowy odstęp torów na szlaku conajmniej 3,50 *m*. Na stacjach kolei lokalnych normalnotorowych, przez które ma przechodzić tabor kolei głównych, odstęp między osiami torów

nie może być mniejszym niż 4,0 *m*. Na stacjach takich kolei, na które tabor kolei głównych nie przechodzi, powinien osiowy odstęp torów przewyższać najw. szerokość taboru, względnie ładunku conajmniej o 600 *mm*; dla torów, przeznaczonych do wsiadania i wysiadania podróżnych, należy powyższy wymiar 600 *mm* powiększyć do 1350 *mm*.

Dla kolei wąskotorowych, na które nie przechodzą wagony kolei normalnotorowych, powinien osiowy odstęp torów na szlaku przewyższać o 400 *mm* największą szerokość taboru lub ładunku w zależności od tego, co daje większą szerokość. Na stacjach takich kolei należy powyższy wymiar 400 *mm* powiększyć do 600 *mm*, a dla torów przeznaczonych do wsiadania i wysiadania podróżnych do 1350 *mm*.

4. Szerokość toru. Koleje główne otrzymują zawsze normalną szerokość toru, wynoszącą na prostych 1435 *mm*. Niektóre państwa mają szerokość toru większą i tak: Rosja 1524 *mm*, Hiszpanja 1740 *mm*, Irlandja 1600 *mm* itp. Koleje te nazywamy kolejami szerokotorowemi.

Dla kolei lokalnych należy w każdym przypadku przeprowadzić badania, czy odpowiedni będzie tor normalny, czy wąski.

Korzyści toru wąskiego: mniejsze koszta budowy, lżejsza nawierzchnia, możność lepszego przystosowania trasy do terenu (małe dopuszczalne promienie krzywizny), co ułatwia także wprowadzenie toru wąskiego wewnątrz miejscowości i do zakładów przemysłowych.

Niekorzyści toru wąskiego: znaczne trudności ewentualnej przebudowy kolei na normalnotorową; niemożność posiłkowania się taborem innych kolei w okresie wzmożonego ruchu, wskutek czego kolej wąskotorowa musi otrzymać tabor w takiej ilości, by mogła zawsze odpowiedzieć wymaganiom ruchu; stosunek ciężaru martwego do użytecznego mniej korzystny; wreszcie niemożność przeprowadzania pojazdów z toru wąskiego na normalny i odwrotnie na stacjach włączenia obu szerokości toru, co pociąga za sobą konieczność przeładowywania towarów.

Ostatniej niekorzyści należy poświęcić nieco uwagi.

W transportach kolejowych rozróżniamy towar drobny (przewożony w poszczególnych kawałkach) i towar masowy (w ładunkach całowagonowych). Przeładowania towaru drobnego nie uważa się za niekorzyść toru wąskiego, jak i przesiadania podróżnych, gdyż i na stacjach włączenia kolei lokalnej normalnotorowej do kolei głównej następuje ono z reguły, a przyspieszenie i ułatwienie czynności przeładowczej uzyskamy, układając tory przeładowcze obu kolei równolegle i podwyższając niweletę toru wąskiego tak, aby podłogi obu wagonów znajdowały się w równej wysokości.

Konieczność przeładowywania towaru masowego stanowi wybitną niekorzyść toru wąskiego, gdyż zwiększa koszta przewozu i uniemożliwia przewóz towarów, które nie znoszą przeładowania, bo łatwo przytem doznają uszkodzeń albo są zbyt tanie. Dla takich ładunków przeprowadza się całe pojazdy z jednego toru na drugi.

Przenoszenie wagonów kolei wąskotorowej na wagony platformowe toru normalnego uskutecznić można zapomocą żórawi, albo zap. ramp czołowych z torem wąskim, ułożonym w poziomie podłogi wagonu normalnotorowego, po którym wpycha się wagony kolei wąskotorowej na platformę wagonu normalnotorowego.

Przewóz całych wagonów kolei normalnotorowej po torze wąskim umożliwiony jest przy pomocy kozłów, tj. wózków zwykle dwuosiowych, opatrzonych silną platformą, na której ustawiony jest stojak z łożyskiem dla osi wozu normalnotorowego. Wymiary kozła: rozstaw osi 80—120 *cm*, średnica kół 47—50 *cm*, ciężar własny 1300—1400 *kg*, udźwig 10—12 *t*. Wzniesienie łożysk ponad tor takie, aby koła wozu normalnotorowego znajdowały się ponad poziomem szyn toru wąskiego.

Tor wąski ułożony w zagłębieniu wewnątrz toru normalnego, poczem podnosi się łagodną rampą do niwelety tegoż ostatniego. Na wgłębionej

części toru wąskiego ustawione są kozły. Lokomotywa popycha wagony wolnym ruchem po torze normalnym, a te, tocząc się nad wgłębieniem, zabierają z sobą kozły przy pomocy odp. urządzenia, prowadząc je dokładnie pod osią. Gdy kozioł przy dalszym ruchu dostanie się na rampę, ujmuje oś wozu normalnego i unosi ją nieco w górę. Po wyjeździe na górę zamyka się sprzęgła i wóz normalny, ułożony na kozłach, jest gotowy do odjazdu. Z powodu skręcalności łożysk kozła około osi pionowej można przewozić nawet długie wozy normalnotorowe w ostrych łukach toru wąskiego, gdyż ruch kozłów jest wzajemnie niezależny podobnie, jak ruch truków. Inny sposób przewożenia wagonów normalnotorowych po torze wąskim: zastosowanie niskich, zw. czteroosiowych wozów platformowych, zw. transporterami, przyczem ramę platformy tworzy tor normalny. Przy pomocy rampy czołowej następuje wtaczanie wozu normalnotorowego na platformę. Opisane urządzenia stanowią wprawdzie znaczne ułatwienie, gdyż czas potrzebny na manipulację jest nieznaczny, a koszt jej wynosi zaledwie tyle, jakby wóz kilka kilometrów dłużej jechał, mimo tego jednak przedstawiają one niedogodności. Przy tym sposobie przewozu trzeba na kolei wąskotorowej dochować wydatnie zwiększoną skrajnię i transportować znaczny ciężar martwy, a nadto z uwagi na bezpieczeństwo ruchu nie można składać pociągu tylko z takich pojazdów, lecz trzeba je przegradzać wozami zwykłemi, co stanowi utrudnienie czynności zestawczej.

Zatem: W łatwym terenie nizinnym nie opłaci się budowa toru wąskiego, chyba dla linij bardzo podrzędnych. Wobec nieznacznych robót ziemnych i niekosztownych objektów jest linja normalnotorowa w takim terenie nie wiele droższa od wąskotorowej. W trudnym terenie różnica w kosztach budowy może wypaść bardzo znaczna, a wtedy tor wąski bardzo korzystny, a nawet jedynie możliwy, gdy oczekiwany ruch jest niewielki i rozporządzamy małym kapitałem na budowę. Tylko, gdy kolej podrzędna łączy dwie koleje normalnotorowe, a jest krótka, wykonamy tor normalny, aby uniknąć podwójnego przeładowania.

W powszechnem użyciu są trzy szerokości toru wąskiego: 1000 *mm*, 750 *mm* i 600 *mm*.

Według Liebmanna zachodzi następujący stosunek kosztów budowy i wydatności ruchu przy szerokości toru 1435 *mm*, 1000 *mm*, 750 *mm* i 600 *mm*:

koszta budowy 1 : 0,67 : 0,58 : 0,33
wydatność ruchu 1 : 0,78 : 0,72 : 0,55.

Nie powinno się schodzić z szerokością toru poniżej 750 *mm* dla adhezyjnych kolei parowozowych, zaś poniżej 1000 *mm* dla lokomotyw elektrycznych i dla kolei zębatych przy nieco silniejszym ruchu. Nie należy też schodzić poniżej 1000 *mm* dla kolei, prowadzących ruch przy pomocy kozłów, gdyż inaczej potrzebne są urządzenia, zabezpieczające stałość wysokich pojazdów.

Zresztą o wyborze między szerokością 1000 *mm* i 750 *mm* decyduje wielkość oczekiwanego ruchu.

Szerokość 600 *mm* jest dla kolei o nieco wydatniejszym ruchu bezwarunkowo za mała, gdyż tor i pojazdy są zbyt lekkie i koszta utrzymania niestosunkowo wysokie. Dla ruchu osobowego ta szerokość jest również zbyt mała; wagony wąskie i niewygodne; ze względu na bezpieczeństwo ruchu można stosować tylko nieznaczne chyżości, a podczas silnego wiatru zagraża niebezpieczeństwo wywrotu. Natomiast szerokość toru 600 *mm* nadaje się dobrze dla kolejek konnych z ruchem wyłącznie towarowym, gdyż można trasę łatwo dostosować do terenu i układać ją na drogach zwykłych.

5. Szerokość korony kolei zależy od typu kolei i od szerokości toru. Por. dział o budowie toru. Granica wywłaszczenia wedle P.P.M. powinna przechodzić w odległości conajmniej 1,0 *m* od krawędzi budowli i urządzeń kolejowych. O ile tego wymagają warunki miejscowe, należy

wzdłuż granicy wywłaszczenia pozostawić wolny pas ziemi o szerokości conajmniej 3,0 *m* dla drogi kołowej, ułatwiającej dostęp do pól przeciętych koleją.

Typ lokomotyw i nawierzchni. Szybkość jazdy. Typ lokomotyw dobiera się odpowiednio do ciężaru pociągów, spadku miarodajnego i wymaganej szybkości jazdy. Związek zachodzący między temi czynnikami por. p. 2 i 3; szybkość jazdy zależy od typu kolei, spadków i rodzaju pociągu. Na kolejach głównych największa chyżość pociągów towarowych 40—50 *km*/godz., osobowych 50—60 *km*/godz., pospiesznych 60—100 *km*/godz., na linjach z większemi spadkami przyjmuje się mniejsze wartości. Na kolejach lokalnych normalnotorowych nie powinna chyżość przekraczać 30 *km*/godz., jednak na takich kolejach z własnem torowiskiem można dla pociągów osobowych z hamulcami zespolonemi dopuścić chyżość 40 *km*/godz.

Na kolejach wąskotorowych największa dopuszczalna chyżość nie powinna przekraczać przy zastosowaniu hamulców ręcznych: 30 *km*/godz. przy szerokości toru 1000 *mm*, 25 *km*/godz. przy szerokości toru 750 *mm* i 20 *km*/godz. przy szerokości toru 600 *mm*; zaś przy zastosowaniu hamulców zespolonych odpowiednio 40, 35 i 30 *km*/godz. Na kolejach drogowych najw. dop. prędkość jazdy 15 *km*/godz. Typ parowozu odpowiadać musi wymaganej sile pociągowej i chyżości jazdy, typ nawierzchni przyjętemu obciążeniu osi parowozu.

Rozkład, wielkość i wyposażenie stacyj. Obok względów, podyktowanych trasą handlową, wywierają wpływ na wybór ilości stacyj wymagania ruchu. Największy odstęp stacyj ze względów ruchowych unormowany jest wymaganą przelotnością kolei oraz potrzebą zaopatrywania parowozów w paliwo i wodę. Dla kolei jednotorowej można go wyznaczyć w przybliżeniu w następujący sposób:

Jeśli w czasie *m* godzin ma przejechać w każdym kierunku *n* pociągów z przeciętną chyżością *v km*/godz. z czasem postoju na stacji *t* godzin, to dla odstępu stacyj *x km* czas potrzebny dla jednej pary pociągów wynosi

$$2\left(\frac{x}{v}+t\right) \text{ godzin,}$$

a więc dla *n* par pociągów w *m* godzinach:

$$2n\left(\frac{x}{v}+t\right)=m,$$

$$\text{skąd } x=\left(\frac{m}{2n}-t\right)v.$$

Określony w ten sposób najw. dopuszczalny odstęp stacyj służy za wskazówkę przy opracowaniu projektu wstępnego; dopuszczalność tego odstępu potwierdzi następnie badanie przelotności linji podług ust. 2.

Wedle P. P. M. stacje, mijalnie i posterunki blokowe winny być rozstawione możliwie równomiernie co do czasu przebiegu między niemi pociągów i w takim odstępie, aby projektowana kolej mogła osiągnąć wymaganą przelotność. Przy otwarciu ruchu winny być czynne te stacje, mijalnie i posterunki blokowe, które są niezbędne ze względu na wymaganą początkową przelotność linji i na zaspokojenie współczesnych potrzeb przewozu.

Najw. odstęp stacyj zaopatrywania parowozów w opał i w wodę można określić wzorami Brosiusa i Kocha:

$$S_o^{km}=1000\,\frac{K}{R}\cdot\frac{w_o+s_{max}}{w_o+s}$$

$$S_w^{km}=\frac{D}{K}\cdot\frac{S_o}{8},$$

gdzie: K zapas węgla na tendrze w *kg*,
R ciężar adhezyjny parowozu w *kg*,
w_0 współczynnik oporu ruchu na torze prostym i poziomym w *kg/t*,
s_{max} największy spadek badanego szlaku w ‰,
s średni spadek między obydwiema stacjami opałowemi w ‰,
D zapas wody w tendrze w *kg*.

Przeciętnie wynoszą te zapasy: przy parowozach z osobnym tendrem $K = 3{,}5-12{,}0$ tonn, $D = 8-32$ tonn; przy parowozach beztendrowych $K = 1-4$ tonn, $D = 3{,}5-20$ tonn.

Przeciętny odstęp stacyj wodnych wynosi na kolejach głównych 25—30 *km*, a na linjach z silnemi spadkami 5—16 *km*, co odpowiada różnicy wysokości 150—250 *m*.

Według P. P. M. stacje wodne powinny być tak rozstawione i posiadać taką wydajność, aby były w stanie o każdym czasie zaspokoić własne potrzeby stacji i zaopatrzyć w wodę parowozy całkowitej ilości pociągów, przewidzianej według szczegółowych warunków technicznych, oraz, aby posiadały możność dalszego rozwoju odpowiednio do przewidywanego zwiększenia przelotności linji.

Na każdej większej stacji, a szczególnie na stacji skrzyżowania dwóch linij kolejowych, należy przewidzieć urządzenie stacji lokomotywowej z remizą dla lokomotyw.

Według P. P. M. powinno rozmieszczenie remiz lokomotywowych, oraz ilość w nich stanowisk odpowiadać warunkom i potrzebom gospodarki parowozowej i ma być odpowiednio do tychże określone dla każdej linji w szczegółowych warunkach technicznych. Przy rozmieszczeniu parowozowni na linji należy uwzględnić również późniejszą zmianę warunków obrotu parowozów odpowiednio do przewidywanego rozwoju sieci kolejowej.

Wielkość stacji, a więc obszar układu torów i budowli stacyjnych należy projektować odpowiednio do rzeczywistych potrzeb obrotu handlowego i oczekiwanych przewozów, przyczem należy mieć wzgląd na możliwość łatwego powiększenia. Długość użytkowa torów przyjęcia i wyprawiania pociągów (torów głównych) powinna odpowiadać największej przewidywanej długości pociągów.

Sposób wykonania objektów (por. też dział: „Mosty“).

Najlepszym materjałem do budowy przepustów i mostów jest kamień, zaś do budynków cegła. Objekty kamienne, wykonane należycie z dobrego kamienia, są bardzo trwałe i wymagają niewielkich kosztów utrzymania, potrzebują jednak znacznej rozporządzalnej wysokości. Gdy tej wysokości nie mamy, zastępujemy kamień przy mniejszych rozpiętościach betonem i żelbetem, a przy większych rozpiętościach żelazem.

W okolicach lesistych wykonujemy objekty kolei podrzędnych z drzewa; dla kolei ważniejszych używamy drzewa tylko do budowy objektów czasowych.

Odpowiednio do typu kolei i jakości materjałów budowlanych, jakiemi rozporządza okolica, określamy w warunkach technicznych materjał i sposób wykonania przepustów i mostów.

Przepisy P. P. M.: 1. Na przecięciu ze ściekami, po których woda przepływa stale lub w czasie deszczów i topnienia śniegu, powinien być wybudowany most lub przepust o odpowiednim otworze, zapewniający swobodny i bezpieczny przepływ całej ilości wody przy najwyższym poziomie. Zależnie od warunków miejscowych woda z niewielkich zlewni może być odprowadzona zapomocą rowów do sąsiedniego mostu lub przepustu.

Obliczenia otworów mostów i przepustów ustaliło M. K. rozporządzeniem z dnia 5 kwietnia 1923, Nr. V, 7384/23.

2. Jeżeli pod mostem lub przepustem przewiduje się przepędzanie bydła, to szerokość otworu takiego mostu lub przepustu powinna być nie mniejsza niż 3,0 *m*, wysokość zaś nie mniejsza niż 2,0 *m*.

3. Szerokość otworu w świetle mostów kolejowych nad drogami kołowemi winna wynosić od 5,0 do 6,6 *m*, w zależności od potrzeb ruchu kołowego. Wysokość otworów w świetle tych mostów winna wynosić nie mniej niż 4,50 *m* nad jezdnią i 2,50 *m* nad chodnikami. Na drogach kołowych podrzędnego znaczenia wskazane wymiary otworu

w świetle mogą być zmniejszone, jednakże w każdym razie powinny wynosić: szerokość nie mniej niż 4,0 *m* i wysokość nie mniej niż 3,20 *m*. Przyjęcie szerokości otworu mniejszej niż 5,0 *m* i wysokości otworu mniejszej niż 4,5 *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 niż 4,0 *m*.

Szerokość i wysokość otworów mostów kolejowych nad ulicami miejskiemi, oraz szerokość jezdni i chodników wiaduktów dla ulic miejskich nad koleją żelazną, powinny być uzgodnione z zarządem odnośnej gminy miejskiej.

4. Siła nośna mostów powinna odpowiadać normom największego obciążenia, ustalonym przez M. K. (rozp. z dnia 10 marca 1923), ustrój zaś szczegółowym warunkom i przepisom technicznym, obowiązującym przy projektowaniu i budowie mostów.

5. Otwory przepustów muszą posiadać szerokość nie mniejszą niż 0,6 *m*, wyznaczoną w założeniu, że najwyższy poziom spiętrzonej wody nie zajmie więcej niż $^3/_4$ wysokości otworu.

6. Przepusty sklepione powinny być przykryte warstwą ziemi takiej grubości, aby odległość spodu szyn od górnej powierzchni sklepienia wynosiła conajmniej 0,65 *m*. Dla przepustów i mostów z płytą płaską grubość warstwy podsypki, mierzona od podstawy szyny do warstwy ochronnej, winna wynosić conajmniej 0,35 *m*.

7. Zaprawy cementowe oraz inne materjały, używane do budowy mostów i przepustów, winny odpowiadać normom wytrzymałości, ustalonym przez M. K.

III. Opracowanie trasy.

Wyniki badań handlowych w związku z zestawionemi warunkami technicznemi stanowią podstawę do wyszukania w terenie trasy najkorzystniejszej pod względem technicznym.

Zazwyczaj rozpoczynamy trasowanie studjami ogólnemi, których celem jest ustalenie położenia trasy w rzucie pionowym i poziomym, oraz określenie przybliżonych kosztów budowy. Wypracowany na podstawie tych studjów **projekt wstępny** służy jako załącznik do podania o udzielenie koncesji na budowę i eksploatację kolei dla osób prywatnych, względnie do wniosku rządowego w Sejmie o uchwalenie kredytów na budowę kolei państwowej.

Projekt wstępny. Mając określony typ kolei, oraz oznaczone miejscowości, których trasa ma dotknąć, wyszukujemy przybliżony przebieg trasy na mapach najdokładniejszych, jakie dana okolica posiada, i określamy położenie stacyj, orjentując się równocześnie co do spadków między stacjami. Zazwyczaj wypadnie nam wkreślić do mapy kilka alternatyw, tak zwanych **warjant**, z których następnie wybrać trzeba najkorzystniejszą.

W Małopolsce są do rozporządzenia mapy austrjackiego sztabu generalnego w podziałce 1 : 200.000, mapy austr. instytutu wojskowo-geograficznego w podziałce 1 : 75.000 z warstwicami co 100 *m*, oraz tak zwane mapy topograficzne w podziałce 1 : 25.000 z warstwicami co 20 *m*. Na obszarze Królestwa znajdują się mapy rosyjskiego sztabu głównego w podziałce 1 : 126.000 i karty topograficzne w podziałce 1 : 21.000. W Poznańskiem i na Pomorzu istnieją mapy pruskie w podziałce 1 : 50.000 i 1 : 25.000.

Po wkreśleniu do mapy przybliżonych kierunków trasy należy wykonać **objazd** czyli **rekonesans** linji, celem sprawdzenia zgodności map z rzeczywistością i uzupełnienie tychże, oraz zbadanie stosunków i zebranie dat, potrzebnych do ustalenia trasy. Podczas objazdu ustalamy poziome i pionowe położenie stacyj kolejowych, przekroczenia rzek i większych jarów, skrzyżowania z ważniejszemi drogami, innemi kolejami i kanałami żeglugi i uzyskane daty wkreślamy do mapy. W terenie górskim wyszukujemy ponadto korzystne przekroczenia działu wód, oraz w razie potrzeby doliny boczne, odpowiednie do wykonania rozwinięcia trasy. Wymienione punkty stanowią t. zw. **stałe punkty techniczne trasy**. Następnie badamy podczas objazdu **przebieg trasy** między punktami stałemi, a więc badamy formacje geologiczne gruntu i sposób jego zagospodarowania; badamy czy i o ile trasa wkracza w tereny zalewowe lub bagniste; badamy stałość i ukształtowanie stoków, o ile trzeba na nie z trasą wkroczyć, a jeśli wypadnie nam przerzucić się z trasą z jednej strony doliny na drugą, wy-

szukujemy odpowiednie miejsce przekroczenia doliny. Podczas tych badań zajdzie potrzeba uzupełnienia map pomiarami wysokościowemi (najłatwiej zapomocą aneroidu). Wreszcie orjentujemy się podczas objazdu co do obecności materjałów, potrzebnych do budowy i sposobu dowozu tychże do miejsc przeznaczenia. Już przy takiem badaniu okaże się, że ta lub owa trasa, dolina, przełęcz lub strona doliny są dla trasy wręcz niekorzystne i pozostanie albo tylko jedna trasa, mniej lub więcej ustalona, albo też jeszcze jedna warjanta, którą poddać należy dalszym studjom. Objazd wyznaczy nam wreszcie kategorję, do jakiej podług terenu mamy naszą trasę zaliczyć.

Ustaliwszy w ten sposób na mapie kierunki trasy, wykreślamy szkic profilu podłużnego, który pouczy, czy spadki trasy są możebne, oraz da wskazówki, w jakim kierunku należy trasę poprawić lub zmienić.

Przy opracowaniu projektu wstępnego może okazać się potrzeba wprowadzenia pewnych zmian w warunkach technicznych, które w ten sposób zostaną ustalone.

Uskuteczniwszy wybór pewnych alternatyw i ująwszy ich położenie w ciaśniejsze granice, przystępujemy do ich bliższego zbadania. Badania te muszą się odnieść przedewszystkiem do stałych punktów, oznaczonych podczas rekonesansu.

Wymiary stacji (długość i szerokość) ustalamy podług jej ważności i podług wielkości spodziewanego ruchu. Należy starać się o ułożenie stacji w pobliżu miejscowości, aby dojazdy nie były długie, równocześnie jednak niezbyt blisko, gdyż grunta stają się zbyt drogie i można utrudnić przyszły rozwój stacji i miejscowości. Grunt pod stacją powinien być płaski, nie poprzerzynany ściekami, łatwy do odwodnienia. Stacja nie powinna leżeć w przekopie; przed stacją należy unikać przekopów, zwłaszcza w łuku, utrudniających swobodny przegląd szlaków sąsiednich. Najlepiej ułożyć ją w niskim nasypie, gdyż wówczas przy niewielkiej robocie ziemnej uzyskujemy łatwe fundowanie budynków i łatwe odwodnienie placu stacyjnego. Bezpośrednio poza końcami stacji nie powinny znajdować się rzeki, większe potoki, lub ważniejsze drogi, utrudniające przedłużenie stacji. Uwzględniając wymienione czynniki ustalimy ostatecznie położenie stacji w planie i jej niweletę.

Na przekroczeniach rzek trzeba ustalić kierunek trasy, położenie niwelety z uwagi na stan wysokiej wody i przeprowadzić studja nad światłem mostu. Przy skrzyżowaniu drogi z koleją w jednym poziomie unikać należy wielkich zmian niwelety drogi i układania przejazdu w głębszym przekopie, zakrywającym swobodny przegląd. Jeśli droga ma być poprowadzona ponad, lub pod koleją, trzeba wyznaczyć potrzebne położenie niwelety. To samo dotyczy skrzyżowania z kanałem żeglugi (zwykle pod koleją). Przy skrzyżowaniu z koleją istniejącą należy tejże kolei nie naruszać i nie krzyżować ukośnie.

Między punktami stałemi, ustalonemi w ten sposób, dokonać należy korzystnego układu trasy.

Dla ułatwienia pomiarów wysokościowych zakładamy wzdłuż projektowanej linji stałe punkty wysokościowe. Obieramy je na objektach stałych, jak murowane figury przydrożne, przyczółki kamiennych objektów drogowych, cokoły domów, ścięte pnie grubych drzew itp. Wysokość ich w odniesieniu do poziomu morza oznaczamy zapomocą starannej niwelacji.

Podług terenu rozróżniamy trasę w równinie, w terenie podgórskim i górskim.

W łatwym terenie równinnym można często jednym objazdem zebrać potrzebną ilość danych dla ostatecznego ustalenia trasy, przenieść kierunki z mapy na teren i dokonać pomiarów dla projektu szczegółowego.

W terenie podgórskim i górskim wykres linji na mapie, sporządzony na podstawie rekonesansu, jest zbyt mało dokładny i trzeba wykonać zdjęcie

terenu, aby położenie trasy szczegółowo ustalić. W tym celu przenosimy na teren wielobok zgodny z kierunkami trasy wstępnej, który mierzymy i niwelujemy i na tak uzyskaną podstawę zdejmujemy teren zapomocą przekrojów poprzecznych lub tachymetrycznie, przyczem szerokość zdjętego pasu terenu powinna odpowiadać potrzebie. Wykreślamy następnie znanemi sposobami plan warstwowy, na którym szukamy trasy najodpowiedniejszej. Używane podziałki planu warstwowego: 1 : 5000, 1 : 2500, 1 : 2000, w trudnych warunkach nawet 1 : 1000. W Małopolsce chętnie używana dla tego celu podziałka 1 : 2880, zastosowana w mapach katastralnych.

Trasa w równinie charakteryzuje się tem, że mniej uwagi wymagają spadki, gdyż są wogóle nieznaczne, a trudność leży w należytem ułożeniu kierunków. Najkorzystniejsza jest trasa najkrótsza, to też staramy się oznaczone punkty stałe połączyć kierunkami prostemi, od których odstępujemy, gdy nas potrzeba do tego zniewala. Omijać należy teren zalewowy, wymagający wzniesienia niwelety ponad wysoki stan wód (dla kolei głównych conajmniej 0,60 *m* ponad najwyższy znany stan, dla lokalnych ponad częściej powtarzające się stany wysokiej wody) i kosztownego zazwyczaj ubezpieczenia skarp. Podobnie omijać należy zabudowania, od których odstąpić trzeba z trasą conajmniej na odległość, ustaloną przepisami ogniochronnemi, moczary, cmentarze, drogie grunta, kultury leśne itp. Niweletę wznosimy nad teren na wysokość około 1 *m*, aby zapewnić sobie suche utrzymanie korony podtorza i urządzamy często przepusty, aby nie tamować odpływu wód opadowych ze szkodą dla okolicznych gruntów. Unikać należy płytkich przekopów, narażonych zimą na zawianie śniegiem.

Spadki, mieszczące się w granicach spadków nieszkodliwych, ustalimy łatwo podług poznanych zasad.

Trasa w terenie podgórskim różni się tem od nizinnej, że tu nie kierunki, lecz spadki rozstrzygają o jej dobroci, a warunki terenowe wymagają często odstąpienia od trasy handlowej.

Łatwiejszy jest przypadek, gdy mamy połączyć trasą dwie miejscowości, położone w tej samej dolinie. Najkorzystniej jest układać trasę u podnóża stoku doliny, a to z powodu tańszych gruntów i możności odsunięcia się od ścieku. W ciasnej dolinie zmuszeni jesteśmy dotykać trasą ścieku. Jeśli krzywizny tego ścieku są dość łagodne, prowadzimy trasę równolegle do niego, starając się uzyskać jak najmniejsze roboty ziemne, choć często nie obejdzie się bez wkroczenia w ściek, względnie przecinania występów stoku przekopami, a nawet krótkiemi tunelami (np. linja z Nowego Sącza do Muszyny w dolinie Popradu). Przy ostrych skrętach doliny może okazać się korzystniejsze włożenie trasy w środek doliny z zastosowaniem częstych przekroczeń ścieku (np. kolej ze Stryja do Ławocznego w dolinie Oporu). Mogą zajść także przypadki pośrednie, a mianowicie okaże się raz prawa, a raz lewa strona doliny korzystniejszą dla prowadzenia trasy. Wówczas przerzucamy się przez ściek, wyszukując dogodne miejsce przekroczenia. Wogóle w takich warunkach zajdzie potrzeba sporządzenia planu warstwowego, na którym poddamy przebieg trasy szczegółowym badaniom, studjując ewentualnie kilka alternatyw. Spadki trasy dostosujemy do spadków doliny, starając się zachować na długich przestrzeniach spadek jednostajny.

Znacznie trudniej przedstawia się trasa, gdy mamy połączyć dwie miejscowości, położone w różnych dolinach, albowiem mamy tu do czynienia z przekroczeniem działu wód między dolinami. Punkty opuszczenia dolin przez trasę i przekroczenia działu wód stanowią stałe punkty techniczne trasy, które należy dobrać z całą starannością. Między temi punktami otrzymujemy trasę stokową z wszystkiemi trudnościami, jakie taka trasa nastręcza, a więc znaczne roboty ziemne, liczne i długie przepusty, ukośne, więc trudne skrzyżowania z drogami, niepewna stałość stoku, stromość stoku itp.

Przy przekraczaniu głębszych jarów należy zbadać, czy korzystniej jest wykonać nasyp z objektem, czy wiaduktem. Wpływ wywierają tutaj: stałość terenu pod nasypem, jakość materjału ziemnego na nasyp, wysokość nasypu, a wreszcie koszta.

Koszt wiaduktu jest w przybliżeniu proporcjonalny do powierzchni jego widoku bocznego wraz z otworami. Oznaczając literą c koszt wiaduktu na 1 m^2 widoku bocznego, zaś literą h wysokość wiaduktu, otrzymamy koszt 1 m b. wiaduktu

$$K = c\,h.$$

Ilość c jest zmienna w dość ciasnych granicach i jest tem mniejsza, im większa jest rozpiętość i wysokość wiaduktu.

Dla wiaduktów linji Stanisławów—Woronienka wahała ta ilość w granicach od 83 do 102 koron = 87 do 109 złotych. Na linji Krems—Reichenberg wynosiła 65—100 koron = 68—105 złotych[1]).

Dla szerokości korony nasypu b, wysokości h i pochylenia skarp $1 : m$ otrzymamy przy poziomym terenie w przekroju poprzecznym koszt 1 m b. nasypu

$$K_1 = c_1 (b + m\,h)\,h,$$

jeśli c_1 oznacza koszt 1 m^3 nasypu.

Dla równości kosztów nasypu i wiaduktu otrzymamy

$$c\,h = c_1 (b + m\,h)\,h,$$

skąd

$$h = \frac{c - c_1\,b}{c_1\,m}$$

jako wysokość, powyżej której taniej jest zastąpić nasyp wiaduktem.

Dla $c = 50$ i 100 zł, $c_1 = 2$ zł, $b = 6$ m, $m = 1{,}5$ i 2,0 otrzymujemy $h = 13$ i 28 m względnie 9 i 22 m. Przeciętnie biorąc, już przy wysokości 15—20 m wiadukt tańszy jest od nasypu.

Podobne badanie należy przeprowadzić, czy nie opłaci się zastąpić przekopu tunelem.

Przy przekraczaniu głębszej wklęsłości nasypem wypadnie na jej dnie ułożyć przepust, który otrzyma znaczną długość. Pewną oszczędność można uzyskać przez częściowe zasypanie jaru od strony góry i ułożenie objektu na jego stoku. Szczególnie korzystne jest takie rozwiązanie, gdy jar przebiega ukośnie do trasy, a dno ma wąskie.

W razie możliwości poprowadzenia dwu lub więcej alternatyw, łączących te same punkty stałe, wybór zależy od kosztów. Wystarczy tu określenie kosztów budowy, utrzymania i ruchu dla szlaku z pominięciem kosztów ogólnego zarządu i kosztów stacyj. Wysokość kosztów budowy określi kosztorys; koszta utrzymania ustalimy na podstawie danych statystycznych kolei istniejących, zaś koszta ruchu podług wzorów Launhardta. Dla różnych linij, których spadki miarodajne niewiele się różnią, można dość żmudny rachunek kosztów ruchu pominąć i zorjentować się co do wzajemnego stosunku tych kosztów przez porównanie t. zw. długości równomiernych. Długość równomierna pewnej linji jest to długość prosta i pozioma, na której koszta siły pociągowej potrzebnej do przewozu jednostki ciężaru dana lokomotywą równe są tymże kosztom na rzeczywistej linji z jej spadkami i łukami.

Dla wzniesień określa tę długość l_0' wzór (podług Foerstera):

$$l_0' = \frac{1 + \frac{sm}{w_0''}}{1 - \frac{sm}{\alpha f - w_0'}} \cdot l$$

[1]) Ceny przedwojenne, niższe od dzisiejszych.

a dla spadków wzór:

$$l_o'' = \frac{1 + \frac{a}{B_o} L \left| \frac{\alpha f - w_o'}{w_o''} (w_o'' + w_r - s) + (w_o' + w_r - s) \right|}{1 + \frac{a}{B_o} L \alpha f} \cdot l,$$

gdzie: L = całkowity ciężar lokomotywy; αL jej ciężar adhezyjny; f spółczynnik adhezyjny; s spadek danego odcinka trasy; s_m spadek miarodajny badanej linji; w_o' spółczynnik oporu ruchu na torze prostym i poziomym dla lokomotywy w kg/t; w_o'' taki spółczynnik dla wozów; w_r spółczynnik dodatkowego oporu w łuku; l rzeczywista długość danego odcinka; B_o koszta jazdy samej lokomotywy, której koszta siły pociągowej na 1 km długości linji dadzą się wyrazić równaniem

$$h = B_o + a Z,$$

jeśli Z oznacza siłę pociągową lokomotywy.

Wartość wyrażenia $\frac{a}{B_o}$ określił Hebenstreit z danych statystycznych kolei saskich z lat 1912/13 na $\frac{31}{39}$ dla pociągów osobowych i $\frac{14}{47}$ dla pociągów towarowych.

Powyższe równanie dla l_o'' ważne jest tylko dla $s < w_o'' + w_r$. Dla spadku $s = w_o'' + w_r$ i dla spadków większych pozostaje niezmienna wartość graniczna

$$\min. l_o'' = \frac{1 + \frac{a}{B_o} L (w_o' - w_o'')}{1 + \frac{a}{B_o} L \alpha f} \cdot l.$$

Długość równomierna całego ciągu trasy między punktami A i B równa się sumie tychże długości poszczególnych odcinków.

Przy równoważnym ruchu w obu kierunkach długość równomierna ciągu AB równa się średniej arytmetrycznej tychże długości dla kierunku ruchu od A do B i od B do A.

Austr. koleje państwowe używają dla wyznaczenia długości równomiernej odcinka nast. wzoru (dla wzniesień):

$$l_o'' = \alpha l,$$

przyczem $\alpha = \sqrt{1 + (0{,}28\, s‰)^2}$.

Dla odcinków poziomych i położonych w spadku

$$l_o = l.$$

Trasa w terenie górskim. Charakterystyczną cechą jest krótka zazwyczaj i stroma dolina, do której wkraczamy linją, aby następnie wydostać się na dział wód. Spadki doliny znaczne, zmuszające do stosowania wielkich spadków na trasie, a niejednokrotnie potrzeba rozwinięcia trasy, aby dojść do oznaczonego punktu na dziale wód. Najpierw należy ustalić najkorzystniejsze przekroczenie działu wód w sytuacji i co do wysokości. Zw. obieramy siodło najniższe i najwęższe, jeśli doprowadzenie doń trasy możliwe. W większych górach (Alpy, Karpaty) wywierają stosunki klimatyczne wielki wpływ na wysokość przekroczenia (w porze zimowej opady śnieżne i trudność utrzymania prawidłowego ruchu). Im kolej ważniejsza, tem bardziej obniżyć punkt kulminacyjny zwłaszcza, że wówczas można zmniejszyć spadki na rampach dojazdowych.

Przy takiem obniżeniu poziomu przekroczenia działu wód zajdzie potrzeba przebicia grzbietu górskiego tunelem. Wybór odpowiedniej wysokości dla przeprowadzenia tunelu wymaga rozległych studjów, przyczem należy zwra-

cać uwagę na możliwość założenia tanich placów instalacyjnych, na stosunki geologiczne góry i na jakość obustronnych dojazdów do tunelu. Ostateczną odpowiedź przy porównaniu alternatyw dadzą koszta.

Po ustaleniu przekroczenia działu wód należy opracować trasę obustronnych dojazdów. Biegną one zw. doliną górską, posiadającą spadki zmienne, malejące w miarę oddalania się oddziału wód (fig. 270). Prowadzenie trasy może tu nastąpić dwojako:

1. W punkcie A opuszczamy dolinę i wznosimy się po stoku spadkiem miarodajnym s_m tak, aby w punkcie B osiągnąć oznaczoną wysokość. W ten sposób długość trasy dla danej różnicy wysokości

$$L = \frac{H}{s_m}.$$

2. Pozostajemy z trasą w dolinie, dostosowując spadki trasy s_1, s_2 itd. do spadków doliny, a w miejscu C, gdzie spadek doliny jest większy od miarodajnego, stosujemy rozwinięcie trasy, aby odzyskać wysokość, utraconą na mniejszych spadkach.

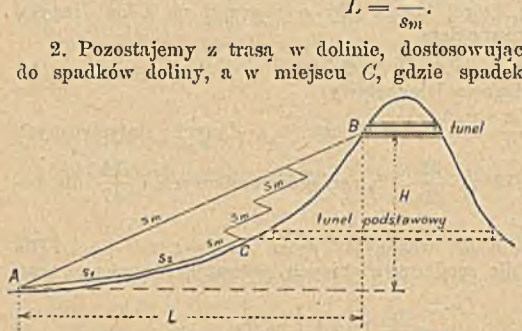


Fig. 270.

W pierwszym przypadku mamy na znacznej długości trasę stokową ze wszystkiemi trudnościami, oddalamy się od doliny, otrzymujemy stacje wysoko położone, wymagające uciążliwych dojazdów do miejscowości, położonych w dolinie. W drugim — wszystkie korzyści trasy, leżącej w dolinie, ale linja dłuższa z rozwinięciem. Zwykle drugi sposób prowadzenia trasy lepiej odpowiada celowi kolei, a niejednokrotnie jest tańszy.

Jeśli wykonanie rozwinięcia trasy między punktami C i B przedstawia trudności, oraz wykonanie tunelu przy B jest z jakichś powodów nieodpowiednie, może na kolei głównej pierwszorzędnej okazać się rzeczą najwłaściwszą obniżenie kulminacji i przebicie grzbietu długim tunelem podstawowym (np. trasa kolei przez Simplon).

Na kolejach żelaznych stosowane są następujące sposoby rozwinięcia trasy: rozwinięcie w bocznej dolinie (kolej przez Semmering i Brenner), serpentyna na stoku (kolej Gotthardа, Albuli i Lötschbergu), tunele zwrotne (kolej Gotthardа, Albuli) i ostre zwroty (stosowane niejednokrotnie na kolejach amerykańskich). Ostatni sposób jest najtańszy, lecz stanowi znaczne utrudnienie ruchu; dopuszczalny tylko dla kolei podrzędnych.

Kosztownego zwykle rozwinięcia trasy uniknąć można przez zastosowanie kolei o ruchu mieszanym (kolej częścią adhezyjna, a częścią zębata) systemu Abta (por. dział: Koleje strome).

Po ustaleniu położenia trasy podług powyższych zasad wykreślamy profil podłużny oraz potrzebne przekroje poprzeczne, podług których orjentujemy się, czy nastąpi pożądane wyrównanie robót ziemnych.

Następnie oznaczamy położenie i wymiary przepustów w myśl warunków technicznych, szkicujemy większe mosty i wiadukty, określamy położenie przejazdów w poziomie i ewentualne przełożenia dróg i ścieków, oznaczamy rodzaj i rozmiary potrzebnych ubezpieczeń skarp brukiem, oskałowaniami i murami oporowemi, a wreszcie sporządzamy szkice stacyj z rozkładem torów, budynków i dojazdów. Wszystkie te szkice posłużą do sporządzenia przybliżonego kosztorysu projektowanej kolei.

Urządzenia uboczne na szlaku. Obok urządzeń głównych należy uwzględnić nast. urządzenia uboczne, stanowiące poczęści niezbędne wyposażenie szlaku.

1. Odwodnienie torowiska. Podtorze kolei należy zabezpieczyć od dopływu wód opadowych i zaskórnych zapomocą rowów i sączków albo drenowania. Rowy boczne i ukopy (rezerwy) założyć w spadku podłużnym conajmniej 0,2%. Równie stacyjne i przekopy, położone na gruncie nieprzepuszczalnym, odwodnić sączkami lub drenami.

Dno rowów bocznych przeciętnie 0,9—1,1 *m* poniżej niwelety; w suchym gruncie może głębokość być mniejsza, aż do 0,3 *m* pod krawędzią podtorza. Szerokość dna rowów bocznych 0,4—0,6 *m*, w suchym gruncie mniej (do 0,3 *m*). Rowy w spadku ponad 3% wymagają ubezpieczenia dna i skarp.

Przekopy otrzymują rowy obustronne, nasypy od strony góry.

Rowy górne (nad skarpą przekopu) należy odsunąć od krawędzi skarpy conajmniej 1,5 *m*, nadać im należyty spadek i starannie odprowadzić wodę.

2. Przejazdy w poziomie szyn. Przejazdów takich unikać na kolejach głównych i ograniczyć je do dróg bardzo podrzędnych; na lokalnych dopuszczalna większa swoboda.

Kąt skrzyżowania conajmniej 45°. Przegląd przejazdu z kolei i z drogi wymagany, więc unika się przejazdów w przekopach głębszych niż 2 *m*. Jeśli w punkcie skrzyżowania drogi z koleją znaczna różnica niwelet, przekładamy drogę, aby przejazd przenieść w dogodniejsze miejsce.

Szerokość przejazdu stosuje się do szerokości drogi, a w każdym razie nie mniejsza niż 4,0 *m* dla dróg powiatowych i gminnych, a 5,0—7,0 *m* dla państwowych i wojewódzkich. Dla dróg polnych zwykle 3,0—4,0 *m*, przepędy bydła 5,0—7,0 *m*.

Krzywizny przełożeń dróg nie mniejsze, niż istniejące na drodze. Najmniejszy promień dla dróg I klasy 50 *m*, dla dróg II klasy i w górach 25 *m*; por. dział „Drogi". Na drogach polnych można zejść do 15, 10, a nawet 8 *m*.

Spadki na przełożeniach dróg i na dojazdach do przejazdu w poziomie dostosować należy do spadków, istniejących na drodze. Niweletę przejazdu obustronnie od osi toru skrajnego układa się w poziomie lub w małym spadku (1—2%) na takiej długości, aby pojazdy drogowe mogły zatrzymać się swobodnie, nim zaprzęg dosięgnie rogatki, zw. 12—15 *m*.

Przekroczenie toru wymaga wypełnienia przestrzeni między szynami z zachowaniem żłobków dla rąbków kół. Najmn. szerokość żłobka 67 *mm*, głębokość przy użytej szynie conajmniej 38 *mm*. Żłobek należy tak ukształtować, aby zwierzęta nie mogły zaciskać w nim kopyt.

Utrwalenie powierzchni drogi na przejeździe: zwykle makadam; przy silniejszym ruchu na drodze bruk kamienny. Osobne utrwalenie żłobków zazwyczaj niepotrzebne. W pokładzie żwirowanym wygniatają żłobek koła lokomotywy; przy bruku kamiennym uzyskujemy żłobek przez ścięcie skrajnych kostek. Na silniej uczęszczanych przejazdach utrwalamy żłobek kierownicami drewnianemi lub z szyn. Długość kierownic o 1 *m* większa od szerokości przejazdu w obie strony, a końce ich powinny otrzymać ścięcie lub odgięcie. Kierownice takie stosujemy i przy słabszym ruchu, jeśli kąt skrzyżowania jest mniejszy niż 60°.

Unikać należy styków szyn na przejazdach, gdyż utrudniony jest nadzór złącza i przyciąganie śrub stykowych.

Ponieważ cienka warstwa pokładu drogowego, spoczywająca nad podkładami, łatwo ulega zniszczeniu, przeto korzystne jest ułożenie pod szynami podłużnych belek drewnianych, albo zastosowanie odrębnych, wysokich płyt podkładowych i uzyskanie w ten sposób pożądanego zagłębienia podkładów.

Konieczne należyte odwodnienie podtorza sączkami lub drenami.

Rowy boczne przeprowadzamy pod przejazdami zapomocą kanałów rampowych, wykonanych jako przepusty rurowe lub płytowe.

Wedle P. P. M.:

Przejazdy z ożywionym ruchem kołowym lub uznane za niebezpieczne z powodu niedostatecznej widoczności i stosunkowo znacznej prędkości pociągów winny być ogrodzone rogatkami, obsługiwanemi przez strażników ręcznie lub mechanicznie (z odległości). Posterunki dróżnicze, obsługujące przejazdy, należy zaopatrzyć w urządzenia do porozumiewania się strażników pomiędzy sobą i z sąsiedniemi stacjami. Przejazdy w poziomie szyn winny być zaopatrzone w tablice ostrzegawcze dla przejezdnych, nadto zaś przed niestrzeżonemi przejazdami należy ustawić znaki ostrzegawcze dla maszynistów pociągowych. Szczegóły ustroju przejazdów wykonać wedle przepisów M. K. Ż.

Na kolejach lokalnych zamknięcie rogatkami tylko na przejazdach z ruchem ożywionym; w innych wypadkach wystarczają tablice ostrzegawcze dla przejezdnych i znaki ostrzegawcze dla maszynistów.

Jeśli trasa kolejowa przecina w niewielkich odstępach kilka dróg polnych, wykonywamy dla nich w dogodnem miejscu jeden wspólny przejazd w poziomie i łączymy je z nim zapomocą dróg równoległych. Szerokość tych dróg, biegnących zasadniczo po terenie, stosujemy do szerokości tych dróg, zw. 3—4 *m*.

3. Zabezpieczenia od pożarów. W lasach i na torfowiskach trzeba wzdłuż kolei parowozowych urządzić obustronne pasy ochronne przed rozszerzeniem się ognia, pochodzącego od iskier lokomotywy, o szerokości 8—16 *m*. Na tej szerokości wycina się drzewa i usuwa łatwopalne materjały.

Na kolejach pruskich ochronę główną stanowi pas 12—15 *m* szeroki, odpowiednio zalesiony (fig. 271). Ziemię na tym pasie należy oczyścić z materjałów palnych, jak krzaki, igliwie, zeschłe chwasty, spadłe suche gałęzie itp. Drzewa muszą mieć obcięte gałęzie do wysokości 1,5 *m* nad terenem z wyjątkiem gałęzi drzew rosnących na brzegu pasa od strony kolei, gdyż one wstrzymują lekkie, zwykle daleko lecące iskry. Wysokość drzew (iglastych) powinna przekraczać nieco wysokość komina parowozu. Od strony kolei zostawia się między krawędzią skarpy, a pasem leśnym pusty pas ochronny o szerokości 1 *m*, aby przeszkodzić przenoszeniu się ognia, powstającego łatwo na skarpie. Podobny pusty pas 1,5 *m* szeroki, ułożyć należy między pasem ochronnym a lasem; obydwa te pasy łączy się poprzecznie paskami o szerokości 1 *m* w odstępie co 20—40 *m*. W ten sposób unika się niepotrzebnego wycinania lasu, byle obustronne pasy były należycie utrzymane.

Fig. 271.

Torfowiska ochrania się przez wykopanie obustronnych rowów w odstępie 10—15 *m* od krawędzi korony kolei, które utrzymywać należy wolne od wszelkich materjałów palnych. Powierzchnię pasów między torem i rowami zabezpiecza się przed pożarem przez posianie trawy lub posypanie piaskiem.

Osobną uwagę poświęcić należy ochronie przed pożarem budynków, znajdujących się w pobliżu toru. Według przepisów, obowiązujących w Małopolsce, należy za rejon ogniowy uważać przestrzeń, nakrytą idealnym dachem dwuspadkowym podług fig. 272. Każdy budynek, wchodzący w całości lub częściowo w obręb tego rejonu, należy zabezpieczyć, o ile nie jest wykonany z materjałów niepalnych. Ściany ryglowe z murowanem wypełnieniem i ściany drewniane wyprawione, albo wylepione gliną, przykryte papą, lub pomalowane ogniotrwale, uważa się za ogniotrwałe. Jako ogniotrwałe pokrycie dachu uważa się wszystkie twarde pokrycia (blacha, dachówka, łupek, eternit itp.) i papę; stosowanie tej ostatniej do krycia domów mieszkalnych, stajen, spichrzów i stodół dopuszczalne tylko za zgodą właściciela. Przy budynkach, stojących osobno, dopuszcza się pewne ułatwienia przy korzystnym

kierunku wiatru lub innych sprzyjających okolicznościach, np. pozostawienie pokrycia dachu gontem, ścian drewnianych z wypełnionemi szparami, lub ścian z pionowych, listwowanych desek itp. Jeśli przy małym budynku część dachu lub ściany wkracza w rejon ogniowy, należy cały dach, wzgl. całą ścianę pokryć ogniotrwale; przy większych budynkach należy linje, ograniczające ogniochronne pokrycie, projektować przy ścianach prostokątnie, a przy dachach równolegle do linji czołowej lub szczytowej.

Fig. 272.

4. Ogrodzenia. Na kolejach głównychnależy tor ogrodzić w tych miejscach, gdzie ukształtowanie torowiska i zwykły nadzór nie wystarczają do przeszkodzenia ludziom i zwierzętom we wstępowaniu na tor.

Na kolejach lokalnych można ogrodzenia ograniczyć do miejsc niebezpiecznych, a nawet zupełnie pominąć, jeśli chyżość jazdy nie przekracza 40 *km*/godz.

Ogrodzenia: żywopłot, ogrodzenie druciane, drewniane albo kamienne, rów z boczną grobelką.

Żywopłot o wys. 1,20—1,50 *m* jest tani i wymaga niewielkich kosztów utrzymania, ale nieodpowiedni, gdzie możliwe są zawiania toru śniegiem, nadto czekać trzeba kilka lat, dopóki nie wyrośnie. Ogrodzenie drewniane składa się z drewnianych słupków w odstępach co 2,5 *m*, między któremi przeciągnięty jest drut pocynkowany, 4—5 *mm* gruby, albo skręcona taśma żelazna pocynkowana w dwóch lub trzech rzędach.

Ogrodzenia sztachetowe kosztowne, więc tylko na stacjach. Ogrodzenia z muru z suchego kamienia, gdzie odp. kamień pod ręką. Na przejazdach w poziomie i na przełożeniach dróg należy ustawić obustronne poręcze, jeśli korona drogi wznosi się więcej niż 1 *m* ponad teren.

5. Wyposażenie szlaku: *a*) Znaki odległościowe, podające odległość od punktu początkowego trasy. Na kolejach głównych oznacza się podział linji na kilometry i hektometry; na lokalnych obowiązuje podział na kilometry, a zalecony jest podział na hektometry. Znaki te wykonywa się w postaci słupków lub tabliczek z kamienia, drzewa, betonu lub żelaza z napisem, podającym odległość, a widocznym w obu kierunkach jazdy.

b) Znaki spadkowe należy na kolejach głównych umieścić w każdym punkcie załomu spadku; na lokalnych przynajmniej na końcach odcinków o długości ponad 500 *m*, posiadających spadek większy niż 10‰. Wykonywa się je z drzewa lub żelaza, z napisem, podającym wielkość i długość spadku i tak umieszczonym, aby w ciemności wpadał w obręb światła latarni na lokomotywie.

c) Oznaczenia łuków na początku i końcu. Na tabliczce podane są: wielkość promienia, przechyłki i poszerzenia toru, oraz długość krzywej przejściowej. Na kolejach lokalnych z szybkością jazdy ponad 20 *km*/godz. oznacza się łuki o promieniu mniejszym niż 300 *m* przy normalnej szerokości toru, 150 *m* przy szerokości toru 1000 *mm*, a 100 *m* przy szerokości 750 i 600 *mm*.

d) Słupy, określające granice odcinków, podległych nadzorcom toru i poszczególnych działek strażniczych.

Projekt szczegółowy.

Opracowanie projektu szczegółowego następuje na podstawie bezpośrednich zdjęć terenowych. Na teren przenosimy linję, ustaloną w projekcie wstępnym i zatwierdzoną przez władze, przyczem najkorzystniej jest wyznaczyć na terenie położenie punktów wierzchołkowych, między któremi tyczymy kierunki proste, mierzymy kąty wierzchołkowe i wytyczamy łuki z krzywemi

przejściowemi. Następuje pomiar długości linji, z równoczesnem wypalikowaniem charakterystycznych punktów terenu (oznaczenie hektometrów konieczne), niwelacja całego ciągu, nawiązana do danych stałych punktów wysokościowych i zdjęcie przekrojów poprzecznych. Nadto należy wykonać zdjęcia szczegółowe w miejscach przełożeń dróg i ścieków, oraz budynków wpadających w rejon ogniowy, wreszcie próby gruntu w miejscach przyszłych przekopów celem określenia materjałów ziemnych, oraz w miejscach budowy objektów. Z pomiarami dla celów projektu łączą się pomiary i zdjęcia dla operatu wywłaszczenia.

Przy opracowaniu projektu szczegółowego może zajść potrzeba zmiany kierunków lub niwelety trasy, zatwierdzonej w projekcie wstępnym.

Zmiany nieznaczne można przeprowadzić swobodnie. Jeśli natomiast zmiany te obejmują większe długości i wywołują potrzebę odmiennego ułożenia stacyj albo ważniejszych objektów, traktuje się je jako warjanty i wymienia szczegółowo w sprawozdaniu technicznem celem dodatkowego zatwierdzenia. W tym celu należy w planie sytuacyjnym i w profilu podłużnym zaznaczyć obok projektowanego, zmienionego przebiegu trasy jej przebieg poprzedni, kreśląc oś pierwotnej trasy z podaniem kilometrowania, kierunków i spadków.

IV. Kosztorys.

Rozróżniamy kosztorys ogólny, stanowiący załącznik projektu wstępnego i sporządzony celem uzyskania danych do oceny rentowności projektowanej kolei, porównania warjant i poinformowania odnośnych czynników o wysokości kapitału, potrzebnego do wykonania budowy, oraz kosztorys szczegółowy, zestawiony na podstawie projektu szczegółowego i służący do rozpisania i oceny ofert na wykonanie budowy, oraz do sprawdzenia rzeczywistych kosztów po ukończeniu budowy.

Kosztorys, oparty na memorjale, dołączonym do projektu i na ustalonych warunkach budowy (warunki ogólne natury prawnej i warunki szczegółowe natury technicznej, zawierające szczegółowe określenia sposobu wykonania robót), obejmuje przedmiar, cennik i obrachowanie kosztów.

Wobec różnorodności robót i dostaw przy budowie kolei przeprowadzamy w kosztorysie podział ich na grupy.

M. K. ustanawia w rozp. z dn. 30 września 1922 podział ten na 12 grup, a mianowicie:

1. Wywłaszczenie gruntów. Tu należą koszta zakupna gruntów, odszkodowania za utrudnienia gospodarcze, odszkodowania za wykupione budynki, koszta urządzeń ogniochronnych, koszta czasowego najmu gruntów, odszkodowania za zniszczone plony, koszta ograniczenia własności kolejowej i wydatki nieprzewidziane.

Ilość potrzebnych gruntów w przybliżeniu na 1 *km* kolei:

	Kolej główna		Kolej lokalna	
	dwutorowa	jednotorowa	normalnotorowa	o szer. 750 *mm*
Teren równinny . . .	3,5 *ha*	2,8 *ha*	2,1 *ha*	1,3 *ha*
„ podgórski . . .	4,2 *ha*	3,2 *ha*	2,5 *ha*	1,6 *ha*
„ górski	5,0 *ha*	4,0 *ha*	3,2 *ha*	2,0 *ha*

Odszkodowania za utrudnienia gospodarcze przyjmuje się przy gęstym podziale parcel 25—50% całkowitej wartości, przy szerszych parcelach 10—20%. Odszkodowania za zniszczenie zasiewów i inne straty 8—10%.

2. Torowisko. Zaliczamy tu roboty ziemne wszelkiego rodzaju, roboty przygotowawcze do wykonania nasypów i przekopów, roboty osuszające, wyrównanie korony podtorza i skarp, ubezpieczenia skarp przez pokrycie ziemią urodzajną i zasianie, darniowaniem, płotkami, brukiem suchym i na zaprawie, oskałowania, mury oporowe, koszta potrzebnych rusztowań, torów roboczych, tymczasowych przełożeń dróg i dojazdów, koszta utrzymania tych

robót do chwili otwarcia ruchu normalnego i wydatki nieprzewidziane. Wielkość robót ziemnych i kamiennych ubezpieczeń skarp określamy w jednostkach objętości; inne roboty tej grupy oceniamy ryczałtowo na 1 *km* kolei, przyczem na koszta utrzymania liczyć należy 2—5% całkowitych kosztów.

Dla ogólnikowych obliczeń można przyjmować nast. objętości na 1 *m* b. kolei:

	Jednotorowa kolej główna		Kolej lokalna normalnotorowa	
	Roboty ziemne	Oskałowania i mury sucho	Roboty ziemne	Oskałowania i mury sucho
Teren równinny	6—10 m^3	—	2—5 m^3	—
„ podgórski łatwy .	15—30 m^3	1,5 m^3	8—17 m^3	1,0 m^3
„ górski trudny . .	45—90 m^3	2,4 m^3	25—50 m^3	2,0 m^3

3. Przepusty, mosty i tunele. Na podstawie danych w projekcie sporządzamy tabelaryczne zestawienie przepustów podług rozpiętości i rodzaju konstrukcji (przepusty rurowe, płytowe, sklepione, żelbetowe itp.) z podaniem długości przepustu i zaznaczeniem w uwadze, czy fundament ma być normalny, wzgl. z podaniem zamierzonego sposobu fundowania, poczem określamy koszt 1 *m* długości przepustu każdego typu, uwzględniając pewien dodatek na nienormalne fundowanie, oraz na wykonanie czoła i skrzydeł. Koszta konstrukcyj drewnianych i żelbetowych określamy podług powierzchni lub objętości, koszta konstrukcyj żelaznych podług ciężaru.

Podobnie sumarycznie objąć można w kosztorysie przejazdy dla dróg nad koleją, otrzymujące zwykle jednakową rozpiętość i konstrukcję. Większe mosty i wiadukty należy kosztorysować oddzielnie na podstawie sporządzonych szkiców.

Podobnie zestawiamy kosztorys tunelów, określając ich długość i koszt 1 *m* b. z dodatkiem na wykonanie portali.

Do otrzymanej sumy kosztorysowej dodać należy pewien ryczałt na utrzymanie kolei do dnia otwarcia ruchu i na wydatki nieprzewidziane. W projekcie szczegółowym sporządza się zw. plany objektów, więc oczywiście zestawienie kosztów będzie nieporównanie dokładniejsze.

Tu należą też koszta mostów i przepustów tymczasowych, przewidzianych w projekcie, oraz koszta ubezpieczenia stożków i łożysk objektów.

4. Nawierzchnia. Tu zaliczamy koszta żwirowania torów na szlaku i na stacjach, koszta zakupna i dostawy materjałów nawierzchni, oraz koszta ułożenia tejże i utrzymania przez umówiony okres czasu.

Z projektu określamy długość torów na szlaku i na stacjach, z wyłączeniem rozjazdów i ustalamy objętość żwiru potrzebną na 1 *m* b. toru i tak otrzymamy potrzebną objętość żwiru, którą uzupełniamy dodatkiem na żwirowanie placów stacyjnych poza obrębem torów, na żwirowanie rozjazdów oraz żwiru zapasowego na utrzymanie. Zapas ten przyjmujemy zwykle w ilości 10% objętości potrzebnej.

Dla obranego typu nawierzchni obliczamy koszt zakupna i przewozu 1 *m* b. toru, dodając 1% kosztu szyn i 3% kosztu reszty materjałów nawierzchni na straty podczas transportu i układania toru.

Osobno określamy ilość i koszta rozjazdów na podstawie szkiców względnie planów stacyjnych.

Do wyznaczonych kosztów nawierzchni należy dodać pewien ryczałt na koszta utrzymania i na wydatki nieprzewidziane.

5. Przynależności drogowe. Do tej grupy zaliczamy koszta znaków odległościowych i spadkowych, oznaczeń łuków i innych znaków na szlaku, koszta ogrodzeń szlaku, urządzeń przeciw zawiejom śnieżnym, urządzenia pasów ochronnych przeciw pożarom, a wreszcie koszta zakupna narzędzi potrzebnych do utrzymania toru. Wysokość tych kosztów określamy w kosztorysie ogólnym ryczałtowo na 1 *km* kolei, w kosztorysie szczegółowym na podstawie osobno sporządzonych wykazów.

6. Telegraf i telefony. W tej grupie uwzględniamy koszta słupów telegraficznych z ustawieniem, koszta urządzenia przewodów i stacyj telegraficznych i telefonicznych, koszta sygnalizacji linjowej i koszta utrzymania tych urządzeń.

7. Domy dróżniczo i przejazdy w poziomie szyn. Tu należą koszta domów mieszkalnych, zabudowań gospodarczych i studni dla strażników i torowych, budek posterunkowych, oraz budowy i urządzenia przejazdów w poziomie szyn, a więc koszta utrwalenia jezdni, kanałów rampowych, przepustów i mostów drogowych, kierownic, poręczy, zamknięć rogatkami, tablic ostrzegawczych itp.

8. Budynki stacyjne. Należy tu pomieścić koszta wszystkich budynków na stacjach, więc budynków głównych, administracyjnych i mieszkalnych, budynków gospodarczych, peronów, ustępów, magazynów, ładowni, remiz lokomotywowych z warsztatami, wieży ciśnień, stacji pomp itp.

W kosztorysie zestawiamy te koszta grupami, obejmującemi poszczególne rodzaje budynków, albo też podług stacyj.

Do całkowitych kosztów tej grupy należy dodać pewien ryczałt na wydatki nieprzewidziane.

9. Wodociągi. Należą tu koszta urządzeń do zaopatrywania lokomotyw w wodę (z wyjątkiem kosztów budynku wieży ciśnień i stacji pomp), oraz wszelkie koszta urządzeń wodociągowych w lokalnościach stacyjnych. Można je w kosztorysie ogólnym określić w przybliżeniu na podstawie danych statystycznych, a w kosztorysie szczegółowym na podstawie dokładnej analizy po zaciągnięciu informacyj u firm, dostarczających podobnych urządzeń.

10. Przynależności stacyjne. Grupa ta obejmuje wszelkie urządzenia stacyjne, nieuwzględnione w poprzednich pozycjach, a więc: utrwalenie powierzchni placu przedstacyjnego i podwórzy, obrotnice i przesuwnice, wagi wagonowe, skrajniki, odboje, popielniki, sygnały stałe, ogrody, oświetlenie stacji, przyrządy pożarowe, urządzenie wewnętrzne poczekalni, biur, remiz i warsztatów, kanalizacja stacji, ogrodzenia itp. Tu wlicza się też część kosztów budowy dojazdu kolejowego, przypadającą na zarząd kolei oraz koszta utrzymania tych urządzeń do chwili otwarcia ruchu i wydatki nieprzewidziane.

11. Tabor. Tu należą koszta zakupna parowozów, wagonów osobowych, towarowych i służbowych, pługów do śniegu itp. Ilość taboru ustalamy odpowiednio do potrzeb ruchu.

12. Administracja, koszta ogólne i nadzwyczajne. Zaliczamy tu koszta studjów, pomiarów i wypracowania projektów, koszta komisyjne, koszta kierownictwa, nadzoru i administracji budowy, koszta najmu, urządzenia i utrzymania biur, koszta zakupna przyrządów mierniczych, oraz koszta ogólnego zarządu i nadzoru państwowego. Należy tu ryczałt na pokrycie wstępnych wydatków na ruch, oraz t. zw. interkalarja, tj. oprocentowanie kapitału budowy za czas do dnia rozpoczęcia eksploatacji kolei.

Jeśli zestawiamy kosztorys kolei prywatnej, należy uwzględnić utworzenie funduszu odnowy na pokrycie kosztów uzupełniania materjałów nawierzchni i taboru; fundusz zapasowy na pokrycie wydatków nadzwyczajnych, oraz fundusz umorzenia dla spłaty akcjonarjuszy po wygaśnieniu koncesji. Wysokość tych funduszów określona zwykle w dokumencie koncesyjnym. Osobną pozycję stanowią koszta przebudowy i powiększenia stacji włączenia kolei istniejącej.

* * *

Po zestawieniu przedmiaru podług podanych grup wpisujemy we wszystkich pozycjach ceny jednostkowe na podstawie bardzo starannej analizy cen i otrzymujemy obrachowanie kosztów.

Wreszcie sporządzamy zestawienie sumaryczne, w którem podajemy koszta każdej grupy w całości i na 1 *km* długości kolei i ostateczną sumę kosztów w całości i na 1 *km* kolei.

Do kosztorysu należy dołączyć wszelkie zestawienia, wykazy, obliczenia i szkice, objaśniające ilości, wprowadzone do przedmiaru, oraz analizę cen, uzasadniającą przyjęte ceny jednostkowe.

V. Postępowanie przy projektowaniu i budowie kolei.

Koleje żelazne może budować i eksploatować Państwo w własnym zarządzie (koleje państwowe), albo osoba prywatna (koleje prywatne).

Osoba prywatna (fizyczna lub prawna), zamierzająca wybudować i eksploatować kolej użyteczności publicznej, musi uzyskać pozwolenie władz, czyli t. zw. koncesję. Prawa i obowiązki, związane z koncesją, oraz warunki, pod jakiemi może ona być udzielona, określa w Państwie Polskiem ustawa koncesyjna z dnia 14 października 1921 (Dz. U. Nr. 88 z 10 listopada 1921). Do ustawy tej wydało M. K. Ż. rozporządzenie wykonawcze z dn. 30 września 1922.

W podaniu o zezwolenie na przeprowadzenie studjów wstępnych, wnoszonem do M. K. Ż., należy wskazać kierunek projektowanej kolei, oraz terminy rozpoczęcia i ukończenia studjów i wymienić osoby, prowadzące studja.

M. K. Ż., udzielając (w porozumieniu z M. S. Wojsk.) pozwolenia na studja wstępne, ogłasza swą decyzję w dzienniku urzędowym z wymienieniem osób uprawnionych do studjów, kierunku projektowanej kolei i terminu, na który wydano pozwolenie. Równocześnie ogłasza Ministerstwo termin prekluzyjny na udzielanie pozwoleń na analogiczne studja wstępne, oraz termin wnoszenia podań o udzielenie koncesji.

Po ukończeniu studjów należy wnieść do M. K. Ż. podanie o koncesję, do którego dołącza się wstępny projekt kolei, opracowany na podstawie studjów i składający się z nast. danych:

1. memorjału, zawierającego działy: *a*) uzasadnienie ekonomicznego znaczenia i potrzeby danej kolei, *b*) opis techniczny, *c*) wykaz przypuszczalnych rocznych wydatków i dochodów eksploatacyjnych z ich uzasadnieniem, *d*) plan wykonania robót;
2. projektu sfinansowania przedsiębiorstwa;
3. planu linji na mapie topograficznej w podziałce 1 : 300.000 lub większej;
4. profilu podłużnego w podziałce pionowej 1 : 1000 i poziomej 1 : 10.000;
5. takiegoż profilu w podziałce pionowej 1 : 1000 i poziomej 1 : 50.000;
6. kosztorysu ogólnego budowy z koniecznemi wykazami, podzielonego na 12 działów (wymienionych w poprzednim ustępie).

Memorjał powinien być krótki i treściwy i powinien zawierać:

W dziale *a*) podanie nazwy projektowanej kolei (zgodnie z oznaczeniem, przyjętem w pozwoleniu na przeprowadzenie studjów wstępnych), długości kolei w całości i w częściach, przypadających na poszczególne województwa, powiaty i gminy, oraz wielkości obszaru ciążenia, odpowiadającego tym długościom, następnie opis trasy handlowej z wymienieniem stacyj, projektowanych z uwagi na potrzeby handlowe, charakterystykę obszaru ciążenia (stopień i rodzaj zagospodarowania), ilość i rodzaj zatrudnienia mieszkańców, opis istniejących komunikacyj, bogactwa naturalne, stan przemysłu istniejącego i jego oczekiwanego rozwoju. Należy wreszcie podkreślić, o ile kolej przyczyni się do poparcia interesów ogólno-państwowych.

W dziale *b*) należy przytoczyć ustalone warunki techniczne z uzasadnieniem, treściwy opis trasy technicznej, charakterystykę stosunków geologicznych i zebrane daty co do dróg i wód, stykających się z koleją, dalej charakterystykę studjowanych alternatyw z uzasadnieniem wyboru najodpowiedniejszej.

W zakończeniu memorjału podać sumaryczne zestawienie kosztów budowy w całości i na 1 *km* kolei.

W załączniku 2 podać plan zebrania potrzebnego kapitału z umotywowanem zaznaczeniem, czy brana jest pod uwagę pomoc finansowa ze strony Państwa.

Sposób opracowania innych załączników j. w.

Załączniki projektu wstępnego podaje się w trzech egzemplarzach, z których jeden plan techniczny na kalce, zdatny do powielań. Przedłożony projekt bada M. K. Ż., zarządzając w razie potrzeby badania na miejscu na koszt proszącego, przyczem sprawę ewentualnej pomocy finansowej ze Skarbu Państwa wyodrębnia jako wniosek rządowy do uchwalenia w drodze ustawodawczej. W razie rezultatów pomyślnych, ustala Ministerstwo ogólne warunki koncesji i zawiadamia o nich proszącego, oznaczając mu termin do ostatecznego oświadczenia się.

Koncesja na budowę i eksploatację kolei zawiera: 1. wymienienie osoby koncesjonarjusza i jego siedziby, 2. oznaczenie linji kolejowej, 3. przeciąg czasu, na który udzielono koncesji, 4. zasadnicze warunki finansowe, 5. zobowiązanie koncesjonarjusza do wykonania warunków, zawartych w dokumencie koncesyjnym.

Po nadaniu koncesji przez Prezydenta Rzeczypospolitej na podstawie uchwały Rady Ministrów, minister K. Ż. ustala szczegółowe warunki techniczne koncesji i wydaje dokument koncesyjny z równoczesnem ogłoszeniem go w Dzienniku Urzędowym. Koncesji udziela się najwyżej na 90 lat, związkom samorządowym najwyżej na 99 lat.[1])

Osoby prawne, ubiegające się o koncesję, muszą dołączyć zatwierdzony statut i ostatnie zamknięcie rachunkowe; związki samorządowe, ważnie powzięte uchwały, zatwierdzone przez kompetentne władze zwierzchnie.

Projekt szczegółowy przedkłada koncesjonarjusz również Ministerstwu do zatwierdzenia.

Niema dotychczas przepisów polskich co do formy przedkładanego projektu szczegółowego i co do sposobu dalszego postępowania, dlatego przytaczamy w dalszym ciągu przepisy austrjackie, stosowane dotychczas na terenie Małopolski.

Projekt szczegółowy ma zawierać nast. załączniki:

1. mapę topograficzną (1 : 25.000) z wkreśloną czerwono linją trasy;

2. plan sytuacyjny (zarazem plan wywłaszczenia gruntów), w podziałce dla kolei głównych 1 : 1000, dla lokalnych 1 : 2880, zawierający szczegółowe przedstawienie robót ziemnych na szlaku i stacjach, torów i budowli stacyjnych, budynków na szlaku, przełożeń dróg i ścieków, przepustów i mostów z podaniem rodzaju konstrukcji oraz światła i wysokości otworów, przejazdów w poziomie szyn z podaniem szerokości, ograniczenia własności kolejowej z drogami równoległemi, oraz granice parcel przeciętych trasą z podaniem ich numeru i nazwiska właścicieli. Plan sytuacyjny powinien być sporządzony żywemi kolorami;

3. profil podłużny szczegółowy w podziałce długości 1 : 2000 i wysokości 1 : 200;

4. zbiór charakterystycznych przekrojów poprzecznych z zaznaczonemi wynikami prób gruntu;

5. zbiór profilów podłużnych i przekrojów poprzecznych dla przełożeń dróg i ścieków;

6. wykaz dróg i ścieków przeciętych koleją z podaniem wymiarów otworów w objektach i szerokości przejazdów w poziomie i oznaczeniem osoby, do której należało i dalej ma należeć utrzymanie drogi, względnie ścieku;

[1]) Do budowy kolei prywatnych do użytku własnego na własnym gruncie wystarcza zezwolenie M. K. Ż. (jeżeli ustawy specjalne nie stanowią inaczej).

7. memorjał, zawierający uzasadnienie obranych wymiarów większych mostów (obliczenie światła), oraz opis warjant, wprowadzonych odniennie od zatwierdzonego projektu wstępnego z uzasadnieniem, a wreszcie wnioski techniczne i finansowe co do sposobu wykonania dojazdów kolejowych;

8. plany urządzeń do poboru wody dla celów kolejowych, jeśli pobór ten ma nastąpić z wód publicznych;

9. wykaz zajętych gruntów z podaniem okręgu sądowego, gminy, numeru parceli, wielkości zajętej powierzchni, rodzaju gruntu, oraz nazwiska i siedziby właściciela;

10. operat ubezpieczeń budynków, leżących w rejonie ogniowym, obejmujący wyciągi z planu sytuacyjnego, potrzebne przekroje poprzeczne z zaznaczonym przekrojem torowiska i budynku, oraz ograniczeniem rejonu ogniowego, a wreszcie wykaz budynków z podaniem ich sposobu wykonania, stanu, nazwiska i siedziby właściciela i projektem sposobu ubezpieczenia.

M. K. Ż. bada przedłożony projekt i zarządza badanie na miejscu przez komisję obchodową, zwołaną przez Województwo, w której biorą udział zastępcy Województwa, Starostwa, władz wojskowych i kolejowych i zastępca projektu.

Zadania komisji obchodowej:

1. Ocena projektu ze stanowiska interesów publicznych i podniesionych przeciwko niemu zarzutów przez strony interesowane, zwłaszcza co do dróg i ścieków, położenia i wymiarów objektów i przejazdów w poziomie, dróg równoległych, stacyj z dojazdami itp.

2. Badanie, czy powierzchnie gruntów, zajęte pod projektowaną budowę, są niezbędnie potrzebne, oraz łącznie z tem badanie i załatwianie zarzutów, podniesionych przeciw wywłaszczeniu.

Plan sytuacyjny, oraz plany i wykazy, dotyczące wywłaszczenia, należy wyłożyć przed terminem komisji na 14 dni w poszczególnych gminach. Wynik postępowania komisyjnego spisuje się w protokole, sporządzonym gminami, który Województwo opinjuje i przedkłada Ministerstwu Kolei do zatwierdzenia.

Po zatwierdzeniu projektu szczegółowego koncesjonarjusz uzyskuje pozwolenie na rozpoczęcie robót, czyli t. zw. konsens budowlany, wydany oddzielnie dla poszczególnych robót, poczem może przystąpić do wykonania budowy.

Po ukończeniu budowy przeprowadza się nast. czynności:

1. Kolaudacja urządzeń ogniochronnych (przez delegata Starostwa).

2. Próba mostów (przez delegata Ministerstwa K. Ż.).

3. Komisyjne badanie budowy. Do podania, wnoszonego do M. K. Ż. o pozwolenie na otwarcie ruchu normalnego, dołącza się mapę topograficzną (1 : 25.000) z wkreśloną linją trasy, profil podłużny w podziałce $1 : \frac{50.000}{1.000}$, drugi profil podłużny w podziałce $1 : \frac{10.000}{1.000}$, plany stacyj i mostów o rozpiętości ponad 50 *m*. Ministerstwo bada, czy nowa linja kolejowa odpowiada warunkom prawidłowego i bezpiecznego ruchu, czy posiada dostateczny i odpowiedni tabor, oraz urządzenia do zapobiegania wypadkom i urządzenia ratunkowe w razie wypadku, a wreszcie czy personal jest dostateczny i wyszkolony.

Na usunięcie znalezionych usterek określa komisja pewien termin, po upływie którego następuje urzędowe stwierdzenie tego usunięcia.

* * *

LITERATURA.

Dziennik ustaw Rzeczypospolitej Polskiej Nr. 88 z r. 1921 i Nr. 92 z r. 1922.
Dziennik urzędowy Ministerstwa kolei żelaznych Nr. 10 z r. 1923.
Kühnel: Drogi. 1922.
Skibiński: Tyczenie tras. 1909.
Wątorek: Budowa kolei żelaznych. T. II. 1924.
Die Eisenbahntechnik der Gegenwart. II. Band, 1. Abschnitt. 1906.
Esselborn: Lehrbuch des Tiefbaues. I. Band. 1922.
Handbuch der Ingenieurwissenschaften. I. Teil. 1. Band, 1904 i 5. Band, 1. Abteilung, 1897.
Launhardt: Theorie des Trassierens. I. Kommerzielle Trassierung. 1887. II. Technische Trassierung. 1888.
Schau: Der Eisenbahnbau. I. 1914.
Schubert: Schutz der Eisenbahnen gegen Schneeverwehungen. 1903.

Stacje.

Rodzaje stacyj. Stacje są to miejsca zatrzymania pociągów dla przyjmowania i wydawania transportów i do dokonywania czynności technicznych, związanych z ruchem pociągów. Posiadają zatem urządzenia potrzebne dla służby handlowej (przyjmowanie i wydawanie transportów) i urządzenia, służące celom technicznym eksploatacji (zestawianie, wyprawianie pociągów, urządzenia dla trakcji itp.).

Miejsca, w których pociągi zatrzymują się jedynie dla wsiadania i wysiadania podróżnych, nazywają się przystankami; stacje, służące wyłącznie tylko celom ruchu do mijania pociągów, na których nie przyjmuje się ani podróżnych, ani ładunków, nazywają się mijankami.

Zależnie od znaczenia stacji pod względem handlowym i techniczno-ruchowym można podzielić stacje na pewną ilość klas, jednak podział ten nie da się zupełnie ściśle przeprowadzić.

Zależnie od położenia stacji względem danej linji kolejowej, względnie sieci kolejowej, rozróżnia się:

a) Stacje końcowe na krańcach danej linji; stacja końcowa danej linji, która równocześnie służy jako stacja początkowa dla jednej lub więcej linij obcego zarządu kolejowego, nazywa się także stacją zdawczą — na granicy państwa graniczną;

b) stacje pośrednie wzdłuż danej linji kolejowej;

c) stacje węzłowe, w których zbiegają się (fig. 273) lub krzyżują się (fig. 274) dwie lub więcej linij kolejowych.

Zależnie od formy stacji rozróżnia się:

Fig. 273.

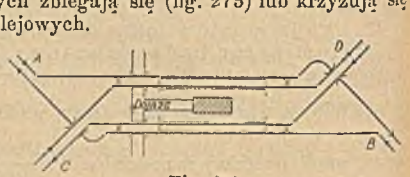


Fig. 274.

Stacje czołowe (fig. 275 i 276), w których tory kończą się niejako ucięte, a dla wyprawienia pociągu w dalszą drogę, trzeba parowóz przestawić na drugi koniec pociągu; — używane jako stacje końcowe, gdy nie przewiduje się w przyszłości przedłużenia linji, także jako stacje pośrednie, o ile się chce wejść ze stacją możliwie daleko do środka miasta, gdzie brak miejsca na urządzenie stacji przechodowej.

Stacje przechodowe (fig. 277), w których tory główne zasadnicze przebiegają dalej ku końcowi linji, a dworzec umieszczony jest z boku torów.

Jako przechodowe urządza się zazwyczaj stacje pośrednie, ale często także i stacje końcowe, zwłaszcza, gdy przewiduje się przedłużenie linji. Jako specjalny rodzaj stacyj przechodowych używane są często dla stacyj węzłowych:

Stacje klinowe (fig. 278 i 279) czyli półwyspowe: umieszczone są w klinie u zbiegu dwóch linij kolejowych.

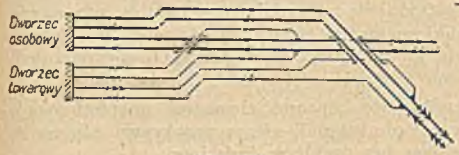


Fig. 275.

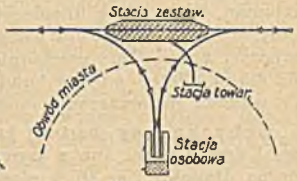


Fig. 276.

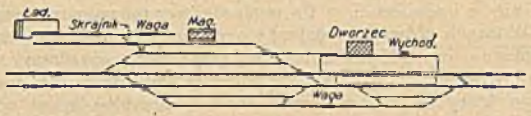


Fig. 277.

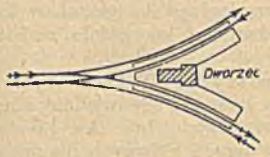


Fig. 278.

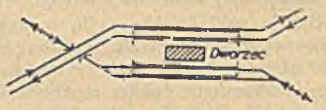


Fig. 279.

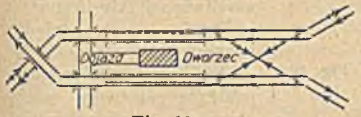


Fig. 280.

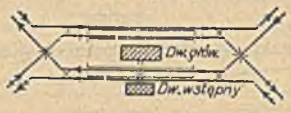


Fig. 281.

Stacje wyspowe (fig. 280 i 281): dworzec otoczony jest dokoła przez tory.

Ogólne uwagi o założeniu stacji. Uposażenie i wielkość danej stacji zależą od znaczenia handlowego stacji i od jej znaczenia dla służby ruchu. Długość stacji zależy od układu torów stacyjnych; conajmniej równa jest długości użytkowej torów głównych, zwiększonej o długość potrzebną dla rozjazdów. Długość użytkowa torów wjazdowych i wyjazdowych zależy od długości przewidywanych pociągów. Przy oznaczaniu długości użytkowej, mierzonej od ukresu do ukresu, dodaje się do długości, wynikającej z przyjętej ilości osi (zależnie od rodzaju wagonów 3,7—4,5 *m* na oś), 2—4 długości parowozu (25 *m* na parowóz wraz z tendrem) i jeszcze pewien dodatek z uwagi, że zatrzymanie długiego pociągu towarowego nie może nastąpić dokładnie w oznaczonem miejscu. Dla pociągów osobowych najmniejsza długość użytkowa toru na linjach pierwszorzędnych 250 *m*, na drugorzędnych 180 *m*.

Ilość torów zależy od przewidywanego ruchu, przy silnym ruchu winno się przewidzieć o ile możności osobne tory wjazdowe dla każdego kierunku, aby umożliwić wjazdy równoczesne; conajmniej należy unikać wjazdów na ten sam tor z dwóch przeciwnych kierunków. Oprócz torów głównych

potrzebna jest odpowiednia ilość torów bocznych do przetaczania, odstawiania wagonów, do objazdu parowozów itp.

Odstęp torów na stacjach conajmniej 4,5 *m* od osi do osi; na stacjach większych pożądany większy odstęp torów. Jeżeli między torami umieszcza się słupy latarń, semafory itp., należy odstęp odpowiednio zwiększyć, w szczególności dla umieszczenia semaforów między torami odstęp torów najmniej 4,7 *m*. Przy urządzeniu peronów między torami, odstęp odnośnych torów wynosi dla peronów jednostronnych najmniej 6,0 *m*, dla dwustronnych najmniej 9,0 *m*. Tory przeładunkowe można założyć w odstępach mniejszych niż 4,5 *m*. Jeżeli między torami na przystankach o peronach zewnętrznych nie ustawia się przegrody, można zostawić odstęp taki, jak na szlaku.

Żeberka (tory martwe) kończy się kopcami ziemnemi, kozłami oporowemi drewnianemi lub z szyn ze zderzakami, nieraz przykrywa się nadto tor na długości 15—20 *m* piaskiem lub drobnym żwirkiem.

Rozjazdy winny być ułożone celowo w dostatecznej ilości dla potrzeb ruchu, lecz nie w nadmiernej, o ile możności zgrupowane w wyraźne drogi zwrotnicze. W torach głównych rozjazdy ogranicza się do koniecznej potrzeby, przytem wskazane tory główne należy połączyć tak rozjazdami, aby pociągi dowolnego kierunku można było w razie potrzeby wpuścić na tor dowolny. Dla rozjazdów, po których pociągi zorganizowane przebiegają w odgałęzienie, stosunek skrzyżowania niewiększy niż 1 : 10; w torach bocznych można go zwiększyć do 1 : 7. Między końcem łuku przyległego do prostej, w której układa się rozjazd, a iglicą rozjazdu o odwrotnej krzywiźnie umieszcza się conajmniej 6-metrowy odstęp.

Stacje zakłada się o ile możności w prostych. W koniecznym wypadku dąży się do ułożenia obu końców w prostych odpowiednio długich dla ułożenia rozjazdów wjazdowych, przesuwając łuk ku środkowi stacji. Promienie łuków możliwie wielkie, w torach głównych nie mniejsze niż na szlaku; należy unikać łuków odwrotnych a w razie konieczności stosować możliwie wielkie promienie i długie proste między łukami. W torach bocznych, przez które przejeżdżają parowozy pociągowe, promienie nie mniejsze niż 150 *m*, a wogóle nie mniejsze niż 120 *m*. Przechyłka toru i krzywe przejściowe tylko w torach głównych, jeżeli konieczne ze względu na prędkość pociągów przebiegających. Promienie łuków stosowanych celem zwiększenia odstępu torów głównych zasadniczych na stacjach najmniej 1000 *m*.

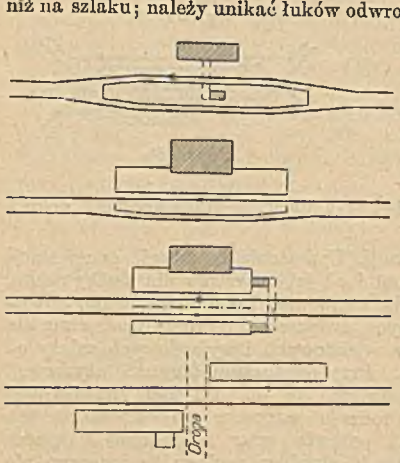


Fig. 282.

Fig. 283.

Fig. 284.

Fig. 285.

Stacje zakłada się o ile możności w poziomie, w każdym razie pochylenie torów, przeznaczonych do postojów pociągów i wagonów, nie przekracza 2,5‰. Załomy pochyleń podłużnych toru zaokrągla się łukiem o promieniu najmniej 5000 *m*. Rozjazdy końcowe można układać na pochyleniach szlaku przylegającego, ale nie w załomach spadku i nie bliżej końca zaokrąglenia załomu niż 6 *m*.

Wszelkie budowle i urządzenia stacyjne należy rozmieszczać celowo do przewidywanej pracy stacji z uwzględnieniem możliwości rozwoju. Na kolejach

jednotorowych pierwszorzędnych uwzględnić możliwość ułożenia w przyszłości toru drugiego.

Wszystkie budowle, place i nawierzchnia należycie odwodnić. Odwodnienie budynków, popielników, obrotnic itp. zapomocą sieci kanałów z ujściem do rowów bocznych, pobliskich potoków lub sieci kanalizacyjnej danej miejscowości. Odwodnienie nawierzchni i placów zapomocą ścieków na powierzchni, sączków, drenów poprzecznych i podłużnych z ujściem do rowów bocznych lub sieci kanałowej stacji. W sieci kanałowej szyby powinny być odpowiednio rozmieszczone, aby umożliwić przeczyszczanie kanałów.

Przystanki. Na przystankach nie trzeba żadnych innych torów oprócz torów głównych zasadniczych. Na linji jednotorowej wystarcza peron z jednej strony, na linjach dwutorowych albo peron wyspowy między torami (fig. 282), albo też dwa perony, jeden zewnątrz torów od strony poczekalni, drugi wewnątrz torów (fig. 283), albo wreszcie oba perony nazewnątrz torów naprzeciw siebie lub przesunięte (fig. 284 i 285), przyczem poczekalnia i sprzedaż biletów urządzone są osobno przy każdym peronie lub też tylko przy jednym. Komunikacja między peronami zapomocą przejść pod lub nad torami, przy niezbyt znacznym ruchu także w poziomie szyn w miejscach oznaczonych.

Fig. 286.

Fig. 287.

Fig. 288.

Fig. 289.

Mijanki. Oprócz toru głównego zasadniczego przynajmniej jeszcze jeden tor do krzyżowania względnie wyprzedzania pociągów. Tor mijankowy urządzony jako żeberko (tor martwy — fig. 286 i 287) niedogodny, gdyż powoduje stratę czasu z powodu koniecznego przestawiania pociągu. Unika się tego przez obustronne połączenie toru mijankowego z torem głównym zasadniczym (fig. 288 i 289). Na linjach dwutorowych można urządzić jeden tor prześcigowy zewnątrz torów głównych zasadniczych (fig. 290) lub wewnątrz torów (fig. 291); w ostatnim wypadku unika się przecięcia drogi pociągowi zdążającemu po torze leżącym obok toru prześcigowego, oba tory główne zasadnicze muszą jednak być w obrębie mijanki odpowiednio rozstawione. Przy znaczniejszym ruchu trzeba conajmniej dwóch torów prześcigowych (fig. 292 i 293), po tej samej stronie torów zasadniczych lub, aby uniknąć przecięcia dróg, tory prześcigowe po obu stronach torów głównych zasadniczych (fig. 294), tem więcej, że na mijankach niema magazynów, korzyść więc wynikająca z ułożenia obu torów mijankowych po stronie magazynu nie wchodzi tu w rachubę. Aby na wypadek zamknięcia jednego toru na szlaku umożliwić między dwoma mijankami, względnie stacjami, utrzymanie ruchu po jednym torze, a zatem przejście z ruchu dwutorowego na jednotorowy, jeżeli tory mijankowe nie mają przynajmniej z jednej strony wspólnej drogi zwrotniczej, dobrze jest ułożyć z jednej strony — lepiej z obu stron — rozjazdy umożliwiające przejście z jednego toru głównego zasadniczego na drugi.

Fig. 290.

Fig. 291.

Fig. 292.

Fig. 293.

Fig. 294.

Na wypadek koniecznego odczepienia od pociągu wagonu uszkodzonego wskazane jest wykonać na mijance żeberko na długość jednego lub dwu wagonów. Długość torów mijankowych musi odpowiadać największej długości pociągów kursujących.

Stacje dla ruchu osobowego i towarowego wymagają oprócz torów głównych zasadniczych i dodatkowych także szeregu torów bocznych, a mianowicie:

torów zapasowych dla wagonów odczepionych na stacji lub dla wagonów, które mają być doczepione do pociągów,

torów przetokowych wraz z torami wyciągowemi do przetaczania i zestawiania pociągów,

torów objazdowych do przestawiania wagonów z jednego końca stacji na drugi i do jazd parowozów od pociągów do parowozowni i odwrotnie,

torów do węglowni, żórawi wodnych i innych urządzeń,

torów ładunkowych.

Zależnie od znaczenia stacji potrzeba wszystkich tych grup torów lub tylko niektórych z nich w większej lub mniejszej ilości. Na stacjach małych o słabym ruchu towarowym wystarczy obok torów głównych zasadniczych i dodatkowych (mijankowych) jeszcze jeden tor magazynowy, ewentualnie i tor zapasowy (odstawczy — fig. 295). Na stacjach o silniejszym ruchu zajdzie potrzeba pomnożenia ilości torów, ich specjalizacji, ułożenia torów wyciągowych z jednej lub z obu stron stacji, zazwyczaj w przedłużeniu torów mijankowych, aby przy przetaczaniu wagonów uniknąć wyciągania ich na tory główne zasadnicze, zwłaszcza na linjach o silnym ruchu. Rozmieszczenie

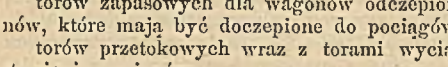


Fig. 295.

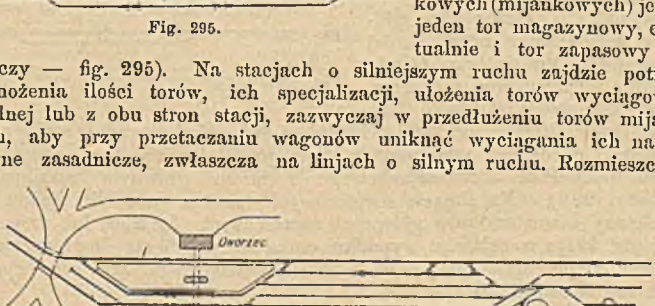


Fig. 296.

Fig. 297.

Fig. 298.

torów różnych grup względem siebie zależy od przewidywanej pracy stacji i od warunków miejscowych. Tory prześcigowe dla pociągów towarowych umieszcza się zwykle po tej stronie, po której urządzenia dla ruchu towarowego: przy ułożeniu torów prześcigowych towarowych wewnątrz torów głównych zasadniczych (fig. 296) unika się przecinania jednego z torów głównych zasadniczych przy wjeździe lub wyjeździe pociągów towarowych. Urządzenia dla ruchu towarowego i osobowego albo po tej samej stronie torów głównych zasadniczych (fig. 297 i 298), dogodne dla mieszkańców danej miejscowości, korzystne dla rozwoju stacji, wymaga jednak znacznej długości równi stacyjnej, — albo po przeciwnych stronach (fig. 299), co daje lepszy rozdział

ruchu osobowego od towarowego, natomiast utrudnia rozwój stacji w przyszłości. W wielkich stacjach, w centrach handlowo-przemysłowych, w węzłach, gdzie zbiega się więcej linij kolejowych, wzrasta ilość torów i ich specjalizacja, tworzą się niejako osobne stacje osobowe, postojowe, towarowe, przetokowe (rozrządowe), różnie względem siebie rozmieszczone, zawsze odpowiednio ze sobą połączone dla umożliwienia wymiany wagonów.

Urządzenia dla ruchu osobowego. Dworzec osobowy stosuje się co do wielkości i urządzenia do nasilenia ruchu w danej stacji, do rodzaju ruchu (daleki i podmiejski), do formy stacji, czy czołowa, czy węzłowa, pograniczna lub końcowa, itp. warunków.

Plac dojazdowy przed dworcem odpowiednio obszerny, aby umożliwić postój podwód, w każdym razie nie węższy niż 10—12 *m*. Na większych stacjach obok wyjścia z dworca miejsca obszerne dla postoju dorożek. Plac dojazdowy i wejście do dworca albo w poziomie szyn, albo niżej lub wyżej tego poziomu. Gdy plac dojazdowy i szyny leżą w tym samym poziomie, dojścia do peronów na dworcach czołowych dadzą się urządzić tak, aby podróżni nie przechodzili przez tory; w stacjach przechodowych o słabszym ruchu przejście do peronów przez tory; w stacjach

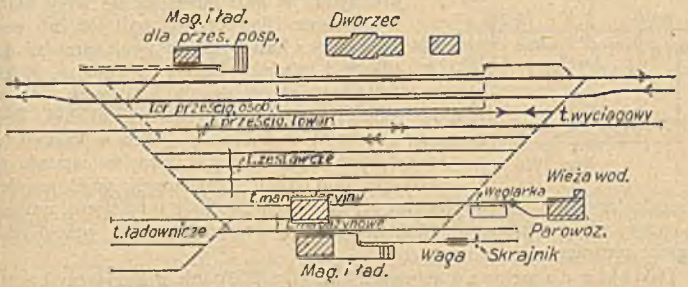


Fig. 299.

o silnym ruchu dojścia do peronów pod torami (3—4 *m* niżej), rzadziej nad torami (6—7 *m* wyżej), w jednym i drugim wypadku przy dojściu do peronów mamy spadki stracone. Gdy tory leżą wyżej wejścia do dworca, dojścia do peronów pod torami bez spadków straconych, w budynku wtedy w poziomie peronów pomieszczenia służbowe, na dole kasy, poczekalnie, restauracje itp. urządzenia dla podróżnych. Na dworcach czołowych można i pomieszczenia dla podróżnych urządzić w wysokości torów, gdyż dojście do peronów odbywa się tu bez przechodzenia przez szyny i bez spadków straconych. Na stacjach, w których tory leżą niżej wejścia do dworca, pomieszczenia dla podróżnych i kasy w wysokości dojazdu, a w poziomie torów urządza się od strony peronów pomieszczenia służbowe; dojścia do peronów ponad torami.

Pomieszczenia w dworcu można podzielić na nast. grupy: pomieszczenia do użytku i wygody podróżnych (poczekalnie, bufety, restauracje, ustępy, umywalnie, fryzjernie, kantory wymiany, sprzedaż książek i dzienników itp.); pomieszczenia potrzebne do wykonywania służby handlowej (kasy osobowe, bagażowe, przechowalnie bagażu itp.); pomieszczenia służbowe (biura ruchu i telegrafu, zawiadowcy stacji; poczekalnie dla konduktorów, pokoje noclegowe, portjernie itp.); pomieszczenia dla poczty, policji; pomieszczenia potrzebne dla restauratora, często także mieszkania dla pracowników.

Urządzenia dla podróżnych. Najprostsze na przystankach. Zw. wystarcza poczekalnia na peronie, najczęściej wspólna dla podróżnych wszystkich klas; przy niej bezpośrednio kasa osobowa, jeżeli sprzedaż biletów

odbywa się na przystanku, a nie w pociągu. Na stacjach małych bywają zw. dwie poczekalnie, wspólna dla podróżnych klasy I i II, oddzielna dla podróżnych klasy III. Dojście do kasy osobowej i bagażowej (na stacjach o słabym ruchu będzie to kasa wspólna) w sieni, wyjątkowo w poczekalni. Z pomieszczeń służbowych wystarczy zw. jedno biuro wspólne dla dyżurnego i telegrafu, oraz biuro dla zawiadowcy stacji.

W miarę zwiększonego ruchu na stacji wzrasta ilość pomieszczeń tak dla użytku podróżnych, jak i do celów służbowych. Pomieszczenia te należy rozmieścić względem siebie celowo i przejrzyście. Kasy biletowe i bagażowe tuż u wejścia do dworca, więc dostępne z sieni, wzgl. z westybulu, poczekalnie i restauracje w pobliżu kas, ustępy blisko poczekalni. Ruch przyjezdnych i odjeżdżających w stacjach o silnym ruchu skierować tak, aby unikać krzyżowania tych dwóch fal przeciwnych. Fryzjernie, umywalnie i przechowalnie bagażu w pobliżu wyjścia z peronów.

Hala (westybul, sień) bywa różnych rozmiarów, zależnie od natężenia ruchu, od zupełnie małych sieni do rozległych hal. Wejście zw. przez przedsionek dla ochrony od zimna podróżnych, gromadzących się w hali. Hala wejściowa obszerna i dobrze oświetlona, częstokroć w hali ławki dla podróżnych. W hali mieszczą się kasy osobowe i bagażowe (fig. 300), w hali też lub wzdłuż korytarzy z hali wychodzących sprzedaż dzienników i książek, kantory wymiany, sprzedaż tytoniu, czasem poczta i telegraf. W większych dworcach bywa więcej hal, osobna z kasami osobowemi, osobna z kasami bagażowemi, osobna wyjściowa; ta ostatnia może być mniejsza od wejściowej, gdyż przyjezdni krócej zatrzymują się na dworcu. O ile są osobne hale wyjściowe, umieszcza się przy nich wydawanie bagażu, fryzjernie, umywalnie, przechowalnie bagażu ręcznego.

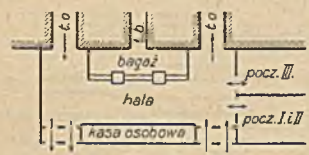


Fig. 300.

Dojścia do peronu wprost z hali (fig. 300) lub z korytarzy bocznych (fig. 301) albo także z poczekalni, strzeżone celem rewizji biletów. Najmniej personelu potrzeba do strzeżenia dojść peronowych przy wejściach wprost z hali.

Kasy osobowe. W małych stacjach wystarcza jedna. W większych więcej kas oddzielnych dla różnych klas (I i II zwykle razem), dla

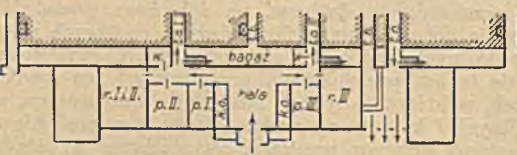


Fig. 301.

Fig. 302.

różnych kierunków, także dla różnych pociągów, oddzielnie dla dalekobieżnych, oddzielnie dla podmiejskich; także kasy rezerwowe dla wzmożonego ruchu świątecznego. Jeżeli każdy z kasjerów ma swoją kasę, upraszcza to rozliczenie się i unika się zdawania kas. Kasy w hali blisko wejścia obok siebie (fig. 301); poszczególne okienka oddzielone ściankami w odstępach około 2 *m*. Dostęp do kasy tak urządzony, aby do okienka dostąpić mogły tylko poszczególne osoby (fig. 302). Szerokość dojścia do okienka 0,6—0,7 *m*. Dla biletów peronowych i dla relacyj masowo używanych nieraz automaty kasowe.

Kasy bagażowe w małych stacjach połączone z kasami osobowemi, w większych osobne. Stół bagażowy o wys. 0,7—0,8 *m*, a szer. 0,8—1,20 *m*

tuż przy kasie, która posiada od przodu okno kasowe, z boku okienko do porozumiewania się z wagowym; za stołem waga bagażowa. W stacjach o większym ruchu dwie lub więcej kas bagażowych (fig. 303) dla różnych kierunków. W podrzędnych stacjach wydaje się bagaż na peronie, w stacjach większych w hali wyjściowej, gdzie często obok wydawania bagażu mieści się także kasa bagażowa, aby ułatwić dalsze nadanie bagażu. Miejsca nadawania, przyjmowania i wydawania bagażu połączone osobnem dojściem z peronami (tunele bagażowe).

Przechowalnie dla bagażu ręcznego, opatrzone w stelaże i wieszadła, winny być obszerne celem szybkiego wyszukania bagażu, mieć dwa okna, jedno do przyjmowania, drugie do wydawania. Przy osobnych halach wejściowych i wyjściowych często dwie przechowalnie, po jednej w każdej hali.

Poczekalnie i restauracje. Na przystankach osobowych zw. jedna poczekalnia, często otwarta zupełnie od strony peronu, na małych stacjach zw. dwie poczekalnie, jedna dla podróżnych I i II klasy, druga dla podróżnych klasy III, ewentualnie i IV; na stacjach większych, węzłowych, zwłaszcza w wielkich miastach osobne poczekalnie dla poszczególnych klas, czasem także oddzielne dla niepalących i dla kobiet. Rozmieszczenie pocze-

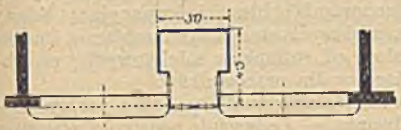


Fig. 303.

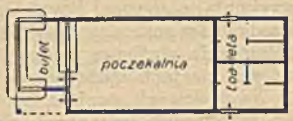


Fig. 304.

kalni i ich wielkość zależne od ilości podróżujących osób, oraz od wielkości miejsca, przeznaczonego na dworzec; także od tego, czy dostęp do poczekalni dozwolony tylko podróżnym z biletami, czy też poczekalnie nieobjęte zamknięciem peronowem. W pierwszym wypadku poczekalnie mniejsze, wtedy jednak kasy biletowe muszą być stale otwarte, możliwe jest to więc na stacjach wielkich o silnym ruchu. Na stacjach, w których istnieją osobne hale wejściowe i osobne wyjściowe, urządza się czasem przy tych ostatnich poczekalnię dla osób oczekujących podróżnych. Wejście do poczekalni na stacjach mniejszych czasem wprost z placu dojazdowego, częściej z sieni, na stacjach większych z hali lub korytarzy bocznych, wychodzących z hali (fig. 301). Poczekalnie ugrupowane albo obok siebie (fig. 300), albo poczekalnie klasy I i II z jednej strony hali, poczekalnie klasy III z drugiej strony. Na wielkich stacjach o licznych torach dla pociągów osobowych przy dostępie do peronów pod lub nad torami, nieraz także na peronach małe poczekalnie wraz z bufetem (fig. 304). W większych miastach urządza się często w dworcach osobne salony na wypadek przejazdu dostojników. Salony takie, urządzone wytwornie, mają osobne dojście tak od strony dojazdu jak i peronów; gdy tory leżą wyżej od dojazdu, urządza się często od strony dojazdu rampę wjazdową, aby uniknąć wstępowania po schodach; obok salonu zwykle poczekalnie dla świty, umywalnie, miejsca dla ułożenia bagażu itp.

W środowiskach przemysłowych, gdy w pewnych dniach tygodnia podróżuje znaczna ilość robotników, urządza się nieraz osobne poczekalnie robotnicze zw. tuż obok dworca.

Na stacjach średnich bufety w poczekalniach, na większych stacjach osobne sale restauracyjne oddzielne dla klasy I i II i oddzielne dla klasy III, umieszczone tuż obok odp. poczekalni. Wielkość sal restauracyjnych i ich położenie względem zamknięcia peronowego określa się jak dla poczekalni. W stacjach większych o peronach, dostępnych tylko pod lub nad torami, umieszcza się często bufety także na peronach dla wygody podróżnych, przejeżdżających przez stację. Tuż obok restauracyj i bufetów (czasem na dol-

nem lub górnem piętrze) kuchnia, obok niej izba do mycia naczyń, śpiżarnie, pomieszczenia dla służby restauracyjnej, często także mieszkanie restauratora; dostęp do tych pomieszczeń oddzielny od wejść przeznaczonych dla podróżnych.

Pomieszczenia służbowe. W budynku dworcowym znajduje się też najczęściej biuro dyżurnego i telegraf służbowy, na małych stacjach we wspólnej izbie, na stacjach większych osobne biuro dyżurnego i osobne pomieszczenie dla telegrafu, zawsze jednak bezpośrednio obok siebie położone i ze sobą połączone, z bezpośredniem wyjściem na peron. W pobliżu biura dyżurnego poczekalnie dla konduktorów, oczekujących na objęcie służby lub przygotowujących raporty przy zdaniu służby. Nadto biuro zawiadowcy stacji i inne biura stacyjne w ilości zależnej od pracy stacji. Jeżeli wymienione biura pomieszcza się w osobnym budynku, to tuż obok dworca, aby były łatwo dostępne dla podróżnych. Na stacjach węzłowych u zbiegu linij, należących do różnych zarządów kolejowych, z których każdy prowadzi służbę ruchu oddzielnie dla siebie, osobne biura dla każdego zarządu, ale dla łatwiejszego porozumienia położone możliwie blisko obok siebie. Z innych pomieszczeń służbowych trzeba przewidzieć w dworcu portjernię, w której w stacjach średnich bez osobnych przechowalni dla bagażu ręcznego, przyjmują zazwyczaj bagaż do przechowania; biura informacyjne; składy przedmiotów znalezionych (tylko na większych stacjach); lampiarnie itp. pomieszczenia służbowe w ilości zależnej od stosunków miejscowych; na niektórych stacjach także pokoje noclegowe dla pracowników.

Na większych stacjach pomieszczenia służbowe dla policji i poczty, czasem w osobnych budynkach obok dworca. — Ładowanie poczty do wagonów pocztowych najczęściej z peronów osobowych lub bagażowych, na wielkich stacjach o silnym ruchu pocztowym także osobny budynek pocztowy z potrzebnemi torami do naładunku wagonów pocztowych.

Na stacjach pogranicznych uwzględnia się także potrzeby służby celnej i policyjnej, więc hale dla rewizji bagażu i paszportów, kasa cłowa, pokoje dla rewizji osobistej, osobne dla mężczyzn i kobiet. Hale rewizyjne obszerne, aby rewizje odbywać szybko; na stacjach pogranicznych wspólnych, na których oba państwa sąsiednie odbywają rewizję celną, albo dwie hale rewizyjne, każda do użytku jednego zarządu celnego, albo wspólna hala naprzemian używana; kasy i biura celne obok hali oddzielne dla każdego z zarządów.

Ustępy osobne dla mężczyzn i kobiet, ale obok siebie dla zaoszczędzenia dołów kloacznych i instalacji. Na mniejszych stacjach zw. osobne obok dworca, na stacjach większych przy hali lub w korytarzu w pobliżu poczekalni. Na większych dworcach więcej grup ustępów w różnych miejscach, także przy fryzjerniach i umywalniach. Na stacjach, w których istnieje zamknięcie peronowe, wskazane jest oprócz ustępów przy poczekalniach w części dworca dostępnej dla wszystkich, urządzić także ustępy dostępne z peronu. Na większych stacjach ustępy wszystkie lub część ich zamykane, dozorowane stale i utrzymywane w czystości przez osobnego pracownika, dla którego trzeba obok przewidzieć osobne pomieszczenie. Niezależnie od ustępów dla podróżnych, osobne ustępy dla służby stacyjnej, dla służby restauracyjnej i mieszkań w dworcu umieszczonych.

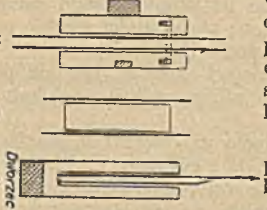


Fig. 305.

Często w dworcach także mieszkania dla pracowników; dostęp i klatki schodowe do mieszkań oddzielne od wejść dla podróżnych.

Perony do ułatwienia wsiadania i wysiadania podróżnych; zewnętrzne (fig. 305 *a*), międzytorowe (wyspowe — fig. 305 *b*). Na stacjach czołowych perony zewnętrzne i międzytorowe połączone zazwyczaj peronem poprzecznym

(fig. 305 *c*), co umożliwia dostęp do peronów w tym samym poziomie bez przekraczania torów.

Perony osobowe służą przeważnie równocześnie jako perony bagażowe i dla poczty, tylko na stacjach o znacznym ruchu podróżnych urządza się dla bagażu i poczty osobne perony (fig. 306 — dworzec lwowski główny).

Na stacjach o słabym ruchu pociągów dostęp do peronów przez tory, przy znacznej ilości pociągów dostęp zapomocą kładek nad torami, lub, co częściej, tunelami popod tory; dla bagażu i poczty osobne tunele. Wysokość tunelu od 2,2 *m*, szerokość kładek lub tuneli osobowych od 2,5 *m*, bagażowe szersze, zw. 3,0—6,0 *m*.

Szerokość peronów zależy od ilości podróżnych; perony zewnętrzne najmniej 3 *m* szerokie, peron główny od strony dworca zw. szerszy,

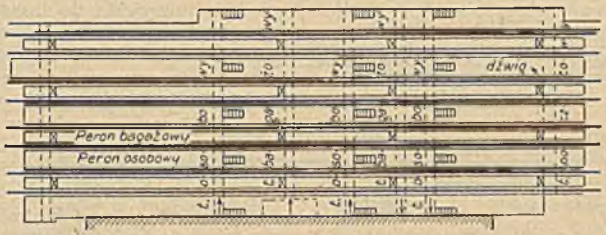


Fig. 306.

Fig. 307.

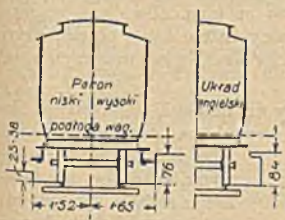


Fig. 308.

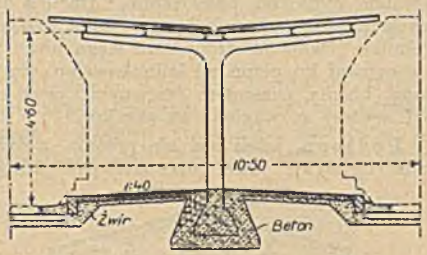


Fig. 309.

na długości dworca około 8 *m*. Odległość osi torów, między któremi umieszcza się perony wyspowe, wynosi dla peronów jednostronnych najmniej 6 *m*, dla peronów dwustronnych najmniej 9 *m*, dla peronów bagażowych około 7 *m*. Długość peronów zależy od długości pociągów osobowych i wynosi od 100 do 300 *m*.

Przy niewielkiej ilości podróżnych urządza się perony przez nadsypanie piasku lub żwirku do wysokości około 20 *cm* ponad szyny (fig. 307), przy większej ilości podróżnych ujmuje się peron w krawężniki z kamienia, drzewa, starych szyn itp. Odnośnie do wysokości i odstępu krawędzi peronów od środka toru obowiązują postanowienia przyjętej skrajni; perony niskie wznoszą się 20—38 *cm* nad szynę przy odstępie krawędzi peronu od środka toru 1,52 *m*; perony wysokie 76 *cm* (także więcej, prawie do wysokości podłogi wagonu) przy odstępie krawędzi peronu od osi toru 1,65 *m* (fig. 308).

Wysokie perony dla podróżnych są dogodniejsze, utrudniają jednak rewizję kół i osi. Przy dostępie do peronów przez tory urządza się tylko perony niskie do 25 *cm* nad szynę, a dla przejazdu wózków z bagażami i pocztą w miejscach stosownych przejazdy przez tory.

Nawierzchnia peronów z żwirku, drzewa, płyt, betonu, asfaltu, klinkierów itp., z małem pochyleniem poprzecznem 2—5% dla odwodnienia. Na większych stacjach perony przykrywa się dachami na słupach (fig. 309) lub wiatami. Na peronach ławki dla podróżnych, na wyspowych czasem bufety i małe poczekalnie. Na peronach lub w pobliżu peronów urządzenia z wodą do picia.

Urządzenia dla ruchu towarowego. 1. Magazyny do przechowania przesyłek drobnych i ochrony ich od wpływów atmosferycznych od chwili przyjęcia do czasu załadowania do wagonów, wzgl. od chwili wyładowania z wagonów do czasu wydania przesyłki. Na stacjach o słabym ruchu towarowym wspólny magazyn dla towarów wysyłanych i nadchodzących; na stacjach większych osobne magazyny dla każdego z wymienionych rodzajów przesyłek. Na małych stacjach, na których jeden urzędnik pełni służbę ruchu i handlową, magazyn towarowy urządza się w pobliżu dworca, nawet można go połączyć bezpośrednio z dworcem (fig. 310 i 311).

Fig. 310.

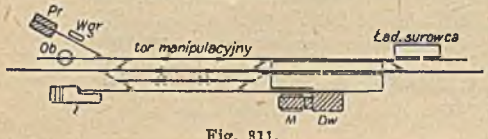


Fig. 311.

Magazyny z cegły, kamienia, betonu, żelbetu lub z drzewa na podmurowaniu. W murowanych ściany od wnętrza zwyczajnie do wysokości 1,5—2,0 *m* nad podłogą wyłożone są deskami dla ochrony murów przed uszkodzeniem ciężkiemi przesyłkami. Dach z drzewa lub z żelaza, okap silnie wystający, aby chronić towary przed deszczem podczas naładunku lub wyładunku. Okap od strony toru sięga nieco poza oś toru, aby dach wagonu nie ociekał ku peronowi ładunkowemu; korzystny zatem dach płaski, kryty papą, blachą, cementem drzewnym; przy kryciu dachówką magazyn musi być wyższy ze względu na skrajnię.

Podłoga, jeżeli pod nią próżnia, z dyliny na belkach podpartych filarami (fig. 312); jeżeli przestrzeń pod podłogą wysypana, podłoga z desek, płyt lub kostek kamiennych, pieńków na betonie, z asfaltu lub betonu; ten ostatni ściera się pod wózkami, dobrze więc dodać do zaprawy cementowej opiłek żelaznych. Piwnice pod magazynami, przesklepione lub przykryte konstrukcją żelbetową, urządza się rzadko.

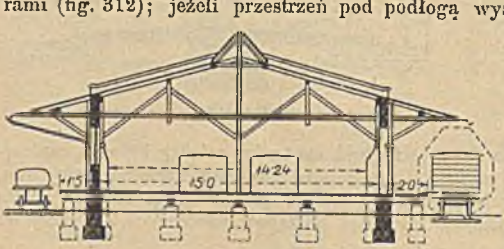


Fig. 312.

Bramy najczęściej zasuwane z drzewa lub żelaza, szerokie 2,5—3,0 *m*, wysokie 2,8—3,5 *m*, w odstępach równych długości wagonów 8—9 *m*.

Okna żelazne, dobrze zabezpieczone przed włamaniem, umieszczone wysoko, aby można towary pod ścianą wysoko układać. W magazynach szerszych oświetlenie boczne zapomocą okien, umieszczonych wysoko, przy silnie wystającym okapie niedostateczne, więc dodaje się oświetlenie górne.

Szerokość magazynów dla małych stacyj 6—8 *m*, dla średnich 8—12 *m*, dla dużych ponad 12 *m*, rzadko więcej niż 20 *m*. Wysokość magazynu około 4 *m*. Długość zależna od ilości przesyłek, na małych stacjach wystarczy magazyn o jednej bramie, o długości 6—8 *m*, w miarę znaczenia stacji zwiększa się długość magazynu, rzadko jednak ponad 100 *m*; lepiej więcej magazynów krótszych. Długie magazyny dzieli się zwykle wewnątrz ścianami wychodzącemi ponad dach. Część magazynu przeznacza się dla towarów przychodzących, część dla wysyłanych; zamiast długiego magazynu wspólnego, korzystniej osobne magazyny dla każdego z tych rodzajów przesyłek. Bywają także magazyny piętrowe, zwłaszcza, gdy tory i dojazd w różnych poziomach; piętra łączy się ze sobą dźwigami.

Wymiary powierzchni magazynów zależą od nasilenia ruchu towarowego, od rodzaju towarów przewożonych (ciężar gatunkowy, kształt) i od czasu przechowywania towarów w magazynie bez opłaty składowego. Uwzględnia się także powierzchnię niezajętą pod przesyłki, a potrzebną do przejazdu wózków magazynowych i przejść, szerokość tych chodników od 1 do 2 *m*. Przeciętnie potrzeba dla złożenia w magazynie:

1 *t* maszyn, żelaza, miedzi, ołowiu itp.	1,0— 2,0 m^2
1 *t* cieczy w beczkach	4,5— 5,0 m^2
1 *t* zboża, mąki w workach	2,5— 3,0 m^2
1 *t* towarów kolonjalnych	4,0— 5,0 m^2
1 *t* chemikalij	5,0— 6,0 m^2
1 *t* mebli, wełny, skrzyń próżnych	10,0—20,0 m^2

średnio na każdą tonnę towaru przechodzącego dziennie przez magazyn wypada 10—20 m^2 powierzchni, wliczając w to już powierzchnie potrzebne na chodniki dla przejść i wózków maszynowych. Magazyny dla przesyłek wysyłanych mniejsze niż dla przesyłek nadchodzących.

Do załatwienia formalności przy przyjmowaniu względnie wydawaniu przesyłek wystarcza przy magazynach małych mała kancelarja, urządzona wewnątrz magazynów; przy magazynach większych potrzebny cały szereg biur i kas, umieszczonych najcz. w budynku przytykającym do magazynów.

Z jednej strony magazynu dochodzą do niego tory ładunkowe, z drugiej strony droga dojazdowa. Bywają także magazyny, w których tor ładunkowy leży wewnątrz magazynu, a droga dojazdowa zewnątrz lub przeciwnie, albo też i tor i droga wewnątrz magazynu (fig. 313 i 314). Odnośnie do położenia

Fig. 313.

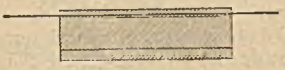


Fig. 314.

Fig. 315.

Fig. 316.

Fig. 317.

magazynu względem torów magazynowych i kształtu peronów ładunkowych może magazyn leżeć *a*) wzdłuż toru (fig. 315), albo *b*) tory magazynowe dochodzą prostopadle do magazynu, a peron ładunkowy obejmuje w formie zębów tory ładunkowe, połączone z torami podawczemi zapomocą obrotnic (fig. 316) lub zwrotnic (fig. 317), albo *c*) tor magazynowy zapomocą zwrotnic rozdziela się na szereg torów ładunkowych krótkich, dochodzących do pe-

ronów ładunkowych, urządzonych w formie zębów piły (fig. 318 i 319) lub półwyspów (fig. 320).

Przy osobnych magazynach dla przesyłek nadchodzących i wysyłanych urządza się je albo wzdłuż tego samego toru jedne za drugiemi, albo leżą one obok różnych torów, często naprzeciw siebie, a między nie podchodzą tory magazynowe (fig. 321), albo też droga dojazdowa wspólna leży między magazynami, a tory magazynowe nazewnątrz (fig. 322 i 323).

Peron ładunkowy (fig. 324) w wysokości równej z podłogą magazynu, od strony toru 1,10 *m* ponad górną krawędzią szyny, a odstęp zewnętrznej krawędzi peronu od osi toru 1,65 *m*; od strony drogi dojazdowej wysokość peronu nad nawierzchnią drogi zależy od wymiaru używanych wozów, wynosi od 0,8 do 1,10 *m*. Perony ładunkowe od strony toru szerokie 1—2 *m* biegną nieprzerwanie wzdłuż magazynu, gdyż ze względu na różne długości wagonów niezawsze można je tak podstawić pod bramy, aby uniknąć wożenia ładunku wzdłuż peronów; od strony drogi mogą być perony węższe około 1 *m* i mogą być przerywane, ponieważ wozem można zawsze zajechać pod bramę. Czasem od strony drogi perony ładunkowe opuszcza się zupełnie.

Szerokość drogi dojazdowej do magazynów i ładowni conajmniej 6 *m*, gdy magazyny i ładownie leżą z jednej strony drogi, przynajmniej 12 *m*, gdy położone obustronnie; przy silnym ruchu towarowym szerokości większe, przynajmniej 8,5, wzgl. 17 *m*; jeżeli droga wąska osobne place do nawracania. Na stacjach o silnym ruchu towarowym wskazane jest dojazdy do stacji towarowej tak prowadzić, aby nie przechodziły obok dworca osobowego.

Dla materjałów łatwopalnych osobne magazyny i ładownie oddalone od innych budowli i miejsc ładunkowych.

2. Ładownie dla ułatwienia załadunku przedmiotów ciężkich, pojazdów, zwierząt itp.; otwarte lub kryte dachem; umieszcza się je albo oddzielnie w pobliżu magazynów albo bezpośrednio przy magazynach. Ładownie są albo boczne wzdłuż toru ładunkowego (fig. 325), albo czołowe, będące zakończeniem żeberka (fig. 326), zwłaszcza dla ładowania lub wyładowania pojazdów, lub wreszcie kombinuje się ładownię boczną z czołową (fig. 327).

Wysokość ładowni bocznej nad szyną wzgl. nad dojazdem zasadniczo taka, jak peronów ładunkowych przy magazynach; przy ładowniach czołowych górna krawędź ładowni 1,235 *m* nad szyną, aby zderzaki nie wystawały nad ładownią. Przy ładowniach czołowych ochrania się mur przed uderzeniem wagonu np. zapomocą belki utwierdzonej w wysokości zderzaków. Wysokość ładowni specjalnych dla pewnego gatunku towarów można dostosować do wymiarów odnośnych wagonów specjalnych.

Odstęp ładowni od osi toru 1,65 *m*, jak przy peronach magazynowych.

Szerokość ładowni od 5 do 10 *m*. Długość różna, dla długiego drzewa minimum 30 *m*; ładownie dla celów wojskowych długie, aby można naraz wyładować dużą ilość wagonów.

Wyjazd na ładownię z jednej lub z obu stron o nachyleniu 1 : 20 do 1 : 12, albo też ładownia na całej długości od strony dojazdu łagodnie zeskarpowana, sposób stosowany często przy ładowniach dla drzewa łączących się z placem składowym (fig. 328) i przy ładowniach dla zwierząt; ładownie wyłącznie dla wysyłki drzewa czasem lekko pochylone ku torowi.

Ładownie najczęściej murowane (fig. 329) z kamienia, cegły lub betonu, rzadziej drewniane; krawężniki z kamienia lub betonu, także z drzewa, chronione często kątownikiem. Nawierzchnia ładowni dla większych ciężarów z bruku kamiennego, zresztą żwirowana na pokładzie kamiennym lub bez. Ważną rzeczą jest odwodnienie. Na małych stacjach zamiast ładowni stałych używane także ładownie przenośne (fig. 330).

Ładownie dla zwierząt w stacjach, w których odbywa się regularnie ładowanie większej ilości. Powierzchnia górna nieprzepuszczalna

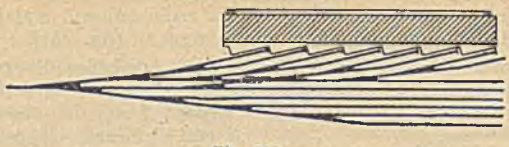


Fig. 318.

Fig. 319.

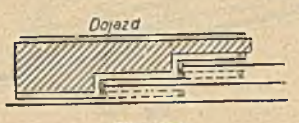


Fig. 320.

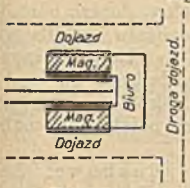


Fig. 321.

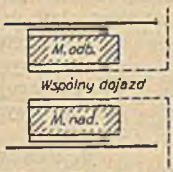


Fig. 322.

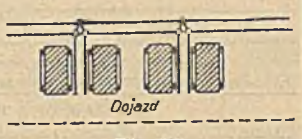


Fig. 323.

Fig. 324.

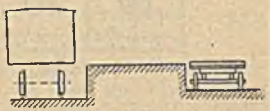


Fig. 325.

Fig. 326.

Fig. 327.

Fig. 328.

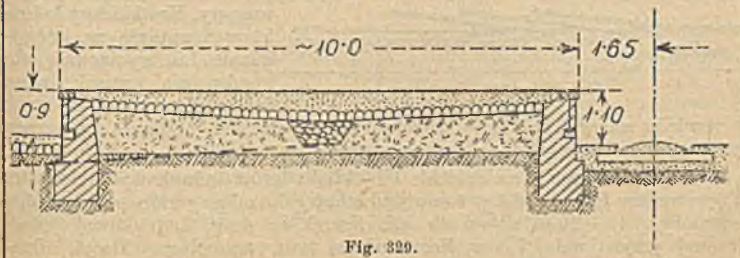


Fig. 329.

i dobrze odwodniona; do ładowania piętra górnego wagonu ustawia się na ładowni stałej ładownię przenośną lub też część ładowni stałej podniesiona jest do wysokości podłogi górnego piętra wagonu (fig. 331).

Na ładowni lub bezpośrednio przy niej dziedzińce dla zwierząt ogrodzone (fig. 331 *a* i 331 *b*); dla bydła barjery z kółkami do uwiązania w odstępach 1 *m*, dla trzody chlewnej i gęsi ogrodzenie gęste. Dziedzińce

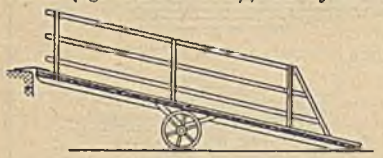


Fig. 330.

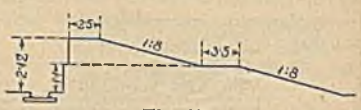


Fig. 331.

opatrzone w bramy, podłoga dziedzińców nieprzepuszczalna, dobrze odwodniona; koryta do karmienia i pojenia zwierząt obok dziedzińców, urządzenia do czyszczenia i odkażania wagonów z oczyszczalnikami dla wody odpływającej i składowiskiem na nawóz, wszystko należycie skanalizowane.

Fig. 331 *a*.

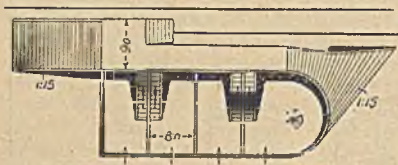


Fig. 331 *b*.

3. Place ładunkowe. Ładowanie, wzgl. wyładowanie przesyłek masowych (całowagonowych) wprost z wozów do wagonów i odwrotnie na osobnych torach. W stacjach małych wystarcza jeden taki tor często jako przedłużenie toru magazynowego. Gdzie niema osobnego parowozu przetokowego, dogodniejszy jest tor ładunkowy, połączony z innemi torami obustronnie; na stacjach większych urządza się takie tory dla ładunków całowagonowych zazwyczaj jako żeberka, połączone z torem podawczym zwrotnicami, rzadziej obrotnicami (fig. 332, 333, 334 i 335).

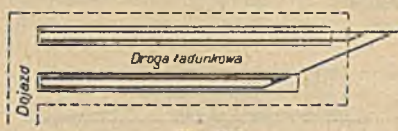


Fig. 332.

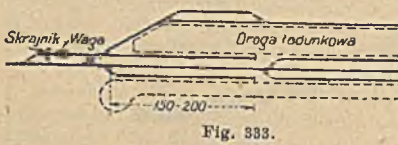


Fig. 333.

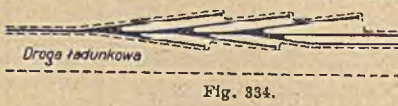


Fig. 334.

Łączna długość torów ładunkowych zależy od ilości równocześnie podstawianych wagonów i od tego, ile razy dziennie podstawia się, wzgl. wyciąga wagony. Krótkie tory ładunkowe dozwalają na podstawianie lub wyciąganie wagonów, nie przeszkadzając ładowaniu, wymagają jednak ze względu na większą ilość zwrotnic więcej miejsca. Długość użyteczna poszczególnych torów ładunkowych nie większa niż 200 *m*.

Drogi ładownicze zależnie od układu torów ładunkowych zewnątrz lub wewnątrz torów. Odstęp torów ładunkowych, między któremi leży droga ładunkowa, 15—20 *m* od osi do osi. Szerokość drogi ładunkowej jednostronnej przynajmniej 7,5 *m*, licząc od osi toru przyległego. Drogi ładunkowe w poziomie szyn, lepiej wzniesione do 20 *cm* ponad szynę (fig. 336),

o nawierzchni z bruku kamiennego, wzgl. żwirowane, zależnie od natężenia ruchu.

4. W stacjach o silnym ruchu towarowym różne urządzenia ładownicze do przyśpieszenia i uproszczenia ładowania. Dla towarów, jak ruda, węgiel, umieszcza się tory wyżej drogi ładowniczej, a skarpy torów ładunkowych brukuje się i po urządzonych równiach zsypuje się ładunek do wozów, albo też tory leżą na rusztowaniach nad drogą, a ładunek zsypuje

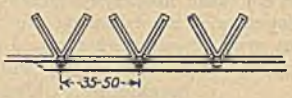


Fig. 335.

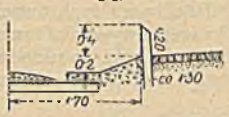


Fig. 336.

się do podstawionych na drodze wozów zapomocą lejków, lub wreszcie służą do tego różne inne urządzenia; do ładowania przedmiotów ciężkich używa się żórawi różnych konstrukcyj, stałych lub ruchomych.

Wagi pomostowe do ważenia wagonów tak urządzone, że przy opuszczonej wadze mogą po torze przebiegać wagony i parowozy bez uszkodzenia wagi; umieszcza się je w pobliżu torów dla ładug całowagonowych tak, aby ważenie nie przeszkadzało ładowaniu i odwrotnie.

Skrajniki do sprawdzania, czy ładunek nie wystaje poza przepisaną skrajnię, również w pobliżu torów ładunkowych, często na torze, na którym znajduje się waga.

5. Ogólny układ stacji towarowej. Urządzenia dla ruchu towarowego miejscowego możliwie z tej strony stacji, z której oczekuje się ładunków; magazyny, ładownie i tory dla ładug całowagonowych zgrupowane możliwie obok siebie; na stacjach małych w pobliżu dworca osobowego.

Na stacjach większych przeważają ładugi całowagonowe; place ładunkowe zatem winny być w dostatecznej ilości z dogodnemi dojazdami. Tory układa się w porządku dokonywanych na nich czynności; najbliżej torów głównych zasadniczych tory przyjazdowe i odjazdowe, następnie przetokowe, zapasowe i ładunkowe.

Na wielkich stacjach stacje przetokowe oddzielne od stacji towarowej miejscowej.

6. Stacje portowe. Przy niezbyt rozwiniętej wymianie ładunków między koleją, a portem wystarczy połączyć tory, ułożone na bulwarach portowych z sąsiednią stacją kolejową. Przy silnie rozwiniętym ruchu towarów z kolei na statki i odwrotnie w bezpośredniej bliskości portu osobna stacja przetokowa dla portu, której zadanie polega na odpowiedniem grupowaniu wagonów zdążających do portu i wagonów idących z portu na kolej. W pewnych okolicznościach stacja kolejowa towarowa może służyć równocześnie jako stacja portowa. Oprócz torów wjazdowych potrzebne tory do porządkowania wagonów według poszczególnych basenów i według poszczególnych miejsc ładunkowych i tory wyjazdowe. W większych portach potrzebne często osobne grupy torów przetokowych dla wagonów wysyłanych ku wybrzeżu i osobne dla wagonów z wybrzeża nadchodzących. Grupy torów powinny następować po sobie tak, aby unikać jazd powrotnych (fig. 337). Takie urządzenie wymaga znacznej długości, aby wszystkie grupy torów zmieścić przed odgałęzieniami do basenów, co niezawsze możliwe. W razie potrzeby osobne tory i urządzenia (magazyny, ładownie, wagi) dla służby celnej.

Fig. 337.

Do przeładowywania towarów z wagonów na statki i odwrotnie tor ładunkowy tuż przy brzegu; dłuższe tory ładunkowe dzieli się na odcinki, łącząc tor ładunkowy z obok położonym torem podawczym zwrotnicami (fig. 338); przy silnym ruchu często jeszcze trzeci tor zapasowy, połączony z tamtemi zwrotnicami lub przesuwnicami. Jeżeli przy tych torach urządza się także magazyny (składy, hangary) do przechowywania towarów, których nie przeładowuje się wprost z wagonów na statki, to układa się także przy magazynach tory od strony lądu i łączy z torami na brzegu zapomocą zwrotnic, przesuwnic lub obrotnic. Układ torów przy magazynach i składach dla towarów masowych zboża, węgla, rudy, musi być dostosowany do przyjętych urządzeń ładowniczych. Jeżeli na stacji portowej zestawia się wagony tylko według poszczególnych basenów, a rozdział wagonów według poszczególnych miejsc naładunkowych uskutecznia się dopiero na miejscu, to trzeba na wybrzeżu przewidzieć odpowiednie tory do przetaczania.

Fig. 338.

Fig. 339.

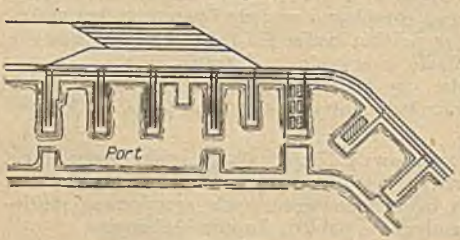


Fig. 340.

Dla szybkiego obiegu wagonów między portem, a koleją ważny jest celowy układ torów w porcie, co trzeba uwzględnić już przy projektowaniu portu. Korzystniejsze mola ukośne względem brzegu, gdyż dozwalają na łatwe połączenia torów zwrotnicami (fig. 339); mniej korzystne połączenie torów zapomocą obrotnic przy molach prostopadłych (fig. 340).

Urządzenia dla celów technicznych ruchu. 1. Stacje przetokowe. Urządzenia stacji do celów przetaczania wagonów i zestawiania pociągów zależy od znaczenia stacji i jej przewidywanej pracy. Na stacjach małych, gdzie idzie o odczepienie lub doczepienie poszczególnych wagonów, gdzie nieznaczne przetaczania dokonywa się parowozem pociągowym, niema specjalnych urządzeń do tego celu. Do odstawienia wagonów może służyć tor magazynowy lub sąsiedni tor boczny. Wyciąganie wagonów podczas przetaczania na tor główny za zwrotnicę wyjazdową dozwolone tylko na małych stacjach i na linjach o słabym ruchu. Na stacjach większych, na linjach o silniejszym ruchu, a na kolejach pierwszorzędnych nawet na stacjach o umiarkowanej pracy przetokowej umieszcza się osobne tory wyciągowe, połączone z torami bocznemi tak, aby ruch pociągów nie utrudniał przetaczania. W miarę wzrastania pracy przetokowej wzrasta ilość torów bocznych, potrzebnych do przetaczania i odstawiania wagonów. Na stacjach, na których przegrupowuje się i zestawia pociągi, potrzebna jest do tego celu znaczna ilość torów, które razem wzięte tworzą stację przetokową (rozrządową). Takie stacje zakłada się w połączeniu ze stacją towarową miejscową lub też jako stacje oddzielne. Na stacji przetokowej rozdziela się pociągi nadeszłe na grupę miejscową i przechodową (tranzytową), ewentualnie także i na zdawczą. Następnie grupę miejscową rozdziela się według miejsc ładunkowych; grupę przechodową w połączeniu z wagonami, załadowanemi na stacji towarowej miejscowej i z wagonami, otrzymanemi z naprawni i z bocznic, zestawia się w pociągi według kierunków, a wagony porządkowuje się według

następstwa stacji; tylko pociągi dalekobieżne, które nie przewożą wagonów do stacyj pośrednich i biegną w niezmienionym składzie do następnej stacji przetokowej, nie wymagają uporządkowania według następstwa stacyj.

Na stacji przetokowej potrzebne są zatem następujące grupy torów:

Tory wjazdowe (przyjazdowe), o długościach, przystosowanych do najdłuższych kursujących pociągów towarowych i w liczbie zależnej od natężenia ruchu; korzystnie jest tak je ułożyć, aby pociągi z nich można spychać bezpośrednio na tory kierunkowe. Inaczej trzeba ułożyć:

Tory wyciągowe, z których dopiero spycha się pociąg (lub pół pociągu) na tory kierunkowe; przy znacznej ilości pociągów do przetaczania trzeba często więcej torów wyciągowych, aby uniknąć dłuższych przerw w przegrupowaniu pociągów.

Tory kierunkowe, korzystne o długości nieco większej od długości pociągów. Ilość ich zależy od liczby kierunków; pod „kierunkiem“ rozumie się także grupę miejscową, wagony uszkodzone, próżne, przeznaczone do przeładunku, ewentualnie także rodzaje pociągów (dalekobieżne, lokalne) itp. Dla pociągów, które nie wymagają następnie porządkowania według stacyj, należy umożliwić wyjazd wprost z torów kierunkowych.

Tory porządkowe, do uszeregowania wagonów danego kierunku według stacji (miejscowych według miejsc ładunkowych, jeżeli porządkowanie to nie odbywa się na miejscowej stacji towarowej); długość ich zależy od wymagań ruchu 80—200 *m*, a ilość od ilości stacyj; dobrze dodać jeden tor więcej do odrzucenia wagonów, które zepchnięto fałszywie na dany kierunek. Dla zmniejszenia ilości torów można tory porządkowe założyć w dwóch grupach (fig. 341) o liczbie torów *m* i *n*, przez co można uporządkować wagony dla stacji *m* . *n*; ilość torów wtedy mniejsza, ale układ stacji dłuższy i wymaga ewentualnie jeszcze jednego grzbietu.

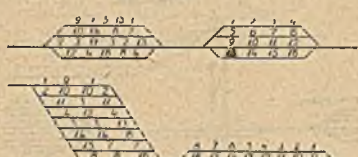


Fig. 341.

Tory wyjazdowe, do ustawiania pociągów uporządkowanych według stacyj, przygotowanych do odjazdu, o długości według długości pociągów, w ilości zależnej od natężenia ruchu, przynajmniej jeden dla każdego kierunku.

Przy słabym ruchu można ilość grup zmniejszyć, tory kierunkowe mogą służyć zarazem jako porządkowe, ewentualnie także jako wyjazdowe.

Oprócz torów dla tych grup głównych potrzebne są jeszcze tory objazdowe: dla parowozów, dla wagonów, których nie można staczać siłą ciężkości, do połączenia dwóch kierunków rozrządzania, tory przeładunkowe, tory dla wagonów, przeznaczonych dla naprawy najlepiej w pobliżu warsztatów pomocniczych parowozowni, tory do czyszczenia i odkażania wagonów, tory postojowe dla brankardów (korzystnie w pobliżu parowozowni), tory postojowe dla próżnych wagonów, ewentualnie tory zdawcze (na inne koleje).

Na małych stacjach przetokowych przetaczanie odbywa się parowozem przez odrzucanie wagonów, na większych używa się do przetaczania siły ciężkości:

a) Tor wyciągowy w spadku ku torom podziałowym, wagony wypchane na górę staczają się na tory podziałowe pod wpływem ciężkości. Zazwyczaj tor wyciągowy urządza się z grzbietem (fig. 342). Wznios grzbietu zależy od długości przebiegu wagonów i promieni łuków:

$$h_m = \frac{1}{1000}\left[w_o\, l + \Sigma\,(w_o + w_r)\, l_r\right]$$

(w_o opór jednostkowy na prostej w *kg/t*,
w_r opór dodatkowy z powodu łuku o promieniu r w *kg/t*,
l długość prostej w *m*,
l_r długość łuków o promieniu r w *m*).

Spadek toru ku torom podziałowym zw. z początku większy 20—40‰, według przepisów M.K. do 35‰, następnie mniejszy 7—10‰; zwrotnice torów podziałowych w spadku łagodnym około 5‰, pierwsze zwrotnice w razie potrzeby także w spadku grzbietu; tory podziałowe w poziomie lub lepiej w małym spadku 1—2,5‰. Spadek odwrotny grzbietu (od strony, z której parowóz wagony popycha) zależy od różnicy wysokości między grzbietem a torami przyległemi, według przepisów M.K. niewiększy niż 20‰. Między oba spadki przeciwne wstawia się krótką poziomą, wyokrąglenie załomów spadków przeciwnych promieniem przynajmniej 1000 *m*, spadków u podstawy grzbietu 2000 *m*. Często dwa grzbiety obok siebie, letni i zimowy, wyższy o 0,4—0,8 *m*, aby utrzymać sprawność grzbietu także przy zwiększonych oporach (fig. 343 i 344). Dla wagonów, wymagających ostrożnego przetaczania, tor objazdowy omijający grzbiet.

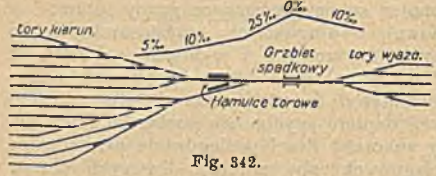


Fig. 342.

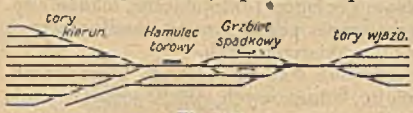


Fig. 343.

Fig. 344.

b) Cała stacja przetokowa ułożona w spadku ciągłym; średni spadek 7—10‰, różny w poszczególnych częściach stacji zależnie od mających się pokonać oporów; w miejscu, w którem następuje odprzęganie wagonów przed torami podziałowemi spadek mniejszy, albo nawet krótki, a łagodny (1‰) spadek odwrotny dla ułatwienia odprzęgania; na zwrotnicach lub tuż przed niemi spadek znaczniejszy dla przyśpieszenia biegu wagonu odczepionego. Spadek ciągły korzystny do zastosowania, gdy grupy torów leżą kolejno za sobą zwłaszcza, gdy staczanie może się odbywać wprost z torów wjazdowych.

Regulowanie biegu wagonów staczających się zapomocą hamulców torowych, zatrzymywanie zapomocą płozów hamujących.

Najkorzystniejszy układ stacji przetokowej, gdy poszczególne grupy torów następują po sobie w porządku, w jakim odbywa się rozrządzanie pociągów, a więc za torami wjazdowemi kierunkowe, następnie po-

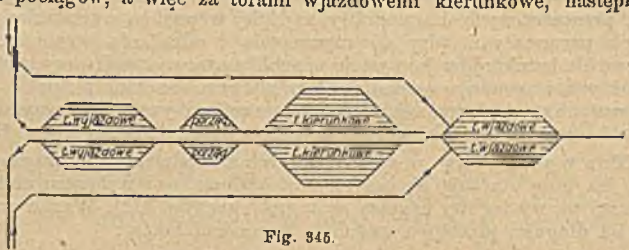


Fig. 345.

rządkowe, za niemi wyjazdowe; następstwo konieczne dla stacyj zakładanych w spadku ciągłym.

Na stacjach czołowych jeden kierunek rozrządzania (fig. 345), na stacjach przechodowych układa się tory albo w dwóch kierunkach rozrządzania (fig. 346), albo w jednym (fig. 347); w ostatnim wypadku albo dla każdego kierunku osobne grupy torów, albo wspólna grupa dla obu kierun-

ków; zależy to od wymagań ruchu, od warunków miejscowych, od układu torów przetokowych, wzgl. innych urządzeń stacyjnych i od warunków terenowych; te warunki zmuszą często do odstąpienia od wskazanego wyżej następstwa grup torów i do ułożenia grup poszczególnych obok siebie w różnych ugrupowaniach (np. fig. 348).

Odnośnie do położenia stacji przetokowej względem torów głównych zasadniczych, najkorzystniej ze względów ruchu założyć stację między torami głównemi zasadniczemi (fig. 346); unika się wtedy krzyżowania tych torów, tak przy wjeździe i wyjeździe pociągów, jak i przy odstawianiu wagonów z torów przetokowych jednego kierunku na kierunek drugi, natomiast tory główne zasadnicze okrążają stację przetokową i mogą utrudnić

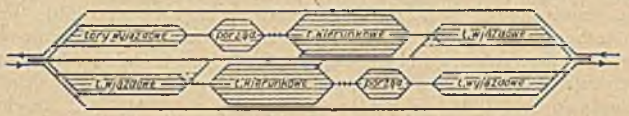


Fig. 346.

Fig. 347.

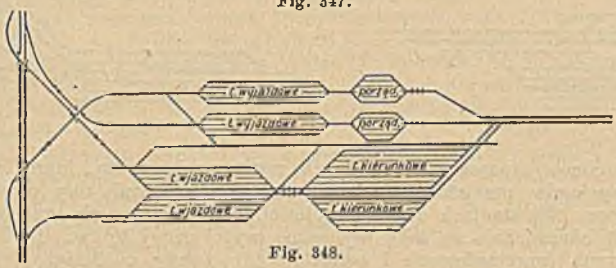


Fig. 348.

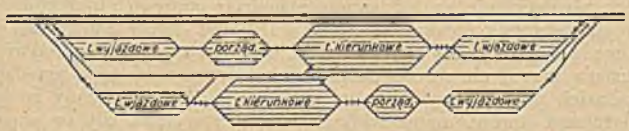


Fig. 349.

jej rozwój w przyszłości. Przy ułożeniu stacji przetokowej po obu stronach torów głównych zasadniczych, dla każdego kierunku rozrządzania przy odnośnym torze głównym zasadniczym, następuje przecięcie torów głównych zasadniczych przy przesuwaniu wagonów z jednego kierunku rozrządzania na drugi. Przy ułożeniu stacji przetokowej nazewnątrz torów głównych zasadniczych, obok jednego z nich (fig. 349) następuje krzyżowanie jednego toru głównego przy wyjeździe pociągu na tor drugi.

Na stacjach przetokowych, na których nie składa się pociągów według następstwa stacji, grupa torów porządkowych odpada, a odjazd pociągów może nastąpić z torów kierunkowych wprost; wtedy odpadają także tory wyjazdowe.

Na stacjach przetokowych, założonych w spadku ciągłym, odbywa się rozrządzanie szybciej, aniżeli przy zastosowaniu torów z grzbietem; na tych

ostatnich szybciej, aniżeli na poziomych torach wyciągowych. Ilość wagonów przerządzonych na dobę zależy także od pauz przy podsuwaniu pociągów do rozrządzania. Najwięcej uszkodzeń wagonów podczas przetaczania bywa przy zastosowaniu poziomych torów wyciągowych.

2. Tory postojowe dla pociągów osobowych. Na stacjach, na których pociągi osobowe nie doznają zmian w swym składzie oprócz odczepienia lub doczepienia do pociągu poszczególnych wagonów (kursowych, uszkodzonych, zapasowych), wystarcza jeden lub więcej torów w pobliżu torów peronowych do ustawienia zapasowych wagonów osobowych. Na stacjach, na których pociągi rozpoczynają, względnie kończą swój bieg, potrzebne są tory do postoju składów pociągów osobowych, do ich przegrupowania, oczyszczenia i przygotowania do drogi. Tory takie tworzą wtedy osobną część stacji, niejako osobną stację postojową (fig. 350); przyczem ważne jest dogodne połączenie jej z torami peronowemi, z parowozownią dla pociągów osobowych i z innemi częściami stacj , i to takie, aby wyciąganie i podawanie składów na tory peronowe, oraz przegrupowanie składów nie przeszkadzało wjazdom i wyjazdom pociągów, przetaczaniu i innym czynnościom na stacji.

Na stacji postojowej potrzebne są tory przyjazdowe, na które wstawia się zabrane z torów peronowych pociągi, po opuszczeniu ich przez podróżnych, tory do oczyszczania składów pociągów, tory porządkowe dla przegrupowania składów, tory wyjazdowe do ustawiania składów przygotowanych do drogi, oczekujących na podstawienie na tory peronowe, nadto tory dla po-

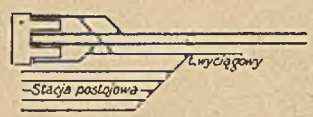


Fig. 350.

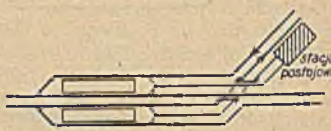


Fig. 351.

stoju wagonów zapasowych, sypialnych, restauracyjnych itp., które dostawia się do pociągów przejeżdżających przez stację, następnie tory wyciągowe i objazdowe. Na stacjach o mniejszej ilości pociągów, oraz gdy brak miejsca, łączy się odpowiednio ze sobą wykazane wyżej grupy torów. Ilość torów postojowych (przyjazdowych i odjazdowych) zależy od ilości pociągów, mających równocześnie znaleźć pomieszczenie, z pewnym zapasem dla ewentualnego zwiększenia liczby pociągów. Długość torów zależy od składu pociągów; korzystnie, gdy każdy skład umieszcza się na osobnym torze; umieszczenie więcej niż dwóch składów na jednym torze może przedstawiać niedogodności przy ich wyciąganiu. Tor wyciągowy połączony ze wszystkiemi grupami torów, najczęściej poziomy; przetacza się tu zazwyczaj większe grupy wagonów i wagonów droższych, które trzeba chronić przed silnemi uderzeniami. Tory objazdowe w dostatecznej ilości, aby unikać zastoju w pracy, dobrze połączyć poszczególne grupy torów rozjazdami ze sobą tak, aby umożliwić pracę także podczas możliwych przeszkód spowodowanych wypadkami (wykolejenie wagonów).

W stacjach węzłowych u zbiegu kilku linij albo wspólna stacja postojowa (fig. 351), albo w braku odpowiedniego miejsca osobne tory postojowe dla poszczególnych linij, położone w pobliżu odnośnych torów peronowych, zwłaszcza przy ruchu według linij, a nie według kierunków.

Do oczyszczenia wagonów, napełniania wodą, gazem itp., potrzebne do tego celu urządzenia jak hydranty, gazociągi, ewentualnie także rurociągi dla pary, jeżeli podgrzewanie wagonów odbywa się ze stałych kotłowni, umieszcza się między odnośnemi torami, w odpowiednich odstępach i ugrupowaniach. Dla wagonów droższych (salonki) buduje się wozownie (remizy). Czasem także oczyszczanie nie na wolnem powietrzu, lecz w wozowniach;

wtedy muszą być odpowiednio długie, aby unikać dzielenia składów, z dostępem z obu stron, co ułatwia przetaczanie. Z innych urządzeń potrzebne na stacji postojowej składy na narzędzia, materjały, pomieszczenia dla urzędników i robotników, urządzenia, potrzebne do dokonania małych naprawek.

3. Parowozownie obejmują obok właściwych parowozowni, tj. budynków na pomieszczenie parowozów, także składy opałowe z urządzeniami do ładowania węgla, żórawie wodne, popielniki, obrotnice, pomieszczenia dla administracji, pokoje noclegowe i odpoczynkowe dla drużyn parowozowych, składy materjałów, a przy parowozowniach większych także naprawnie pomocnicze.

Rozmieszczenie parowozowni wzdłuż linji zależy od danych warunków pracy; urządza się je w odstępach 100—150 *km*. Względem innych części stacji należy je tak umieścić i tak z niemi połączyć, aby ruch parowozów od i do pociągów i do innych części stacji odbywał się, nie przeszkadzając ruchowi pociągów i innym czynnościom i aby parowozy, dążące do parowozowni i z niej wyjeżdżające, nie przeszkadzały sobie wzajemnie, aby czyszczenie parowozów z żużlu, zaopatrywanie ich w węgiel i wodę odbywało się bez przetrzymania parowozów i aby parowozownie nie utrudniały rozwoju stacji w przyszłości.

Ilość stanowisk w parowozowni zależy od obrotu parowozów; wszystkie poza służbą będące winny znaleźć pomieszczenie w parowozowni, gdy ruch zatem odbywa się tylko w dzień, potrzebne są stanowiska dla wszystkich parowozów, zaś przy ruchu ciągłym dla tej ilości parowozów, jaka pozostaje po odliczeniu parowozów będących w służbie, średnio dla 60—80% parowozów, do danej parowozowni przydzielonych.

Długość stanowiska równa długości parowozu wraz z tendrem powiększonej o 2—4 *m*, według przepisów M. K. Z., na linjach pierwszorzędnych najmniej 25 *m*, na drugorzędnych 22 *m*. Szerokość stanowiska musi dozwalać na swobodne wykonywanie pracy około parowozu; odstęp torów sąsiednich stanowisk od osi do osi 5—6 *m*, odstęp od osi stanowiska do ściany parowozowni 3,5 *m*.

Parowozownie prostokątne z równoległemi stanowiskami, z wjazdem zapomocą zwrotnic, rzadziej obrotnic, z jednej lub z obydwóch stron (fig. 352). Ilość torów nie większa niż 3—4, zwłaszcza przy zastosowaniu zwrotnic, aby uniknąć długich dróg zwrotniczych, wymagających wiele miejsca. Na jednym torze, przy wjeździe z jednej strony dwa stanowiska za sobą, przy wjeździe z obu stron trzy do czterech; nadają się więc dla małych parowozowni. Dla większych parowozowni stosuje się przesuwnice, ilość stanowisk na jednym torze między dwoma przesuwnicami 2—4, między przesuwnicą a ścianą czołową 1—2; wjazd i wyjazd parowozów przez przesuwnice, czasem także od strony ściany szczytowej zapomocą zwrotnic (fig. 353 i 354). Przy 2 lub 3 torach wystarczy oświetlenie zapomocą okien ściany bocznej, przy większej ilości torów także światło górne. Mała ilość wrót; łatwe do ogrzania.

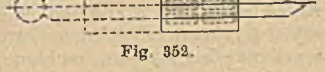


Fig. 352.

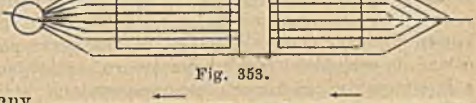


Fig. 353.

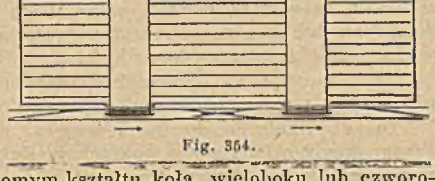


Fig. 354.

Parowozownie koliste (promieniste — fig. 355) w rzucie poziomym kształtu koła, wieloboku lub czworoboku; tory założone promienisto zbiegają się na obrotnicy umieszczonej

w środku budynku; łatwy przegląd parowozowni, łatwe do ogrzania, konieczne oświetlenie górne.

Parowozownie pierścieniowe, jako pierścień zamknięty (fig. 356), lub jako wycinek pierścienia (fig. 357 i 358) z obrotnicą zewnątrz budynku. Z powodu wielkiej ilości wrót trudniejsze do ogrzania.

Kanały rewizyjne między szynami pod każdem stanowiskiem z kamienia, cegły, betonu; pod szynami ciosy, beton, także podkłady podłużne drewniane; długość kanału nieco większa od długości parowozu wraz z tendrem, aby można łatwo zejść do kanału; szerokość kanału 1,1—1,2 *m*, głębokość 0,7—1,0 *m*; dno założone w spadku, dobrze odwodnione; czasem kanały połączone ze sobą dozwalają na przejście z jednego do drugiego pod podłogą parowozowni.

Parowozownie wykonuje się z cegły, kamienia, betonu; mniejsze na kolejach podrzędnych lub przy mniej wytrzymałym gruncie jako mur pruski; parowozownie czasowe także z drzewa. Konstrukcja dachowa z żelaza lub drzewa; słupów, podpierających więzary, lepiej unikać jako niedogodnych przy pracy około parowozów; nad kominem parowozu części drewniane dachu conajmniej w wysokości 5,8 *m* nad górną krawędzią szyny. Pokrycie dachu papą,

Fig. 355.

Fig. 356.

Fig. 357.

Fig. 358.

cementem drzewnym (warstwowcem), dachówką, także blachą i łupkiem; na te ostatnie działają gazy dymowe niszcząco. Ważne dobre oświetlenie, okna zatem duże, gęsto rozmieszczone, przy parowozowniach kolistych i prostokątnych o więcej niż dwóch torach równoległych także oświetlenie górne, które bywa zresztą urządzane zazwyczaj także i w parowozowniach pierścieniowych. Wrota zastosowane do przyjętej skrajni, o wysok. 4,80 *m*, a o szerok. w prześwicie przynajmniej 3,80 *m*, z drzewa z mocnem okuciem, lub jako szkielet żelazny, wypełniony brusami. Wrota w parowozowniach pierścieniowych w górnej części oszklone; w poszczególnych wrotach drzwiczki do przejścia. Podłoga z klinkierów, betonu, także z brusów, wytrzymała na uderzenia ciężkich przedmiotów, w wysokości górnej krawędzi szyny, ze spadem do kanałów odwadniających. Nad każdem stanowiskiem nad kominem parowozu umieszczony w dachu wyciąg rurowy, około 50 *cm* średnicy, z rur kamionkowych lub żelaznych do odprowadzania dymu parowozu; wyciąg rurowy zakończony u dołu lejem, pod który podchodzi komin parowozu; leje ruchome można przez stosowne ich obniżenie dostosować do wysokości kominu parowozu, osiągając zawsze szczelne połączenie z kominem; w większych parowozowniach stosuje się centralne odprowadzenie dymu, poszczególne wyciągi uchodzą do kanału dymowego, mającego ujście do wysokiego komina murowanego. Ogrzewanie zapomocą pieców żelaznych, lub centralne zapomocą pary, ogrzanej wody lub gorącego powietrza. Między stanowiskami hydranty.

Obok parowozowni czasem bezpośrednio z nią połączony budynek administracyjny, magazyny dla materjałów itp.

Zaopatrywanie parowozów w węgiel odbywa się na osobnych torach, zapasy węgla składa się w figurach wzdłuż torów, przeznaczonych dla dowozu węgla. W małych parowozowniach naładunek węgla do tendrów zapomocą koszów o pojemności około 50 *kg*, napełnianych ręcznie i ustawia-

nych na pomostach (często przenośnych) na wysokości tendra. W większych parowozowniach ładowanie węgla sposobem mechanicznym; dowóz węgla do miejsc ładunkowych wózkami o pojemności 500—1000 *kg*, wózki wyładowuje się do tendra zapomocą żórawia, lub też wjeżdżają na pomost, umieszczony wyżej od tendra i zsypują ładunek zapomocą rynien, albo węgiel dowozi się lub wyciąga zapomocą paternostrów do wysoko położonych zbiorników, z których po otwarciu klapy zsypuje się węgiel do niżej podstawionego tendra.

4. Stacje wodne o takiej wydajności i tak rozmieszczone wzdłuż linji, aby mogły zasilić parowozy pełnej ilości pociągów, przewidzianych dla danej linji. W stacjach początkowych biegu parowozu napełnia się tender całkowicie, w stacjach pośrednich tylko dopełnia. Stacje wodne rozmieszcza się wzdłuż linji w ilości większej, niż na to pozwala rozchód wody, aby zapewnić parowozom potrzebny zapas wody także w razie znaczniejszych przeszkód w ruchu. Według przepisów M. K. określać należy odległość stacyj wodnych według zapotrzebowania pociągu towarowego pełnoładownego, prowadzonego parowozem typu G. 8. 1., o pojemności tendra 16,5 m^3, przyjmując na 1 KM. 8 *kg* wody z uzupełnieniem 30% na straty nieprzewidziane i 0,35 m^3 na każdy postój, na pracę dodatkową przy ruszaniu ze stacji; uzupełnienie wody ma nastąpić po wyczerpaniu 80% pojemności tendra; odpowiada to odległościom stacyj wodnych 30—50 *km*, która to odległość zmniejsza się dla tendrzaków.

Wydajność stacji wodnej winna pokryć zapotrzebowanie parowozów pociągowych według maksymalnego rozkładu jazdy, zapotrzebowanie parowozów przetokowych, rezerwowych, zapotrzebowanie parowozowni (mycie kotłów itp.), warsztatów i zapotrzebowanie stacji na wodę użytkową ewentualnie także wodę do picia.

Woda, dobra do kotłów, nie powinna w jednym litrze zawierać więcej niż 150 *mg* ciał, tworzących kamień kotłowy; przy zawartości od 250 do 350 *mg* jest pożądane, ponad 350 *mg* konieczne chemiczne oczyszczanie wody; woda do picia i do celów gospodarczych musi odpowiadać wymogom sanitarnym.

Zależnie od warunków miejscowych pobiera się wodę z rzek, jezior, stawów, potoków, źródeł lub wodę gruntową ze studni. Zbiorniki w terenie murowane lub z betonu rzadko możliwe, najczęściej umieszczone w wieży, lub żelbetowe. Zbiornik o takiej pojemności, aby pokrył zupełne zapotrzebowanie na czas, przez który pompy nie pracują, względnie, aby zawierał taki zapas, który wystarcza na pokrycie zapotrzebowania równoczesnego wtedy, gdy jest ono większe niż stały dopływ do zbiornika. Według przepisów M. K. pojemność zbiornika winna wystarczyć przy największym ruchu przynajmniej na 8 lub 16 godzin, zależnie od rodzaju stacji i nasilenia ruchu, w każdym razie nie może być mniejsza niż $^1/_3$ największego zapotrzebowania dziennego; przy zastosowaniu pomp elektrycznych samoczynnych (działających przez całą dobę) pojemność zbiornika winna odpowiadać przynajmniej czterogodzinnemu zapotrzebowaniu największemu. Zbiorniki o pojemnościach mniej więcej od 18 do 500 m^3, korzystniejsze dwa zbiorniki mniejsze. Zbiornik umieszczony tak wysoko, aby zawsze było dostateczne ciśnienie w wodociągu; zależnie więc od położenia wieży wodnej względem sieci wodociągowej dno zbiornika umieszcza się conajmniej 7 *m* nad szyną; według przepisów M. K. minimum 10 *m* nad górną krawędzią szyny. Ze względu na użycie wody z wodociągów do gaszenia pożarów trzeba na stacjach rozległych, z wyższemi budynkami, umieścić zbiornik odpowiednio wyżej.

Rury wodociągowe o średnicy 150—250 *mm*, wkopane na 1,30—1,50 *m*; przekroczenia torów prostopadłe i w jak najmniejszej ilości; hydranty odpowiednio rozmieszczone. Żórawie dla pociągów osobowych tak umieszczone, aby nie trzeba odczepiać parowozów od pociągów, dla pociągów towarowych tak, aby parowozy dochodziły bez kilkakrotnych zajazdów. Wydajność żórawi

zasadniczo na kolejach pierwszorzędnych 2 m^3, na drugorzędnych 1 m^3 na minutę, dla pociągów pośpiesznych conajmniej 5 m^3 na minutę, dla towarowych dalekobieżnych 3 m^3 na minutę. Wyciek żórawi 3 m nad górną krawędzią szyny, dla pociągów pośpiesznych 3,40 m. Na stacjach, na których są parowozownie, oprócz żórawi przy torach głównych, także w obrębie parowozowni; w stacjach przetokowych wskazane także w pobliżu torów wyciągowych. Obok żórawi wodnych umieszcza się zazwyczaj popielniki.

Pompy i kotły winny być w podwójnej ilości, ustawione w wieży wodnej, lub w osobnym budynku. Według przepisów M. K. wydajność pomp winna pokryć 24-godzinne zapotrzebowanie w ciągu 16 godzin pompowania; przy ruchu do 12 par pociągów na dobę w ciągu 8 godzin pompowania; nie dotyczy to pomp elektrycznych z samoczynnem załączaniem się przy pracy przez całą dobę.

Stacje kolei podrzędnych. Ilość torów ograniczona do koniecznej potrzeby. Odstęp torów na kolejach normalnotorowych, na które przechodzi tabor kolei głównych, najmniej 4,0 m; na kolejach, na które nie przechodzi tabor kolei głównych i na wąskotorowych odstęp równy największej szero-

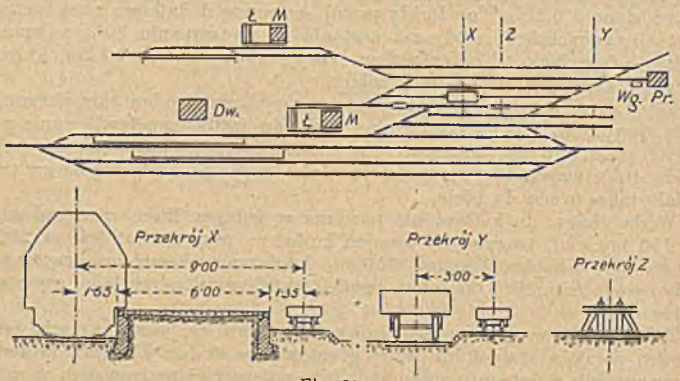


Fig. 359.

kości taboru lub ładunku, powiększonej o 600 mm; między torami, przeznaczonemi do wsiadania i wysiadania podróżnych, odstęp większy od skrajni wagonu conajmniej o 1350 mm. — Dworce osobowe małe, perony w wysokości szyn, dostępne przez tory, wogóle urządzenia stacyjne jak najprostsze, dostosowane jednak do potrzeb ruchu i warunków miejscowych.

Na stacjach wspólnych dla kolei normalnotorowych i wąskotorowych potrzebne urządzenia dla przejścia transportów z jednej kolei na drugą i od tego, w jaki sposób ma nastąpić to przejście, zależy układ torów wąskich względem normalnych. Dojście do urządzeń wspólnych: dworca, magazynów i placów ładunkowych najprostsze, gdy dworzec osobowy i stacja towarowa kolei głównej położone z tej samej strony i to z tej, z której wchodzi kolej wąskotorowa (fig. 359), jeżeli dworzec i stacja towarowa położone naprzeciw siebie, wskazany rozdział ruchu osobowego od towarowego.

Dojście toru wąskiego do magazynu towarowego albo od ściany czołowej, albo wzdłuż ściany bocznej, od strony toru normalnego (trzy szyny), lub od strony przeciwnej, jeżeli to możliwe ze względu na dostęp wozów. Przejście towarów z jednej kolei na drugą albo zapomocą przeładowania, albo wagony jednej kolei przewozi się na kolej drugą.

Przeładowanie albo przy pomocy przeładowni krytej lub otwartej, albo wprost z wagonu jednego do drugiego, w tym wypadku tory, normalny i wąski, ułożone możliwie blisko obok siebie (między wagonami odstęp około

60 *cm*) tak, aby podłogi ich znajdowały się w równej wysokości, jeżeli nie idzie o towary takie jak węgiel, zboże, ruda. Miejsca przeładunkowe przykryte częściowo dachem.

Dla przejść wagonów z jednej kolei na drugą potrzebne osobne urządzenia. Wagon normalnotorowy wjeżdża po torze normalnym, ułożonym na przeładowni czołowej, na podstawioną pod przeładownię wąskotorową platformę, na której ułożony tor normalny, albo też na torze wąskim, ułożonym na pewnej długości wewnątrz normalnego i ze spadkiem względem niego, podsuwa się pod każdą oś wagonu normalnego wąskotorowy mały wózek dwu- lub trzyosiowy, tak urządzony, że chwyta i oś i rąbki kół wagonu normalnego (fig. 360).

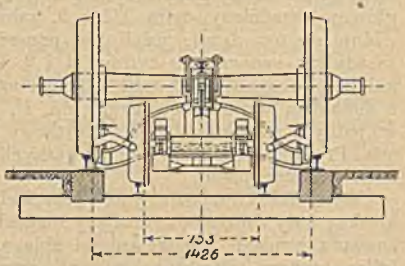


Fig. 360.

Przewożenie wagonów normalnych koleją wąskotorową o prześwicie mniejszym, niż 1 *m*, mniej odpowiednie, przy mniejszym prześwicie konieczne specjalne środki ostrożności. Skrajnia kolei wąskiej musi być dostosowana do skrajni wagonów normalnych.

Wagony wąskotorowe przewozi się na koleje normalnotorowe na platformach z ułożonym torem wąskim, na który wsuwa się przez przeładownię wagony wąskotorowe.

Forma projektów. Projekty, złożone w formacie 33/21 *cm*, zatwierdza M. K. Z. Projekt przedwstępny obejmuje: *a*) szkic sytuacyjny w małej podziałce (1—5000), *b*) szkic orjentacyjny w podziałce skażonej, dla objaśnienia ugrupowania poszczególnych części stacji i jej pracy, *c*) uzasadnienie układu stacji.

Projekt szczegółowy obejmuje: *a*) sytuację w podziałce 1 : 2000 [dla większych stacyj z dołączeniem szkiców wymienionych poprzednio pod *a*) i *b*)], *b*) przekrój podłużny a także przekroje poprzeczne i plany warstwicowe, jeżeli teren tego wymaga, *c*) w miarę potrzeby przekroje przejść górą lub dołem przy skrzyżowaniu innych kolei, dróg zwyczajnych, dojść do peronów itp., przekroje grzbietów przetokowych, przekroje podłużne poszczególnych torów itp., *d*) uzasadnienie projektu, *e*) kosztorys wraz z potrzebnemi wykazami, *f*) program wykonania robót.

Na planach podać: Kierunek południka. Oś linji kolejowej, oznaczona cienką linją przerywaną, kilometry oznaczone podwójnemi, staje pojedynczemi kółkami. Tory wykreślone jedną linją, tory główne linjami grubszemi. Wszelkie budynki i inne urządzenia, jak żórawie wodne, wagi wagonowe ze wskazaniem nośności w tonnach i długości pomostu, skrajniki, mosty i wiadukty, przejazdy, kozły oporowe, obrotnice ze wskazaniem średnicy, suwnice ze wskazaniem długości, sygnały stałe, zapory, hamulce torowe, wykolejnice itd., oznaczone skrótami. Dojazdy do stacji i drogi kołowe istniejące i projektowane, z podaniem rodzaju drogi (wojewódzkie, gminne itp.), miejscowości, do których prowadzą. Granice własności kolejowej, względnie projektowanego wywłaszczenia. Najbliższe otoczenie, zwłaszcza przyległe zabudowania. Skarpy torowiska, potoki (z nazwą) i rowy ze wskazaniem kierunku spadku.

Łuki oznacza się przez wskazanie promienia na obu końcach łuku kolistego; w projektach szczegółowych oznacza się oba końce krzywej przejściowej. Załomy pochyleń oznacza się wskaźnikami, których linje pionowe doprowadza się do osi torowiska, względnie do dotyczącego toru, oznaczając kółeczkiem punkt przecięcia z osią, względnie odnośnemi torami; na ra-

mionach wskaźnika wypisuje się wielkość pochylenia i jego długość; przy wskaźniku podaje się rzędna górnej krawędzi szyny nad poziomem morza.

Tory numeruje się cyframi arabskiemi, umieszczonemi w linji toru, w jednym szeregu prostopadłym lub ukośnym do torów; na planach dłuższych w kilku miejscach. Tor główny zasadniczy prawy (w kierunku od początkowego punktu linji) oznacza się cyfrą 1, lewy cyfrą 2, pozostałe tory stacyjne po stronie prawej torów głównych zasadniczych cyframi nieparzystemi 3, 5 itd., po stronie lewej parzystemi 4, 6 itd. Na linji jednotorowej, na której przewiduje się w przyszłości tor drugi, numeruje się tor główny zasadniczy cyfrą 1 lub 2, zależnie od tego, z której strony przewiduje się tor drugi; jeżeli nie przewiduje się toru drugiego, tor główny zasadniczy oznacza się cyframi 1 i 2. Uboczne grupy torów numeruje się kolejno, poczynając od toru leżącego najbliżej toru głównego zasadniczego z dodaniem skrótu danej grupy np. 1^t, 2^t itd. Odstępy torów wypisuje się w jednym szeregu, długości użytkowe mniej więcej w środku torów nad osią. Przy torach i bocznicach prywatnych oznacza się granicę między bocznicą, a torami stacyjnemi.

Wierzchołek rozjazdu (punkt przecięcia osi obu torów) oznacza się pionową kreską; cały trójkąt, oznaczający rozjazd, należy zamalować, stosunek skrzyżowania wypisać między osiami zbiegających się torów, styk szyny przed iglicą oznaczyć kreską poprzeczną, zwrotnik małem kółkiem z kreską pionową. Ukresy (gdzie odstęp osi torów dosięga 3,5 *m*) oznacza się kreską łączącą oba tory. Rozjazdy numeruje się przy zwrotniku, kolejno w kierunku od punktu początkowego linji z uwzględnieniem numerów dla rozjazdów, przewidywanych w przyszłości; rozjazdy podwójne numeruje się jak dwa pojedyncze, angielskie jednym numerem przy punkcie skrzyżowania, poszczególne zwrotnice oznacza się literami.

Budynki, ważniejsze urządzenia, załomy przekrojów, początki łuków itp. należy związać z podziałem kilometrycznym. Na planie umieszcza się wykaz torów z podaniem ich długości całkowitej i użytkowej i przeznaczenia, wykaz rozjazdów z podaniem typów, wykaz budynków z oznaczeniem skrótów.

Urządzenia istniejące oznacza się kolorem czarnym, warstwice bronzowym, granice własności kolejowej linją przerywaną (kreska i dwie kropki), urządzenia, mające być zniesione, przekreśla się czerwono krzyżykami, urządzenia projektowane kolorem czerwonym, przewidywane w przyszłości linją punktowaną czerwoną, rury gazowe kolorem liljowym, wodociągowe niebieskim, kanalizacyjne ciemnobronzowym.

Koleje nadrożne i tramwaje.

I. Ogólne.

Oznaki charakterystyczne budowy. Tory budowane są w powierzchni jezdnej szlaku drogowego, służącej dla ogólnego ruchu lub na wydzielonym pasie, jednak tak, aby nie przeszkadzały ruchowi kołowemu. Tory przeważnie z szyn rowkowych. Przystanki gęste, zazwyczaj bez specjalnych urządzeń na ulicy.

Na dostatecznie szerokich ulicach, zwłaszcza na linjach wybiegających, szyny układa się na torowisku własnem w celu osiągnięcia większych szybkości. Poza miastem (koleje zamiejskie) prowadzenie linji często niezależne od szlaków drogowych lub z boku tychże. Wtedy szyny przeważnie typu kolejowego.

Rodzaj ruchu. Przeważa ruch osobowy; w ruchu miejskim małe jednostki pociągowe, złożone z wagonu motorowego (elektr.), najwyżej z dwoma przyczepnymi. Przeważnie ruch regularny ze stałym rozkładem jazdy. Obok tego czasem ruch towarowy nocą, we dnie zaś tylko przy małej gęstości pociągów osobowych z zachowaniem warunku, aby ruch towarowy nie przeszkadzał ruchowi osobowemu. Stąd wynika: urządzenie wagonów towarowych, jak tramwajowe, szybkość jazdy, jak dla ruchu osobowego, oddzielne tory dla ładowania, wzgl. wyładowania.

Bezpośrednie przechodzenie wagonów kolejowych na tory tramwajowe nawet przy jednakowej szerokości toru, ze względu na łuki i szerokość rowka, możliwe tylko pośrednio na wózkach ruchomych z pomostem.

Napęd. Do napędu tramwajów i kolei dojazdowych nadaje się najlepiej prąd stały, przyczem napięcie bywa stosowane dla tramwajów miejskich normalnie 500—600 woltów, dla kolejek dojazdowych 1000—1500 woltów. Pozatem jeszcze trakcja konna w małych miastach przy niewielkim ruchu. Kolejki parowe tylko w komunikacji podmiejskiej, gdzie chodzi o ruch towarowy przy jednoczesnem opanowaniu silnego ruchu osobowego.

II. Prowadzenie linji, układ torów.

Prowadzenie linji. Dla przeprowadzenia linji wybiera się ulice odpowiednio do ruchu, ilości mieszkańców, szerokości ulicy, wzniesień itp. Przytem doprowadza się je bezpośrednio do węzłów komunikacyjnych. Sieci miejskie zazwyczaj radjalnie ze środka miasta, z jedną lub dwiema linjami okólnemi.

Na przedmieściach i w słabo zaludnionych dzielnicach nie należy ze względów gospodarczych budować linij, biegnących równolegle do już istniejących bliżej niż w odległości około 800 *m*. Odległość tę można zmniejszyć w większych miastach do 500 *m*, a w miastach wielkich nawet do 300 *m*.

Ilość torów. Tory podwójne stosuje się przy gęstości pociągów: dla tramwajów co 8 minut lub poniżej tej cyfry, — dla kolejek poczynając od ruchu 20—15-minutowego.

Położenie torów. 1. Tory w jezdni ulicznej. Położenie torów przy chodnikach ułatwia dostęp do wagonów, zwiększa jednak niebezpieczeństwo dla przechodniów; wymaga przytem ostrożniejszej jazdy i mniejszej prędkości. Naogół nie zaleca się.

Położenie torów w pośrodku ulicy (fig. 361) ma większe zalety; zwłaszcza dla ruchu i utrzymania torów jest korzystniejsze od poprzedniego.

Tory z obu stron pomiędzy jezdnią środkową i boczną (fig. 362) przedstawiają dyspozycję wzorową ze względu na dobre stopniowanie szybkości ruchu. Ważne dla głównych arteryj komunikacyjnych.

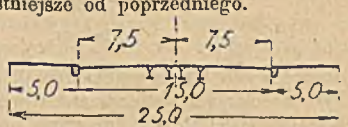


Fig. 361.

2. Torowisko własne. Bardzo zalecane ze względu na tańszą budowę, większą prędkość jazdy, bardziej ułatwione i mniejsze koszta utrzymania, zwiększone bezpieczeństwo ruchu, spokojną jazdę (fig. 363).

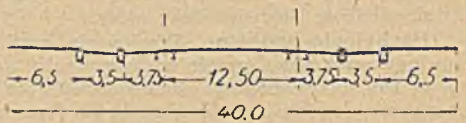


Fig. 362.

Przy kolejach zamiejskich torowisko własne, ewent. bezpośrednio przy szlaku drogowym.

Obrysie. Szerokość pudła wagonu dla komunikacji w śródmieściu wynosi 2,0—2,2 *m*, niezależnie od szerokości toru. Większa szerokość pudła wagonu, zwłaszcza przy siedzeniach poprzecznych, jest stosowana dla kolei zamiejskich (2,3—2,6 *m*). Wymagane odstępy: od wagonów tramwajowych i pojazdów ulicznych 40—50 *cm*, od krawędzi chodnika conajmniej 30 *cm*, od przedmiotów stałych, jak słupy, drzewa, filary mostowe na szlaku około 75 *cm*, na stacjach 40—50 *cm*.

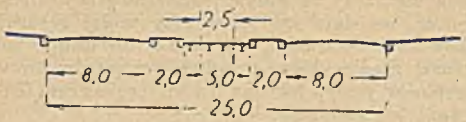


Fig. 363.

Odległość torów jest uwarunkowana szerokością pudła wagonu i wymaganym odstępem pomiędzy wagonami: odległość osi torów wynosi zatem 2,5—2,6 *m*.

Na ostrych łukach powiększenie odległości torów dla umożliwienia mijania się wagonów. Określenie drogą graficzną.

Mijanki przy linji jednotorowej. Odległość *s* dwu sąsiednich mijanek jest zależną od średniej prędkości jazdy *v* w *km* na godz. oraz od gęstości ruchu czyli od czasu (*t* w min.), w jakim następują po sobie wagony jednego kierunku.

$$s = \frac{v\,t}{120} \text{ w } km.$$

Pętlice i zakończenia linji. Zakończenia linji tramwajowej powinny być, gdzie tylko możliwe, stale w formie pętlicy (fig. 364). Jeżeli urządzenie pętlicy ze względów lokalnych jest niemożliwe, wówczas (przy linjach dwutorowych), stosuje się zjazdy międzytorowe. Układ zwykle bywa tak przeprowadzony, ażeby wagony motorowe mogły objeżdżać pozostawiony wagon doczepny. Przy ruchu silniejszym dodawane są również tory zapasowe.

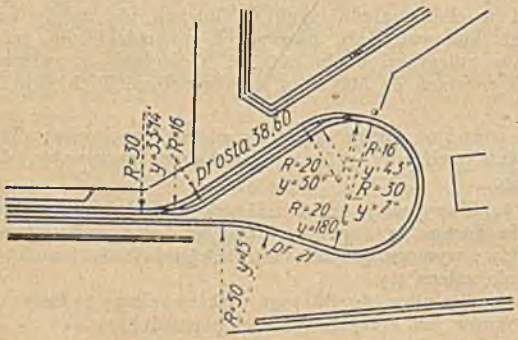


Fig. 364.

Szerokość toru normalna (1435 *mm*) zaleca się dla kolejek dojazdowych i tramwai wielkomiejskich. — Szerokość jednometrowa może być z korzyścią stosowana w małych miastach: bywa nawet wskazana przy ciasnych ulicach lub gdzie dochodzą kolejki 1-metrowej szerokości.

Mniejsze szerokości toru (np. 750 lub 600 *mm*) są wykluczone przy trakcji elektrycznej, gdyż przestrzeń pomiędzy kołami nie wystarcza na pomieszczenie silników o odpowiedniej mocy.

Pochylenia podłużne. Wzniesienia, wzgl. spadki podłużne osi toru nie powinny przekraczać granic następujących:

a) Dla trakcji konnej: dłuższe 1 : 40 (bez doprzęgu) do 1 : 30 (z doprzęgiem); krótkie z rozbiegiem 1 : 20 (bez doprzęgu) do 1 : 15 (z doprzęgiem).

b) Dla trakcji parowej (koleje zamiejskie) 1 : 12,5 do 1 : 20.

c) Dla trakcji elektrycznej: wagon motorowy z dwoma przyczepnemi 1 : 20, z jednym przyczepnym 1 : 14 przy zwykłym hamulcu (z klockami), zaś

1 : 10 przy hamowaniu wszystkich wagonów elektromagnetycznym hamulcem szynowym; wagon motorowy bez doczepnych 1 : 9.

Łuki. 1. Promienie łuków. Łuki na szlaku stosuje się: przy normalnej szerokości toru o promieniu 18, a nawet 16 *m*, nie mniej jednak niż 15 *m*; przy torze metrowym zaś można zejść do 14 *m*, mierzonych do szyny wewnętrznej. Ostrzejsze łuki nie niżej 12 *m* promienia, jeżeli wszystkie wagony posiadają osie zwrotne lub wózki obrotowe. Najmniejszy dopuszczalny promień łuku zależy od prędkości jazdy, rozstępu osi i ich zwrotności na łukach, oraz szerokości toru. Dla wagonów z osiami stałemi minimalny promień łuku wynosi 8—10-krotny rozstęp osi, dla wagonów z osiami zwrotnemi 4—5-krotny; na wózkach wagony przechodzą po łukach o promieniu 10 *m*.

Przed ostrzejszemi łukami należy stosować łuki wjazdowe o promieniu 50 *m*.

Pomiędzy łukami odwrotnemi należy dać wstawkę prostą o długości conajmniej największego rozstępu osi kół wagonów kursujących, przy dłuższych zaś pociągach 10—20 *m* i więcej.

2. Przechylenie toru na łukach. Położenie toru w poprzecznym przekroju stosuje się do poprzecznej pochyłości profilu ulicy. Podniesienie szyny zewnętrznej na łukach tramwajów miejskich daje się rzadko osiągnąć w granicach wymaganych i bywa stosowane najwyżej 30—40 *mm* w celu uniknięcia deformacji profilu ulicy. Wadliwe przechylenie jest szkodliwe dla toru i wagonów, nie należy więc dopuszczać, aby szyna zewnętrzna na łuku leżała niżej niż wewnętrzna, wówczas należy obydwa toki ułożyć w poziomie.

3. Poszerzenie toru na łukach. Poszerzenie toru na łukach tramwajów miejskich przez zastosowanie szyn z rowkiem poszerzonym o 3—5 *mm*.

Na ostrych łukach bywa nawet stosowane zwężenie szerokości toru:

2 *mm* przy 1,0-metrowej szer. toru
3 *mm* „ normalnej „ „

III. Ustrój toru.

Dane ogólne. Na torowisku własnem i wyjątkowo na ulicach podrzędnych, słabo brukowanych i na nasypach ulicznych, stosowane są zwykle szyny typu kolejowego o wadze około 30 *kg* na 1 *m* b., na poprzecznych podkładach drewnianych lub żelaznych. Tory odpowiadają w tych wypadkach torom kolejek zamiejskich.

Dla torów, ułożonych w bruku, stosowane są szyny rowkowe, których wzajemne położenie zabezpieczone jest ściągnami torowemi. Ściągna torowe (płaskownik, szerzą w pion) w odstępach co 2 *m* są nieodzowne.

Przy położeniu torów w ulicach konieczna jest duża odporność toru w celu zmniejszenia napraw i związanego z tem wyłamywania bruku ulicznego. Z tych względów dla tramwajów stosowane są przeważnie szyny stalowe (rowkowe) o wadze 40—55 *kg* na 1 *m* b., przyczem stal szynowa powinna być wysokiego gatunku i posiadać wytrzymałość na rozrywanie 70—80 *kg* na milimetr kwadratowy i wydłużenie około 10%.

Opór właściwy elektryczny szyn wynosi, w zależności od twardości materjału, 0,19—0,25 omów na metr i milimetr kwadratowy.

Stosowane długości szyn 8—10 *m*, ostatnio nawet 12, a nawet 15 *m*, w celu zmniejszenia ilości złącz.

Profile szyn rowkowych. Dla torów w bruku ulicznym wchodzi pod uwagę głównie jednolita szyna rowkowa, t. zw. typu Phönix, w specjalnych zaś wypadkach dwudzielna, t. zw. szyna Haarmanna.

a) Jednolite szyny rowkowe. Kształt przekroju, wymiary i waga szyn typu Phönix, ustalone przez Niemiecki związek tramwajowy i kolejek dojazdowych (1900 r.), widoczne są z fig. 365 i tablicy 1.

Tablica 1.

Profile normalnych jednolitych szyn rowkowych.

Profil normalny Nr.	Wysokość *mm*	Szerokość stopy *mm*	Całkowita szerokość łba *mm*	Szerokość główki jezdnej *mm*	Wysokość główki jezdnej *mm*	Szerokość rowka *mm*	Głębokość rowka *mm*	Grubość szyny kierowniczej *mm*	Grubość szyjki *mm*	Przekrój *mm²*	Waga *kg/m*	Moment wytrzymałości *cm³*	Moment bezwładności *cm⁴*
1	150	140	92	47	27	31	35	14	11	5460	42,8	208,2	1630
2	160	150	97	51	29	31	40	15	12	6310	49,2	250,6	2130
3	160	180	103	56	33	31	40	16	12	7180	56,0	299,0	2452
4	180	180	103	56	33	31	40	16	12	7410	57,8	342,5	3202

Profil Nr. 1 stosowany jest dla ruchu słabego, Nr. 2 dla ruchu średniego, Nr. 3 i 4 dla ruchu silnego.

Na łukach stosowane są szyny z rowkiem o 3 *mm* szerszym i pogrubioną szyną kierowniczą (por. tablica 2).

Tablica 2.

Profile normalnych jednolitych szyn z poszerzonym rowkiem.

Profil normalny Nr.	Całkowita szerokość łba *mm*	Szerokość rowka *mm*	Grubość szyny kierowniczej *mm*	Przekrój *mm²*	Waga *kg/m*	Moment wytrzym. *cm³*	Moment bezwładn. *cm⁴*
1 *a*	102	34	21	5860	45,7	214,8	1740
2 *a*	109	34	24	6730	52,4	258,8	2278
3 *a*	116	34	26	7670	59,8	307,2	2580
4 *a*	116	34	26	7820	61,5	356,0	3454

Obecnie[1]) dwie komisje, jedna Związku Szwajcarskiego, druga Związku Państw Centralnych pracują nad ustaleniem norm profilów szyn rowkowych. Z prac tych, jakkolwiek dotąd nie zakończonych, jest widoczna dążność do dalszego ograniczenia ilości profilów szyn rowkowych, a mianowicie tylko do trzech typów:

dla ruchu silnego, zbliżony do typu Nr. 4
„ „ średniego „ „ „ Nr. 2
„ „ stałego „ „ „ Nr. 1

Związek przedsiębiorstw tramwajowych i kolei dojazdowych w Polsce zamierza pójść jeszcze dalej i dla naszych warunków ustalić, o ile to się okaże możliwe, tylko dwa profile normalne, zbliżone do typu Nr. 4 i Nr. 2. Prace te w chwili druku niniejszego jeszcze nie są zakończone.

b) Dwudzielne szyny rowkowe (szyny bliźniacze ustroju Haarmanna).

[1]) Patrz „Z. d. V. d. I.“, 1924. Nr. 43, S. 1133, i „Verkehrstechnik“, 1924. Nr. 23, S. 229.

Tworzą je łatwa do odwalcowania szyna jezdna szerokostopowa i oddzielnie odwalcowana szyna kierownicza. Szyny bliźniacze mają tę zaletę, że przez zastosowanie środnika mimoosiowego następuje wzmocnienie połączeń stykowych i że na łukach szerokość rowka może być zmienna bez zastosowania specjalnego profilu.

Ustalona przez Niemiecki związek tramwajowy i kolejek dojazdowych forma, wymiary i waga szyn tego typu widoczne są z fig. 366 i tablicy 3.

Tablica 3.

Profile normalnych dwudzielnych szyn rowkowych (bliźniaczych).

Profil normalny Nr.	Wysokość mm	Szerokość stopy mm	Całkowita szerokość łba mm	Szerokość główki jezdnej mm	Wysokość główki jezdnej mm	Szerokość rowka mm	Głębokość rowka mm	Grubość szyny kierownicz. mm	Grubość szyjki mm	Moment wytrzymałości: szyny jezdnej cm^3	Moment wytrzymałości: szyny kierownicz. cm^3	Moment bezwładności: szyny jezdnej cm^4	Moment bezwładności: szyny kierownicz. cm^4	Waga: szyny jezdnej kg/m	Waga: szyny kierownicz. kg/m	Całkowita waga kg/m
1	150	140	98	47	35	31	35	20	8	182,7	44,3	1434	377	33,3	15,1	48,4
2	160	150	102	51	40	31	40	20	9	223,7	49,4	1868	509	39,5	16,6	56,1
3	160	180	112	56	40	31	40	25	10	252,2	70,2	2194	628	46,2	19,4	65,6
4	180	180	112	56	40	31	40	25	10	307,6	67,7	2999	1011	47,5	20,4	68,2

Szyny bliźniacze są stosowane z dobrym wynikiem na torowisku własnem z wieloma przejazdami (na skrzyżowaniach ulic), gdzie wskutek tego po-

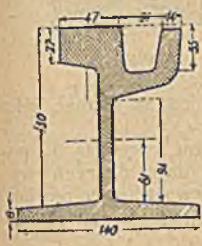


Fig. 365.

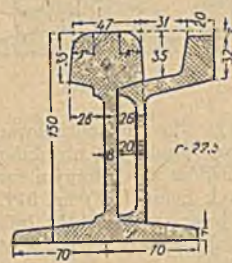


Fig. 366.

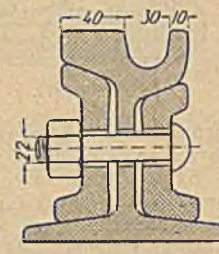


Fig. 367.

trzebna jest częsta zmiana pomiędzy torem zwykłym, a torem z szyn rowkowych, przy łatwem odwodnieniu. W ulicach zabrukowanych nie są do polecenia.

Złącza szyn rowkowych. Styki szyn tramwajowych muszą być specjalnie silnie skonstruowane i posiadać nośność jak szyna w całej rozciągłości, gdyż przy słabym styku szybko powstają uszkodzenia przylegającego bruku, a następnie podłoża samego.

Przy połączeniach stykowych toru ułożonego w bruku ulicznym przeważnie nie pozostawia się żadnego luzu, gdyż szyny wpuszczone w bruk podlegają mniejszym zmianom temperatury, a przytem wydłużenie szyn znacznie jest utrudnione przez tarcie o bruk.

a) Styki mechanicznie połączone: Zwykły styk łubkowy (połączenie łubkami) fig. 367, jako najprostsze połączenie mechaniczne szyn. Bardzo rozpowszechniony i przy dostatecznie silnej konstrukcji daje też

dobre wyniki, lecz przy ruchu słabym. Dla ruchu wielkomiejskiego nie jest wystarczający.

Styk z łubkami stopowemi (fig. 368) i takiż z płytą stopową (fig. 369). Nośność styku uwarunkowana starannem dopasowaniem przy zmontowaniu złącza.

Styk z klamrą stopową i siodełkiem szynowem, system „Scheining & Hofmann“ (fig. 370). Nadaje się również tylko dla słabego

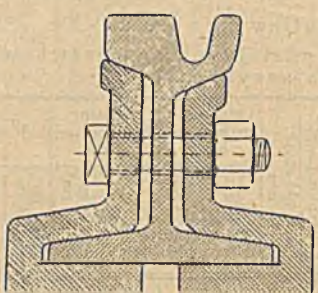


Fig. 368.

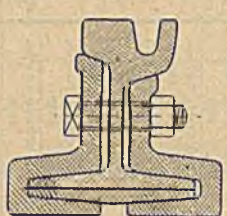


Fig. 369.

Fig. 370.

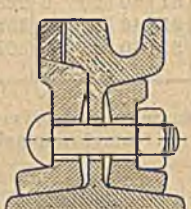


Fig. 371.

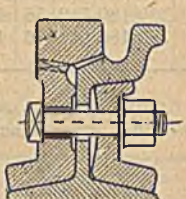


Fig. 372.

ruchu, ma jednak tę wadę, że dla ulic zabrukowanych jest za szeroki, jako złącze, przez co dobre zabrukowanie jest utrudnione.

Styk wjazdowy, z łubkiem zewnętrznym czołowym z wyciętą do połowy główką szyny („półstyk Schmidta“) fig. 371, nie daje dobrych wyników zwłaszcza przy silniejszym ruchu, gdyż łubek zewnętrzny z powodu bocznego ciśnienia koła zostaje odgięty, wymaga starannego utrzymania kół (częste obtaczanie obręczy kół).

Styk wjazdowy, syst. Melaun'a (fig. 372), z całą główką jezdną w ostatnich czasach b. rozpowszechniony. Specjalną zaletą jego jest, że daje się zastosować z dobrym wynikiem przy naprawie wyjeżdżonych styków bez wyjmowania szyn z bruku. W nowych torach złącze to, jakkolwiek daje b. dobre wyniki, jednakże jest połączone z marnowaniem materjału przez wycięcie nowej główki szyny.

b) Styki jednolite (zalane lub spawane). Dają jednolitość toru, a więc jazdę bez uderzeń na złączach, trwałość toru i małe koszta utrzymania, utrudniają jednak wymianę szyn. Styki zalane i spawane udają się tylko przy b. starannem wykonaniu.

System Falk, polegający na zalaniu złącza od spodu i z boków (fig. 373) roztopionem żeliwem. System ten jest bardzo rozpowszechniony na Zachodzie prócz Niemiec.

Styk spawany elektrycznie (zapomocą łuku świetlnego), polegający na spajaniu łubków płaskich czołowych i płyty stopowej z główną

szyną i jej stopą w kilku miejscach (fig. 374). Daje się zastosować i przy zużytych stykach dowolnej budowy.

Spawanie szyn termitem (aluminotermia). System Dra Goldschmidta (fig. 375, 376) polega na spajaniu dobrze oczyszczonych końców szyn żelazem termitowym (tlenek żelaza i glin), przyczem dolna część profilu szyny ($^1/_2$—$^2/_3$) zalana jest żelazem kowalnem, górna zaś część spojona przy wysokiej temperaturze. System b. rozpowszechniony w Niemczech.

Fig. 373.

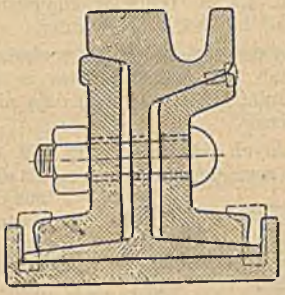


Fig. 374.

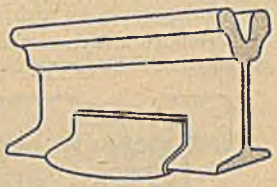


Fig. 375.

Fig. 376.

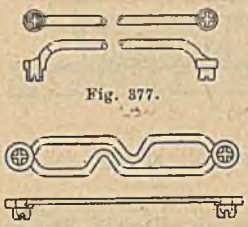


Fig. 377.

Fig. 378

Fig. 379.

c) Złącza wydłużalne (dylatacyjne). Na wiaduktach, mostach, przyczółkach mostowych styki szynowe są wykonywane jako styki wjazdowe z przerwą międzyszynową jako złącza wydłużalne (dylatacyjne).

Łączniki (Elektryczne połączenia stykowe). Złącza szynowe w tokach, służących do odprowadzania prądu otrzymują, w celu polepszenia przewodnictwa poprzez złącze, łączniki z drutu miedzianego, linki miedzianej lub też pasków miedzianych o przekroju 50—100 mm^2 i przechodzą albo ponad łubkami (fig. 377 — wiązanie otwarte dla szyn, leżących w bruku ulicznym) lub też leżą w komorze łubkowej pomiędzy środnikiem szyny i szyjką łubka (fig. 378 — wiązanie zakryte, dla szyn odkrytych, leżących na torowisku własnem). Oprócz tego obie szyny jednego toru i wewnętrzne szyny dwutorowej linji są ze sobą elektrycznie połączone przynajmniej co dziesiąty styk. Przy stykach spawanych łączniki te są zbyteczne. Szyny z obu stron zwrotnic i skrzyżowań muszą być również dobrze połączone ze sobą elektrycznie.

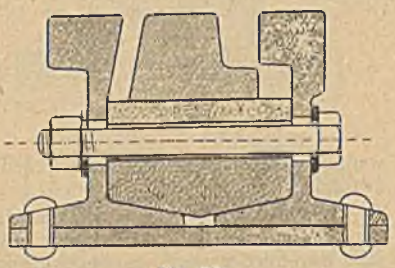


Fig. 380.

Zwrotnice i skrzyżowania. Zwrotnice dla torów tramwajowych stosuje się o pochyleniu (osi torów do siebie) 1 : 4, 1 : 5, a najczęściej 1 : 6 i o promieniu iglicy od 20 do 50 *m*; promień 50 *m* daje lepsze wyniki i ostatnio bywa stosowany najczęściej.

Zwrotnice bywają z iglicami stałemi i ruchomemi. Iglice stałe stosuje się tam, gdzie zwrotnice są przejeżdżane stale z ostrza (nie pod ostrze). Iglice ruchome posiadają długość 2,3—3,0 *m* i wysokość 30—60 *mm*. Długość zwrotnicy wynosi 3,4—4,4 *m*. Iglice wykonywane są ze stali lanej o wytrzymałości 7500 kg/cm^2 lub też ze stali kutej.

Zwrotnice wykonywa się przeważnie z szyn normalnych, w celu równomiernego zużycia torów, lub też czasem odlewa ze specjalnej możliwie twardej stali. Stalowe zwrotnice (i krzyżownice) dają nierównomierne zużycie toru i twardą po nich jazdę.

Zwrotnice z szyn normalnych składają się (fig. 379, 380 i 381) z dwóch odpowiednio doheblowanych szyn, pomiędzy któremi na płycie (łożysku iglicy) znajduje się iglica. Zamocowanie osady iglicy robi się takie, ażeby można było wymieniać iglicę bez wyłamywania bruku ulicznego. Osada iglicy wykonywa się w ten sposób, że czop, w który wchodzi osada iglicy na wcios, jest wbudowany w łożysko iglicy (fig. 382). Zamiast wykonywania na wcios, bywa stosowane też umocowanie klinowe, jak pokazane na fig. 383 (tylko dla lekkiego ruchu).

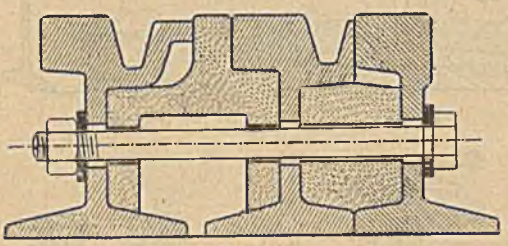


Fig. 381.

Obie iglice ruchome są ze sobą połączone przy pomocy pręta, pozwalającego regulować wzajemną ich odległość. Pręt ten umieszczony jest w od-

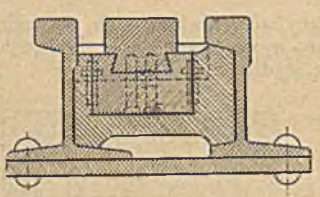


Fig. 382.

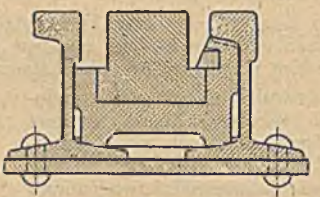


Fig. 383.

wadnianej skrzynce zwrotnicy z żeliwa, łączącej ze sobą oba korpusy zwrotnicy.

Zwrotnice stosowane są przeważnie o dwu ruchomych iglicach, zdarzają się jednak, lecz rzadziej, i o jednej ruchomej, a drugiej stałej iglicy jako zwrotnice wyjazdowe, które nie są przejeżdżane na łukach pod ostrze.

Zwrotnice przejeżdżane w obu kierunkach są urządzone do przestawiania (fig. 384 i 385) i uruchomiane przeważnie z wagonu przez motorniczego przy pomocy zwykłego drążka żelaznego.

Przy gęstym ruchu potrzebny jest specjalny zwrotniczy lub też samoczynnie przestawiane zwrotnice zapomocą prądu z sieci górnej, który uruchamia elektromagnes, ten zaś wciąga rdzeń, poruszający dźwignię, połączoną ze ściągaczem, łączącym obie iglice.

Zwrotnice wyjazdowe są wykonywane rozmykalne; doprowadzenie z powrotem do położenia pierwotnego następuje zapomocą sprężyn lub ciężarów, umieszczonych w skrzynce zwrotnicowej (fig. 386).

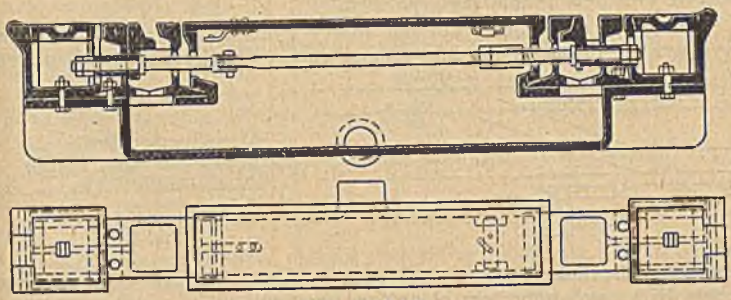


Fig. 384 i 385.

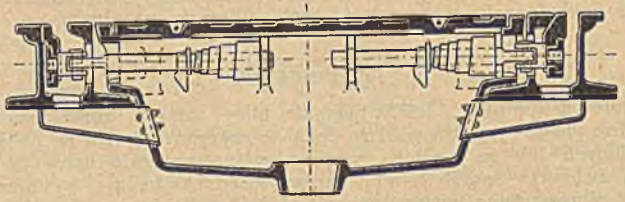


Fig. 386.

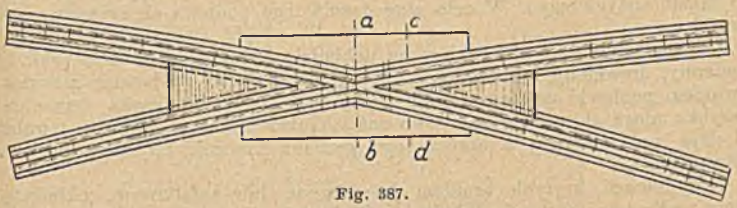


Fig. 387.

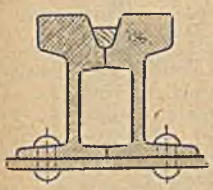


Fig. 388. Przekrój *a—b*.

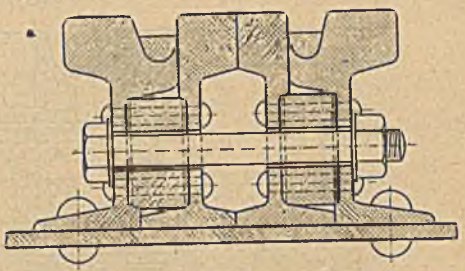


Fig. 389. Przekrój *c—d*.

Krzyżownice dla torów tramwajowych również wykon[illegible] się przeważnie z normalnych odpowiednio przyciętych i dopasowanych szyn z zastosowaniem klinów rowkowych; całość zmontowana na silnej płycie żelaznej (fig. 387—389).

Używane niekiedy krzyżownice z twardej stali lanej, w wypadkach skrzyżowania pod bardzo ostrym kątem lub kilku zbiegających się blisko siebie, posiadają tę ujemną stronę, co i takież zwrotnice, tj. nierównomierne zużycie toru oraz twardą jazdę po nich.

Rozjazdy nakładane. Rozległe roboty wymiany szyn muszą być często wykonywane również i we dnie podczas ruchu. Jeżeli niemożliwe jest skierowanie ruchu innemi ulicami i niemożliwy ruch po jednym torze, wówczas muszą być zastosowane tory objazdowe (fig. 390 i 391).

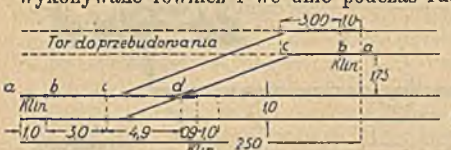


Fig. 390.

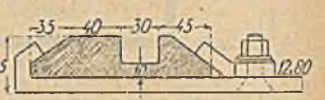


Fig. 391.

Tory objazdowe są łączone z torami eksploatacyjnemi zapomocą rozjazdów nakładanych, ułożonych na bruku ulicznym na piasku.

IV. Podtorze.

Budowa spodnia. Jeżeli pokrycie ulicy stanowi bruk kamienny na pokładzie piaskowym (bez podłoża bet.), to szyny układa się na podkładach drewnianych lub na podłożu kamiennem (na warstwie kamienia z podbiciem żwirem). Sposób ostatni, bardzo rozpowszechniony, wystarcza przy niezbyt silnym ruchu, zwłaszcza przy niedość dobrym gruncie.

Podłużne podkłady betonowe, stosowane pod każdą szynę w nawierzchni żwirowanej lub na drogach bitych lub brukowanych, dają jazdę twardą i faliste zużycie szyn. W celu złagodzenia tego podlewa się szyny warstwą asfaltu.

Na ulicach krytych brukiem na pokładzie betonowym (jako to bruk kamienny, drewniany lub asfaltowy) szyny układane są na betonie z zastosowaniem podlewki cementowej lub lepiej asfaltowej. Podlewka cementowa szybko ulega skruszeniu, asfaltowa zaś jakkolwiek droższa, jest zato trwalsza i daje jazdę miększą, a oprócz tego wymaga znacznie krótszego czasu na stwardnięcie.

W ulicach, krytych brukiem drewnianym lub asfaltowym, układa się tory według fig. 392, na podkładach podłużnych żelbetowych, do których stopa

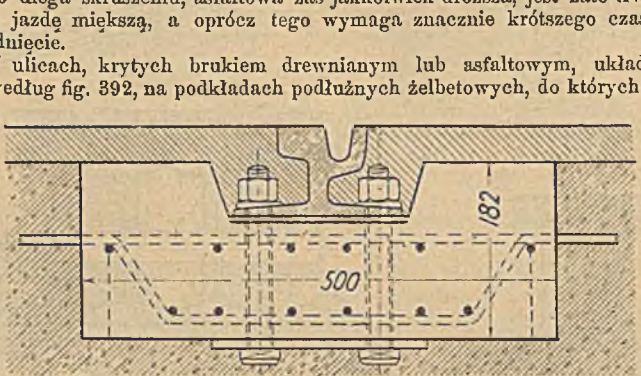


Fig. 392.

szyny jest przykręcana zapomocą śrub. Profil szyny można tu zastosować niższy, gdyż podkład betonowy zwiększa siłę nośną szyn. Wymiana szyny następuje przy tym układzie bez naruszania podkładu betonowego.

Szczegółowe przedstawienie budowy wierzchniej tramwajów podane jest w książce K. Trautvettera (patrz Literatura).

Odprowadzenie wody z torów. Woda deszczowa zbiera się w rowkach szyn i stąd musi być odprowadzona. Do tego celu służą żeliwne skrzynki odwadniające, które umieszcza się na wszystkich najniższych punktach torów, przed zwrotnicami, a pozatem w odległościach 100—200 *m* (w zależności od podłużnych pochyleń ulicy). Do skrzynek tych spływa woda z rowków szyn przez otwór 12 *cm* długości i 2 *cm* szerokości w spodzie rowka szyny. Skrzynki odwadniające są połączone z kanalizacyjnemi wpustami ulicznemi.

Oprócz tego dla odwodnienia podtorza stosowane bywają sączki.

V. Wielkość naprężeń w budowie wierzchniej torów.

Według Zimmermanna[1]) oblicza się budowę wierzchnią przy założeniu, że szyna przedstawia nieskończenie długi pręt na sprężystem podłożu i, że do rachunku wprowadzamy ciężar pojedynczy (skupiony), gdyż wpływ innych ciężarów na osiadanie jest zbyt mały (por. też dział „Nawierzchnia kolei żelaznych", str. 180 i n.).

Oznaczywszy:

y_o = osiadanie w punkcie przyłożenia ciężaru (w *cm*).

p_o = ciśnienie na podłoże w *kg/cm²* (dla żwiru 1 *kg/cm²*, dla zwykłego tłucznia 1,5 *kg/cm²*, dla najlepszego tłucznia na podłożu kamiennem 2,0 *kg/cm²*, dla betonu nie wyżej 2,0 *kg/cm²*).

C = spółczynnik podłoża czyli ciśnienie w *kg/cm²* dla każdego 1 *cm* osiadania (dla żwiru 3, dla tłucznia na podłożu kamiennem 8).

P = największe ruchome obciążenie koła (= ciśnienie koła w spokoju $\times 1{,}25$).

$2L$ = długość pręta niesprężystego zamiast nieskończenie długiego sprężystego.

b = szerokość stopy szyny.

Wówczas

$$p_o = C\,y_o \qquad y_o = \frac{p_o}{C}$$

$$y_o \frac{P}{2\,L\,C\,b}$$

$$L = \sqrt[4]{\frac{4\,E\,I}{C\,b}} \text{ (patrz Zimmermann)}$$

$$p_o = \frac{P}{2\,L\,b}$$

$$M_o = \frac{P\,L}{4} \qquad \sigma_o = \frac{M_o}{w}.$$

Spółczynnik podłoża C i przegięcie szyny w milimetrach podaje Dr. inż. Bloss[2]) (dla dwuosiowych wagonów o wadze 10 *t*):

1. Szyny rowkowe na podłożu kamiennem i tłuczniu.
   $C = 40$, przegięcie = 0,33 na drogach bitych żwirowanych
   $= 30$, „ = 0,35 w bruku.
2. Szyny rowkowe na podłużnych podkładach betonowych.
   $C = 60$, przegięcie = 0,30 w drogach bitych żwirowanych
   $= 50$, „ = 0,32 w bruku.
3. Szyny rowkowe na betonie w ulicach pokrytych asfaltem.
   $C = 120$, przegięcie = 0,08.

[1]) Handb. d. Ing.-Wissensch. V. 2.
[2]) Taschenbuch f. Bauingenieure. M. Foerster.

Przy przerwach międzyszynowych i szynach rozluzowanych C spada do 6, przegięcie zaś podnosi się do 1,2 *mm*.

Związek niemiecki tramwajów i kolejek dojazdowych zaleca dobierać moment bezwładności i szerokość stopy szyny podług wzoru

$$I = \frac{P^4 C}{64\, E\, b^3\, p^4} \text{ w } cm^4,$$

przyczem zaleca wybierać I:

1340 cm^4	przy	ciśnieniu	koła	2,5 *t*
2090 „	„	„	„	3,0 *t*
3040 „	„	„	„	3,5 *t*
4070 „	„	„	„	4,0 *t*.

VI. Opór trakcji i zużycie pracy.

a) Spółczynnik przyczepności wynosi przy ruszaniu:

dla suchych i czystych szyn 0,20—0,25 na jedn. ciężaru
„ mokrych i „ „ 0,10—0,14 „ „ „
„ „ i brudnych „ 0,05—0,6 „ „ „

Posypanie szyn piaskiem podnosi ten spółczynnik
przy śliskich szynach do 0,14
„ suchych „ „ 0,25;

w zależności od wydatności posypania. Spółczynnik przyczepności średnio można liczyć $^1/_8$—$^1/_7$ wagi.

b) Spółczynnik oporu trakcji. Przy projektowaniu nowych sieci tramwajowych można naogół przyjmować[1]) spółczynnik oporu trakcji r (w *kg* na tonnę), włączając w to opór powietrza i dodatkowy opór łuków:

r = 8—10 *kg* dla szyn Vignole'a starannie ułożonych,
r = 10—12 *kg* przy szynach rowkowych starannie ułożonych i normalnym stanie ulic,
r = 15 *kg* przy mniej starannie ułożonych torach lub źle utrzymanych i słabo oczyszczanych ulicach,
r = 20 *kg* dla źle ułożonych torów, np. torów prowizorycznych.

Na wzniesieniach zwiększa się spółczynnik oporu trakcji o tyle kilogramów, ile wynosi wzniesienie w tysiącznych, na spadkach o tyleż zmniejsza się.

Moc, jaką należy doprowadzić do pociągu poruszającego się z jednostajną prędkością na szlaku prostym i poziomym wynosi

$$P = \frac{W r \,.\, 9{,}81\, v}{\eta} \text{ wattów},$$

praca zaś zużyta na przebycie l metrów drogi

$$A = \frac{W l r \,.\, 9{,}81}{3600\, \eta} \text{ wattgodzin},$$

gdzie

W = waga pociągu w tonnach,
r = spółczynnik oporu trakcji w kilogramach na tonnę,
v = prędkość w metrach na sek.,
η = spółczynnik sprawności motorów (0,65—0,75).

Zużycie pracy na pociągokilometr w wattgodzinach będzie:

$$\frac{A \,.\, 9{,}81 \,.\, 1000}{2\, L \,.\, 3600 \,.\, 0{,}7}$$

[1]) „Tramwaje i koleje elektryczne." Inż. R. Podoski.

a na tonnę-kilometr

$$\frac{A \,.\, 9{,}81 \,.\, 1000}{2\, L\, W \,.\, 3600 \,.\, 0{,}7},$$

gdzie $A = W l r$ kilogramometrów,
$L =$ droga mierzona w metrach.

VII. Urządzenie elektryczne.

Elektrownia i podstacje. Moc elektrowni określa się na podstawie profilu podłużnego sieci tramwajowej, wzgl. kolei i graficznego planu jazdy w ten sposób, że określa się dla każdej dowolnej chwili sumę zapotrzebowania energji dla wszystkich znajdujących się na linji pociągów.

Jeżeli na danej linji mają chodzić pociągi w obie strony w odstępach czasu t minut, to średnie obciążenie elektrowni (bez strat w sieci) wyniesie

$$\frac{A \,.\, 9{,}81}{0{,}7 \,.\, 3600 \,.\, 1000} \,.\, \frac{60}{t} \text{ kilowattów}^1).$$

Na straty w sieci należy dodać 10—15%.

Moc maszyn napędowych (maszyny parowe lub turbiny wodne, motory spalinowe itd.) w KM, otrzymamy stąd przez podzielenie przez sprawność dynamomaszyn.

Wahania obciążenia elektrowni są tem większe, im rzadszy jest ruch i im znaczniejsze są wzniesienia. Stosunek maksymalnego obciążenia do średniego zależy od ilości pociągów będących równocześnie w ruchu.

Liczba pociągów w ruchu:	Stosunek maks. obciążenia do średniego
2	około 3,5—4
6	„ 2,4—2,6
10	„ 2,0—2,2
25	„ 1,6—1,7
50	„ 1,4—1,5
100 i więcej	„ 1,2—1,25

Obliczoną moc elektrowni rozdzielamy na 2—3 jednostki maszynowe w celu zabezpieczenia od przerw, a także w celu osiągnięcia lepszej sprawności maszyn przy małem i średniem zapotrzebowaniu energji z elektrowni.

Zapotrzebowanie energji (z elektrowni) przy warunkach normalnych wynosi dla tramwajów 50—70 wattgodzin na tonnokilometr i jest tem większe, im gęstsze są przystanki, dochodząc nawet do 80 wattgodzin na tonnokilometr. Zużycie energji zależnem jest w wysokim stopniu od stanu szyn czyli od pogody.

Na kolejach dojazdowych zużycie energji w zależności od warunków wynosi 30—60 wattgodzin na tonnokilometr.

Zasobniki (akumulatory) na elektrowniach są stosowane tylko w niewielkich urządzeniach. Wielkość baterji odpowiada zapotrzebowaniu pełnego ruchu w ciągu jednej godziny.

Przy bardzo rozległych sieciach lub długich linjach kolejowych stosowane są podstacje. Prąd wytworzony w elektrowni jako prąd zmienny lub trójfazowy o wysokiem napięciu doprowadzany jest do odpowiednio rozmieszczonych na linji podstacyj i tu przetwarzany przy pomocy odpowiednich maszyn na prąd stały.

Doprowadzanie prądu. Dla tramwajów i kolejek dojazdowych stosuje się przeważnie sieć górną.

System podziemny (kanałowy) w naszych warunkach klimatycznych nie nadaje się, wobec trudnego utrzymania ruchu zimą, przytem pociąga za sobą duże koszta budowy.

[1]) „Tramwaje i koleje elektryczne.“ Inż. R. Podoski.

Wagony zasobnikowe (akumulatorowe) jako niekorzystne również nie są wskazane.

Maksymalny spadek napięcia w sieci nie powinien przekraczać 18—20%.

a) Sieć górna. Przewód roboczy lub t. zw. ślizgowy składa się z drutu okrągłego lub profilowanego (w kształcie ósemki) o przekroju 50—80 mm^2, z twardej miedzi, o przewodnictwie 97% chemicznie czystej miedzi i o wytrzymałości conajmniej 4000 kg/cm^2. Dopuszczalne naprężenie drutu roboczego 1200 kg/cm^2.

Wysokość zawieszenia przewodu ponad ulicą wynosi 5—7 *m*, zazwyczaj 5,5 *m* przy największem zwisaniu, obwisanie zaś średnie 25 *cm*.

Jako najniższe zawieszenie drutu roboczego przy podprowadzeniach pod mostami i wiaduktami 4,2—4,8 *m*.

Podwieszenie drutu roboczego: zapomocą stalowych drutów poprzecznych o średnicy 5—7 *mm*, przymocowanych do słupów, wysięgów lub haków, umocowanych na ścianach budynków.

Izolacja sieci górnej zawsze podwójna: raz między drutem ślizgowym, a poprzecznym, do czego służą izolowane wieszaki, a druga pomiędzy drutem poprzecznym i punktem zawieszenia na słupie czy na haku. Używane są tu izolatory kulkowe lub sprzączkowe.

Słup drewniany nie jest uważany za izolację.

Odległość punktów zawieszenia wynosi na linji prostej 30—40 *m*, średnio 35 *m*, na łukach tem mniej, im ostrzejszy jest łuk.

Drut ślizgowy prowadzi się na łukach zapomocą jednostronnych trójkątnych lub trapezowych odciągaczy. W zależności od tego, czy jako przyrząd zbiorczy służy kółko, czy też ślizgacz na pałąku, rozróżniamy sieć dla kółka i pałąka. Pierwsza wymaga więcej punktów zawieszenia na łukach i jest bardziej skomplikowana, a mniej estetyczna, niż druga.

Przy zastosowaniu przyrządu zbiorczego ze ślizgaczem na pałąku ilość punktów zawieszenia i odciągaczy na łuku określa się z promienia toru i użytecznej szerokości ślizgacza (najlepiej wykreśleniem); na prostej linji przewód roboczy przy zastosowaniu ślizgacza prowadzony jest w linji lekko zygzakowatej, ażeby osiągnąć równomierne zużycie całej szerokości ślizgacza.

Naprężenie poziome u wierzchołka słupów określa się z największego dopuszczalnego naprężenia w przewodzie ślizgowym i pochyleniu (1 : 10) drutów odciągowych.

Przy obliczeniu słupów uwzględnia się także parcie wiatru.

Sieć cała podzielona bywa na poszczególne dzielnice, normalnie izolowane od siebie i zasilane każda przez oddzielne przewody, które są ułożone nad ziemią lub jako kable podziemne. Do izolowania od siebie dzielnic służą specjalne izolatory sekcyjne, wstawione w drut ślizgowy; w razie potrzeby dzielnice mogą być ze sobą łączone, do czego służą specjalne wyłączniki. Każda dzielnica dzieli się przy pomocy izolatorów sekcyjnych na sekcje normalnie ze sobą połączone, które mogą być w razie uszkodzeń sieci odizolowane. Długość poszczególnych sekcyj wynosi zwykle: przy tramwajach 500—600 *m*, przy kolejach nadrożnych 600—1200 *m*.

Przy kolejach nadrożnych przy większych prędkościach stosowane bywa zawieszenie sieci górnej t. zw. „łańcuchowe“, polegające na tem, że drut ślizgowy zawieszony jest na linie nośnej; odległość między słupami może dochodzić wówczas do 100 *m*.

b) Przewody dosyłowe. Tylko przy krótkich linjach o słabym ruchu wystarcza bezpośrednie doprowadzenie prądu zapomocą drutu roboczego. Większe sieci lub dłuższe linje, podzielone na poszczególne ucząstki, są łączone z elektrownią zapomocą podziemnych kabli, które mogą być pojedynczo odłączane przy tablicy rozdzielczej.

Przewody dosyłowe obliczane są na największą oszczędność według wzoru:

$$q = \sqrt{\frac{I^2 C T . 365}{K P . 1000 . 0{,}1}}$$

gdzie

q = przekrój przewodnika w mm^2;

I = średnie natężenie prądu dla danego przewodnika;

C = koszt wyprodukowanej kilowattgodziny;

T = czas w godzinach, w przeciągu którego przewodnik jest obciążony prądem I na dobę;

K = spółczynnik przewodnictwa miedzi = 57;

P = koszt jednego metra przewodnika o przekroju 1 mm^2 wraz z ułożeniem.

c) Odprowadzanie prądu przez szyny, które należy w tym celu na stykach łączyć ze sobą elektrycznie przy pomocy łączników, składających się przeważnie z krótkiego (około 1,0 *m*) drutu miedzianego miękkiego o przekroju 2×50 mm^2, wbitego w odpowiednie otwory wywiercone w końcach szyn stykających się.

Przy rozleglejszych sieciach tramwajowych lub większych odległościach odprowadzanie gromadzącego się prądu powrotnego ułatwione bywa przez kable odsyłowe w celu uniknięcia niebezpieczeństwa silnych prądów błądzących, powodujących przy obecności kwasów w ziemi zjawiska elektrolityczne, prowadzące do rozjadania i uszkodzenia podziemnych przewodów rurowych (gazowych, wodociągowych etc).

Dla uniknięcia tego przepisy bezpieczeństwa wymagają, aby różnica potencjałów między dowolnemi punktami rozgałęzionej sieci szynowej nie przekraczała 2,5 wolt; na linjach zaś wybiegających, nie leżących w obrębie sieci rurowych najwyższy spadek napięcia w szynach nie powinien przekraczać 1 wolt na kilometer.

Strata napięcia w przewodach odsyłowych musi być dla wszystkich przewodów jednakowej wielkości.

Niebezpieczna granica gęstości prądów ziemnych = 0,75 miliamp. na dm^2.

Niebezpieczeństwo prądów błądzących zmniejsza w b. znacznym stopniu system trójprzewodowy, przy którym szyny są użyte już nie jako przewód powrotny, lecz jako pośredniczący, t. zw. „zerowy“.

VIII. Tabor.

Wagony motorowe tramwajów i kolejek składają się z dwóch części: podwozia z kołami i osadzonego na nim pudła wagonu. Motory elektryczne umieszczane są w podwoziu pod pudłem wagonu. Sprężynowanie bywa podwójne, raz między osiami kół a podwoziem, drugi między podwoziem a pudłem. Lepsze są sprężyny piórkowe płaskie; sprężyny wężykowate (spiralne) dają łatwo niepożądane ruchy boczne.

Wagony tramwajowe posiadają podwozia dwuosiowe z osiami stałemi lub zwrotnemi lub też jedno- i dwuosiowe wózki na czopach obrotowych.

Zewnętrzna szerokość wagonów tramwajowych wynosi zwykle 2—2,2 *m*. Dla kolei podmiejskich bywają wagony szersze (do 2,6 *m*).

Długość wagonów i ich pojemność zależne są od wymagań ruchu. Dla linij zamiejskich zazwyczaj większe wagony niż dla ruchu miejskiego.

Mniejsze wagony są budowane dwuosiowe i posiadają do 24 miejsc siedzących i 20 stojących. Waga wagonu motorowego dwuosiowego wynosi 7—12 tonn.

Większe wagony muszą być już czteroosiowe na dwu wózkach i czopach obrotowych.

Rozstaw osi, wagi i długość wagonów motorowych por. fig. 393, 394, 395. Osie na fig. 393 są stałe, na fig. 394 zwrotne.

Średnica kół zazwyczaj 750—850 *mm*, dla wagonów zaś zamiejskich do 1000 *mm*; koła posiadają cylindryczną powierzchnię boczną, szerokość obręczy koła 70—85 *mm*, wysokość obrzeża 17—25 *mm*, jego szerokość 20—25 *mm*. Średnica osi 100 *mm* przy wagonach motorowych, 80 *mm* dla wagonów przyczepnych.

Fig. 393.

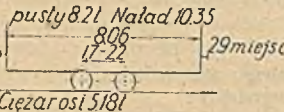


Fig. 394.

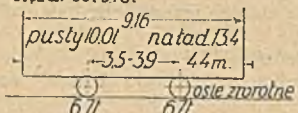
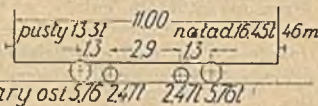


Fig. 395.



Szerokość miejsc siedzących określa się na 0,45—0,5 *m*, na jedno miejsce stojące 0,25 m^2. Wysokość pudła wagonu w świetle zwykle z boków 2 *m*, w środku zaś (nadbudowa wentylacyjna) 2,5 *m*, cała wysokość wagonu 3,2—3,8 *m*.

Długość platform 1—1,5 *m*; znajdują się 500—750 *mm* ponad główką szyny. Najniższy stopień wejścia do wagonu winien conajmniej 32 *cm* ponad główką szyny, wejścia na platformy mają szerokość 0,75—0,9 *m*.

Motory, zazwyczaj dwa na wagon po 25—50 HP każdy, zawieszone pół-sprężynowo, spoczywają połową wagi na osiach i napędzają je zapomocą przekładni zębatej 1 : 3 do 1 : 7.

Hamulce są ręczne, łańcuchowe lub śrubowe z przekładnią 1 : 100 do 1 : 200, oraz pneumatyczne i elektryczne. Hamulce elektryczne działają w ten sposób, że motory odłączone od sieci, pracując jako dynamo, wytwarzają prąd i tym samym hamują wagon; działają silnie i pewnie, a są b. proste. Przy prędkości około 25 *km* na godzinę można na szynach suchych zatrzymać wagon na przestrzeni 10—12 *m*. Dla zwiększenia siły hamowania, zwłaszcza przy szynach śliskich, posypuje się szyny piaskiem, do czego służą specjalne piasecznice, umieszczane w wagonach motorowych.

Zasadniczo stosowane są stale dwa niezależnie od siebie działające hamulce, jeden ręczny, drugi, jak dla trakcji tramwajowej, prawie wyłącznie elektryczny.

Dla dłuższych pociągów ponad trzy wagony lepszy jest hamulec pneumatyczny, gdyż elektryczny powodowałby przeciążenie motorów.

Siatka ochronna umieszczana ze strony czołowej wagonu w celu złagodzenia okaleczeń, względnie uniknięcia przejechań nie zawsze spełnia całkowicie swój cel, to też co do znaczenia tych urządzeń zdania są podzielone. Deski ochronne (zgarniacze) przed kołami wagonu są niezbędne i winny być umieszczone tak, aby ich dolny kant był ok. 7 *cm* ponad główką szyny.

IX. Budynki.

Remizy wagonowe są budowane stosownie do wielkości sieci na 100—300 wagonów na remizę, zazwyczaj z warsztatami, magazynami, pomieszczeniami dla personelu ruchu, biurami i mieszkaniami służbowemi oraz składami na sól i piasek.

Na jednym torze remizy nieprzejazdowej mieści się zazwyczaj nie więcej niż 5 wagonów.

Na linjach wybiegających, długości 6—8 *km*, wskazane są remizy oddzielne dla ograniczenia przejazdów próżnych.

Tory w remizie mają odległość 3,2—4,5 *m* (większy wymiar, o ile między torami przypadają słupy dachowe), najczęściej 3,5, wzgl. 4,0 *m*. Od-

ległość toru od ściany 2,5—3 *m*. Wysokość remizy w świetle (do zawieszenia drutu) ok. 5 *m*. Szerokość bram winna być o $2 \times 0{,}4$ *m* większa, aniżeli szerokość pudła wagonu. Każdy tor w remizie posiada kanał rewizyjny na $^1/_2$—$^2/_3$ swej długości; głębokość kanału 1,5 *m*.

Pozatem remiza winna posiadać urządzenia wodociągów i kanalizacji, ogrzewanie centralne, oświetlenie.

Tory dojazdowe do remizy winny pozwalać na wjazd i wyjazd conajmniej 60 wagonów na godzinę.

Warsztaty główne posiadają oddział montowniczy (z dołami rewizyjnemi), obrabiarnię, stolarnię, kuźnię, lakiernię oraz oddział elektryczny; często też, zwłaszcza przy większych sieciach, warsztat budowy rozjazdów. Poszczególne oddziały warsztatów są połączone torami; przesuwnice bywają tu stosowane z dobrym skutkiem w celu zaoszczędzenia miejsca.

Warsztaty główne przy małych i średniej wielkości sieciach są połączone z jedną z remiz, przy dużych sieciach są budowane niezależnie.

Wzorowe dyspozycje warsztatów tramwajowych patrz Bieber, Elektr. Kraftbetriebe und Bahnen, 1918, str. 249.

Budynek administracji. Na pomieszczenia administracji zazwyczaj przeznaczony jest oddzielny budynek. Zawiera on pomieszczenie służbowe dla naczelnika stacji, wzgl. kierownika ruchu, biuro techniczne, kasę, biuro handlowe, pomieszczenie dla konduktorów (zdawanie pieniędzy) i motorniczych, salę instrukcyjną dla nauki i często pomieszczenie dla sprzedaży biletów terminowych. Na piętrach przynajmniej dwa mieszkania służbowe, jedno dla naczelnika stacji i drugie dla szwajcara. O ile na to warunki pozwalają, również mieszkanie dla majstra warsztatów głównych i remizowego.

X. Ruch.

Prędkość jazdy. Dopuszczalna prędkość jazdy: 6—9 *km* na godzinę w miejscach niebezpiecznych i na ostrzejszych łukach, 12—15 *km* na godzinę na linjach o silnym ruchu wewnątrz miasta, 18—20 *km* na godzinę przy słabym ruchu ulicznym i szerokich ulicach, 20—25 *km* na godzinę na linjach poza miastem, 25—35 *km* na godzinę na torowisku własnem.

Przyśpieszenie przy ruszaniu przy pojedynczym wagonie motorowym 0,75 *m*/sek.^{2}, przy motorowym z jednym przyczepnym wagonem 0,55 *m*/sek.^{2}, z dwoma przyczepnymi 0,40 *m*/sek.^{2}.

Zwalnianie przy hamowaniu przy pojedynczym wagonie motorowym 1,1 *m*/sek.^{2}, przy motorowym z jednym przyczepnym 1,0 *m*/sek.^{2}, z dwoma przyczepnymi 0,9 *m*/sek.^{2}.

Odległość przystanków. W śródmieściu 150—250 *m*, na linjach podmiejskich około 300 *m*, nawet do 500 *m* na linjach wybiegających przy słabszym ruchu.

Przystanki są umieszczane zazwyczaj przed skrzyżowaniem ulic.

Przy silnym ruchu ulicznym i przy wystarczającej szerokości ulicy celowe jest urządzenie podwyższonych chodników ochronnych dla publiczności (1,5—2,0 *m* szer.).

Stosunek pomiędzy odległością przystanków, prędkością jazdy i prędkością handlową (średnia szybkość jazdy) przy zatrzymaniu na przystankach średnio 13,5 sekund, przyśpieszeniu przy ruszaniu 0,45 *m*/sek.^{2} i zwalnianiu przy hamowaniu 1,0 *m*/sek.^{2}, widoczny jest z wykresu fig. 396 i 397.

Sygnały i urządzenia zabezpieczające. Dla kolei na torowisku własnem wymaga się zazwyczaj lamp czołowych i lamp końcowych, podobnież jak i na kolejach głównych lub dojazdowych.

Przy ruchu czysto tramwajowym miejskim lamp końcowych nie używa się, lampy czołowe (reflektory) są jednak wymagane.

Skomplikowane skrzyżowania są zabezpieczane przez wartownika.

Nieprzejrzyste linje jednotorowe są zabezpieczane przez lampy sygnałowe. Na każdym końcu jednotorowego odcinka zawieszona jest lampka żarowa, która zapala się, gdy pociąg przejeżdża przez dany odcinek.

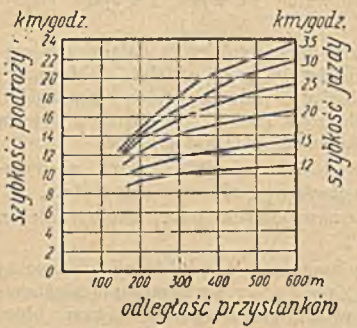


Fig. 396.

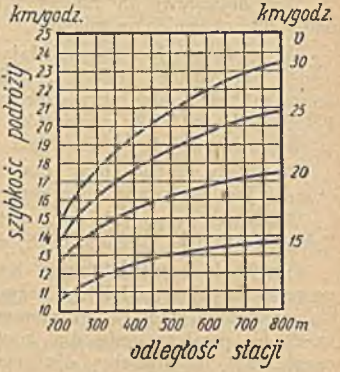


Fig. 397.

Na jednotorowych linjach kolei dojazdowych w Kolonji [1]), które przejeżdżają z większą szybkością, zastosowano podobne urządzenie zabezpieczające samoczynne, które jest uzupełnione przez sygnały skrzydłowe. Uruchomienie sygnałów i włączanie lamp odbywa się zapomocą włączników (relais), które zasilane są prądem z sieci tramwajowej.

LITERATURA.

Podoski Roman, inż.: Tramwaje i koleje elektryczne. 2 tomy. Warszawa 1922.
Blondel et Dubois: La traction électrique. Paris 1898.
Maréchal: Les chemins de fer électrique. Paris 1904.
Dawson: Electric Railways and Tramways. London 1897.
Trautvetter K.: Elektrische Straßenbahnen und straßenähnliche Vorort- und Überlandbahnen Berlin 1913.
Stecewicz I., prof.: „Stroitielnaja czast' tramwajew i wtorostiepiennych żelieznych dorog". Petersburg 1913.

Koleje miejskie szybkie.

I. Ogólne.

Oznaki charakterystyczne budowy. Charakterystyczną oznaką miejskiej kolei szybkiej (elektrycznej) w przeciwieństwie do tramwajów jest całkowicie niezależne i w innej płaszczyźnie aniżeli ruch uliczny prowadzenie kolei ze specjalnem regulowaniem porządku pociągów możliwie za pomocą samoczynnego systemu sygnałowego z wyprawianiem pociągów ze stacji zamkniętych przez blokadę.

Koleje miejskie szybkie buduje się jako nadziemne (na wiaduktach lub wiszące) albo jako podziemne na małej głębokości (poduliczne) lub na

[1]) „Zeitschrift f. Kleinbahnen", r. 1915, str. 541.

większej głębokości w tunelach sklepionych lub jeszcze głębiej jako koleje rurowe.

Przez wzgląd na zdolność przewozową, wobec zazwyczaj silnego ruchu osobowego, koleje te buduje się przeważnie jako dwutorowe.

Dla kolei miejskich szybkich nie są miarodajne normy kolei głównych.

Rodzaj ruchu. Koleje miejskie szybkie służą dla ruchu osobowego; ruch towarowy nie jest stosowany. Pociągi przeważnie jednakowego składu i jednakowej prędkości, następujące po sobie w krótkich odstępach czasu. Skład pociągów: z elektrycznych wagonów motorowych na początku i końcu pociągu i włączonych pomiędzy nimi wagonów dodatkowych.

Jako punkt wyjścia dla określenia jednostki pociągu (1—4 wagony) obiera się przypadająca na jeden pociąg frekwencja pasażerów, podczas najsłabszych godzin dnia. Zmiana pojemności pociągu w dostosowaniu do wahań ruchu przy zastosowaniu jednostki o dwu wagonach motorowych z jednym dodatkowym, łatwa do przeprowadzenia.

Napęd. Koleje miejskie szybkie przeważnie zasilane są prądem stałym o napięciu 650 - 850 wolt.

Porównanie kolei nad- i podziemnych. Koleje miejskie nadziemne na wiaduktach, jakkolwiek przyjemniejsze dla pasażera wskutek jazdy na powierzchni, są jednak przykre z powodu hałasu, jaki powodują, oraz przez zasłonięcie widoku ulicy; z tego względu są one możliwe tylko na szerokich ulicach. Odchylenie od szlaku ulic pociąga za sobą koszta wykupu gruntów. O dopuszczalności kolei górnej decyduje zazwyczaj zasada, ażeby linja od grzbietu dachu, wzgl. gzymsu dachowego domu jednej strony ulicy do dolnej krawędzi okna parterowego domu z drugiej strony ulicy, nie przecinała pomostu jezdni kolei nadziemnej.

Koleje wiszące są w tym względzie mniej skrępowane; są one dopuszczalne i na mniej szerokich ulicach swobodniejsze w prowadzeniu linji z powodu dopuszczalności ostrzejszych łuków. Wadą zaś ich są skomplikowane rozjazdy, które pozostawiają pod wzgl. technicznym jeszcze do życzenia.

Koleje podziemne rozróżniamy o trzech sposobach budowy: bezpośrednio pod powierzchnią ulicy leżącą kolej poduliczną, bardzo głęboko leżącą kolej podziemną rurową i zwykłą kolej podziemną o tunelu sklepionym na głębokości pośredniej.

Koleje podziemne poduliczne, jakkolwiek podczas budowy zazwyczaj przerywają ruch uliczny w większym lub mniejszym stopniu, nie sprawiają za to hałasu i nie zasłaniają widoku ulicy, jak nadziemne i dają wygodę pasażerom przez bliskość peronu do powierzchni ulicy. To też miasta dają przeważnie pierwszeństwo kolejom podziemnym podulicznym, mając przytem jednocześnie większą łatwość uniknięcia wykupu gruntów lub domów w razie odchylenia trasy kolei od szlaku ulic.

Koleje podziemne głębsze (o tunelu sklepionym) prawie zupełnie nie są skrępowane szerokością ulicy; wykonanie zaś budowy jest możliwe bez przeszkód dla ruchu ulicznego, a przytem najczęściej bez wszelkiego wykupu gruntów lub domów.

Najmniejsza osiągalna różnica poziomu pomiędzy powierzchnią ulicy i peronami wynosi:

przy kolejach nadziemnych . . . . . 6 *m*
„ „ wiszących . . . . . 4,6 *m*
„ „ podulicznych . . . . . 3,5 *m*.

Koszta budowy kolei nadziemnych są mniejsze, aniżeli podziemnych, zwłaszcza kolei wiszących. Koszta kolei podziemnych bardzo uzależnione od trudności wykonania wymaganych robót dodatkowych: jak przekładanie kanalizacji i innych przewodów, budowa syfonów, oraz od poziomu wód gruntowych.

II. Prowadzenie linji.

Linje poszczególne. Koleje miejskie szybkie prowadzą z jednego punktu miasta do drugiego drogą najkrótszą, możliwie prostą. Obejścia są dopuszczalne tylko dla ominięcia zabudowań temu przeszkadzających.

Jeżeli na to pozwalają warunki miejscowe, koleje miejskie szybkie winny być budowane jako linje średnicowe i powinny łączyć ze sobą główne węzły ruchu śródmiejskiego, przechodząc szlakiem głównych arteryj komunikacyjnych miasta.

Odległość linij równoległych w śródmieściu nie powinna być mniejsza, aniżeli wybrana dla tej dzielnicy odległość przystanków.

Skrzyżowania dwóch różnych linij w jednym poziomie niedopuszczalne.

Szerokość toru dla kolei miejskich szybkich stale normalna (1435 *mm*).

Obrysie zależy od wymiarów taboru; wysokość obrysia ponad główką szyny przeważnie 3,3—3,5 *m*. Szerokość wagonu należy wybierać dostateczną, gdyż od tego zależy zdolność przewozowa kolei. Szerokość wagonu 2,8 *m* pozwala na dyspozycję trzech miejsc siedzących obok siebie i środkowe przejście. Przy szerokości zaś 2,6 *m* możliwe są cztery miejsca siedzące obok siebie. Szerokość obrysia winna z obu stron posiadać przynajmniej po 0,2 *m* luzu od pudła wagonowego.

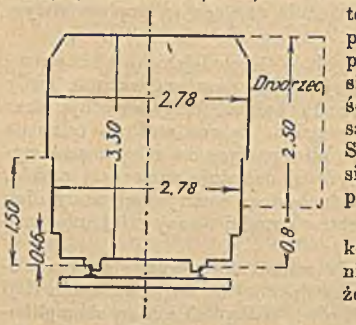


Fig. 398.

Ograniczenia tych wymiarów dla kolei podziemnych o tyle są ważne, o ile nie powodują niedogodności dla pasażerów i trudności w budowie wagonów.

Obrysie berlińskiej kolei podziemnej widoczne jest z fig. 398.

Odległość torów i szerokość podtorza. Odległość torów na szlaku prostym conajmniej równa szerokości obrysia. Przy dyspozycji słupów środkowych odległość torów należy powiększyć o szerokość słupów.

Przy określeniu szerokości podtorza pamiętać o ścieżkach dla służby drogowej. Ścieżka o szerokości 0,5—0,6 *m* w tunelach ze środkowymi słupami przypada pomiędzy torami, zazwyczaj zaś z obu stron toru. Stąd przy szerokości wagonu 2,6 *m*, odległość torów 3—3,6 *m* w zależności od tego, czy ścieżka leży pomiedzy torami, czy zewnątrz torów; całkowita zaś szerokość podtorza 6,6, wzgl. 7,0 *m*.

Pochyłości 25‰ (1 : 40) zupełnie możliwe, zaś 50‰ (1 : 20) dopuszczalne (przy trakcji elektrycznej), jeżeli przez nie ułatwione jest przejście z kolei podziemnej w nadziemną lub też układ skrzyżowań.

Silniejszych pochyłości niż 25‰ dla jazdy pod górę należy unikać.

Łuków poniżej 200 *m* promienia należy na szlaku możliwie unikać, poniżej zaś 125 *m* promienia całkowicie zaniechać.

Opór trakcji. Opór pociągu, złożonego z wagonów motorowych na prostej poziomej linji, można obliczyć z wzoru Francka, w którym opór całkowity rozłożony jest na opór zasadniczy i opór powietrza.

Opór zasadniczy w *kg*:

$$w_1 = 2{,}5\ G,$$

gdzie G = oznacza wagę pociągu w tonnach.

Opór powietrza w *kg*:

$$w_2 = F \,.\, 9{,}45\ \frac{V^2\ km/\text{godz.}}{1000},$$

wielkość F' w m^2 określa się z wzoru

$$F = F_1 + 0{,}32\,n + 0{,}015\,G,$$

gdzie F_1 — powierzchnia czołowa pierwszego wagonu w m^2,
n — ilość następnych wagonów,
G — waga pociągu w tonnach.

Przy jednotorowym tunelu opór powietrza się zwiększa. Wielkość oporu zależy od wzajemnego stosunku przekroju wagonu do przekroju tunelu.

III. Tabor.

Wagony stale z przejściem wewnątrz, na dwuosiowych wózkach obrotowych i o możliwie dużej ilości (2—3 z każdej strony) drzwi bocznych, rozsuwanych w podłużnych ścianach wagonu. Siedzenia poprzeczne na kolejach nadziemnych przyjemniejsze, na podziemnych zaś niecelowe. Dostateczna przestrzeń na miejsca stojące w pobliżu drzwi niezbędna. Rzut poziomy wagonów patrz fig. 399, 400 i 401.

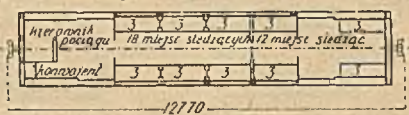


Fig. 399.

Fig. 400.

Szerokość wagonu (patrz „Obrysie“, str. 302) stopniowo dochodzi do 3,1 m. Długość wagonów początkowo 12 m, stopniowo dochodzi do 20 m. Całkowita wysokość 3,1—3,3 m.

Fig. 401.

Pudła wagonowe z żelaza. Odległość osi wózków obrotowych 1650 do 2000 mm. Odległość środka wózków obrotowych 6—8 m.

Na 1 m długości pociągu przypada przy 2,6 m szerokości wagonu 7 miejsc, przy 3,1 m szerokości wagonu — 9 miejsc. Na jedno miejsce siedzące potrzeba 0,4 m^2, na jedno stojące 0,25 m^2.

Waga wagonu motorowego na jedno miejsce wynosi 700—800 kg, dla wozu dodatkowego 300—400 kg. Obciążenie osi wagonów motorowych przeważnie 6—7 tonn, osi zaś potocznych wagonów dodatkowych 4—5 tonn.

IV. Budowa wierzchnia i jezdni.

Wierzchnia. Ze względu na obciążenia (patrz fig. 402) należy wybierać szynę o wadze 30—50 kg na 1 m b.; odległość podkładów poprzecznych średnio 60—75 cm.

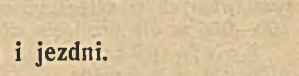


Fig. 402.

Statyczne obliczenie budowy wierzchniej według zasad, podanych w dziale „Budowa i utrzymanie toru“, str. 180 i n.

Podłoże winno być z najlepszego tłucznia.

Układ budowy jezdni. (Porównanie różnych sposobów budowy.) Na fig. 403 pokazane są różne układy budowy kolei szybkich w poprzecznym przekroju ulicy.

Koleje nadziemne na terenie własnym buduje się przeważnie na sklepionych wiaduktach. Wiadukt sklepiony zazwyczaj wypada drożej niż nasyp ziemny pomiędzy dwoma ścianami oporowemi, jednakże ten sposób budowy bywa często stosowany, gdyż przez wykonanie wiaduktu powstają pomieszczenia do wykorzystania.

Dla kolei nadziemnych, które prowadzone są na środkowym pasie szerokiej ulicy, stosowane są konstrukcje żelbetowe lub też możliwie mało zasłaniające widok ulicy, konstrukcje żelazne.

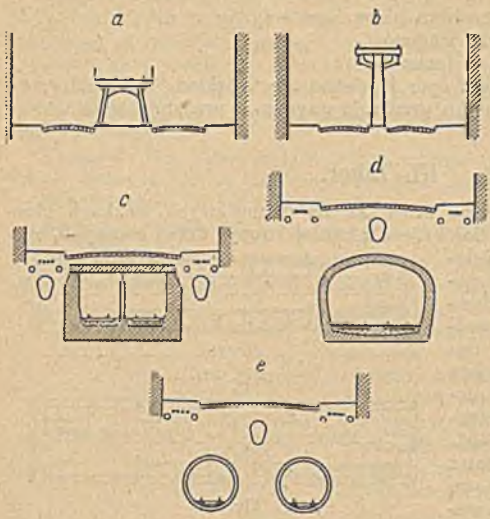


Fig. 403.

Odległość podłużna podpór kolei nadziemnej bywa 10—25 *m*, w zależności od wysokości wiaduktu i głębokości, na jakiej znajduje się grunt stały.

Dźwigary podłużne najlepiej jako belki kratowe lub blachownice; całość w formie wysmukłej i spokojnej. Odpowiednia waga żelaza 1,2—1,8 tonn na *m* b.

Siły poziome przenosi się na filary kamienne, ustawione na skrzyżowaniach ulic, które należy przejść możliwie jednem przęsłem mostowem, lub też do oddzielnych filarów stałych; pozatem w nowszych konstrukcjach filary wahadłowe bramiaste. — Jezdnia nieprzepuszczająca wody i tłumiąca hałas.

Obliczenie statyczne wiaduktów na zasadach przyjętych dla kolei głównych.

Koleje wiszące (typu Langen'a). Szyna jezdna spoczywa na podłużnych dźwigarach dwuteowych. Wagony wiszą na szynie jezdnej na dwukółkowych wózkach obrotowych, przyczem rama wózka obrotowego obchwytuje szynę i dźwigar szynowy z takim luzem, że dwukrzyżowe koła nie mogą się unieść ani spaść z szyny; przy jeździe na łukach wagony odchylają się swobodnie. Wykonane jako kolej miejska dotąd tylko w Vohwinkel-Elberfeld-Barmen. Dźwigary na podporach wahadłowych bramiastych, rozstawionych w odległościach co 20—30 *m*. Jarzma stale zakotwione co 200—300 *m* dla przejęcia sił podłużnych.

Koleje podziemne. Przekroje poprzeczne kilku kolei podziemnych widoczne są z fig. 404.

Koleje podziemne poduliczne bezpośrednio pod powierzchnią ulicy. Pokrycie ponad tunelem (od powierzchni jezdnej ulicy do górnego zewnętrznego kantu stropu tunelu) conajmniej 70 *cm*.

Ściany i spód tunelu przeważnie z betonu. Strop zw. płaski żelbetowy lub sklepiony (z cegły lub betonu) między dźwigarami. Przy dwutorowych tunelach dźwigary poprzeczne również podparte zapomocą podłużnych podciągów na słupach żelaznych, umieszczonych między torami (fig. 404 *h*).

Koleje podziemne ze stropem sklepionym tunelu możliwe, jeżeli pomiędzy górnem ograniczeniem prześwitu i powierzchnią ulicy conajmniej 1,5 *m* (patrz fig. 405) w zależności od urządzeń kanalizacyjnych, oraz głębokości, na jakiej się znajdują wody gruntowe.

Przy zagłębieniu tunelu w wody gruntowe nieodzowne w ścianach i spodzia (często i w sklepieniu) tunelu osłony z kilku warstw tektury smołowcowej z obu stron dobrze posmarowanych smołą, całkowicie osłonięte murem lub betonem i nigdzie nieprzebite przez części żelazne.

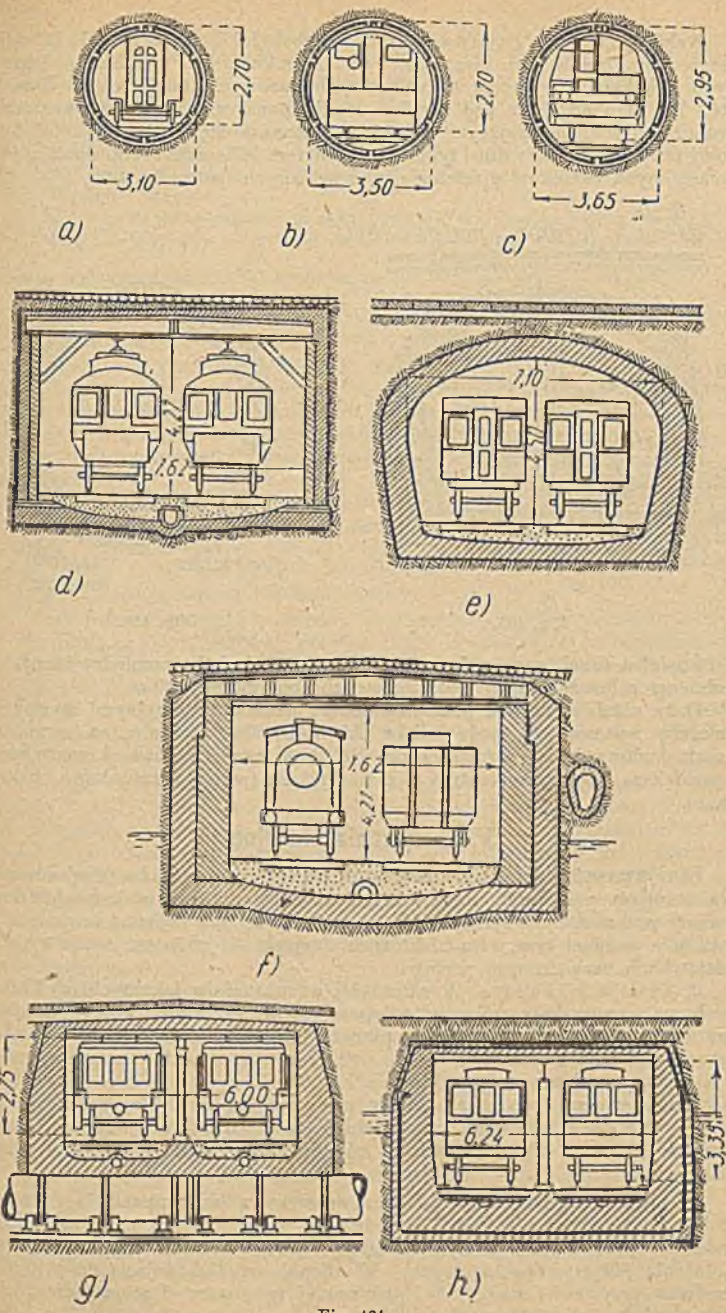
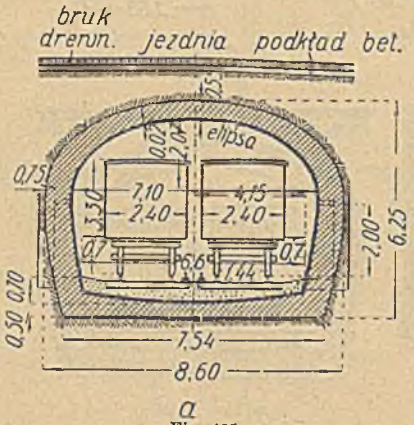

2,70
3,10
a)
2,70
3,50
b)
2,95
3,65
c)
4,27
1,62
d)
1,10
e)
1,62
4,27
f)
2,75
6,00
g)
6,24
3,35
h)

Fig. 404.

Koleje podziemne rurowe na dużej głębokości (do 25 *m*) w celu łatwiejszego prowadzenia linji niezależnie od kierunku ulic i urządzeń podziemnych (jak kanalizacyjnych, wodociągowych, gazowych, fundamentów domów etc.) lub jako podejścia pod korytem rzeki, dopuszczalne tylko w warstwach gruntu stałych, nie dających obawy opuszczania się gruntu wskutek budowy tunelowej. Każdy tunel tylko na jeden tor; osłona tunelu złożona z poszczególnych odcinków pierścieniowych żeliwnych (patrz fig. 406).



a

Fig. 405.

Fig. 406.

Średnica tuneli rurowych (patrz fig. 404) w świetle pomiędzy kantami kołnierzy osłon żelaznych pierścieniowych conajmniej 3,20 *m*.

Duża różnica poziomu pomiędzy ulicą i peronami stacyjnymi wywołuje potrzebę zastosowania podnośników (dźwigów) dla pasażerów, co zwiększa koszta budowy i eksploatacji. Duża głębokość utrudnia również wentylację i powiększa niebezpieczeństwo w razie pożaru (wyjścia ratunkowe wskazane).

V. Urządzenia stacyjne.

Stacje pasażerskie: Układ torów. 1. Stacje pośrednie (przejazdowe). Na stacjach pośrednich linja dwutorowa zazwyczaj prowadzona jest bez zmiany przez stację; zjazdy międzytorowe służą dla objazdu w razie zamknięcia jednego toru. Na niektórych stacjach — jeden tor zapasowy dla odstawiania uszkodzonego pociągu.

2. Stacje końcowe. W zależności od warunków lokalnych. *a*) Układ czołowy, wymagający najmniej miejsca, lub *b*) w formie pętlicy (promień nie mniej niż 30 *m*) możliwe na placach lub przez objazd bloku zabudowanego. Stacje końcowe w formie pętlicy są przeważnie tam stosowane, gdzie nie przewidnje się przedłużenia linji.

Przy wyborze typu stacji należy mieć wzgląd na dalszy rozwój linji; z tego powodu zakończenia kolei szybkiej należy traktować jako urządzenia czasowe, gdyż z rozwojem miasta również i linje kolei stopniowo przedłuża się.

Układ peronów. Perony położone nazewnątrz torów umożliwiają prostolinijne przeprowadzenie torów bez odchyleń osi ich na stacjach i pozwalają na łatwe przedłużanie peronów w miarę rozwoju ruchu i wywołanego tem położenia jednostek pociągowych. W ulicach wąskich dojścia do peronów zarówno przy kolei nad-, jak i podziemnej są prostsze i mogą prowadzić bezpośrednio z chodników ulicznych.

Perony położone wewnątrz torów (perony środkowe, t. zw. wysepkowe) dają oszczędność na obsłudze stacyjnej. Cała szerokość stacji wypada nieco mniejsza. Peron międzytorowy pociąga jednak za sobą rozsunięcie osi torów, przez co budowa podtorza zajmuje więcej miejsca na ulicy; przy kolei nadziemnej pociąga to za sobą pewne konsekwencje, gdyż dla konstrukcji dźwigającej wynikają większe nieregularności. Przy kolejach podziemnych rurowych przeważnie perony międzytorowe wobec prowadzenia każdego toru w oddzielnym tunelu.

Celowa jest jednostajność układu peronów w obrębie jednej linji.

Długość peronów nieco większa aniżeli jednostek pociągowych. Na kolejach nadziemnych perony kryte są na $\frac{1}{2} - \frac{5}{4}$ długości pociągów.

Użyteczna szerokość peronów wynosi: przy peronach zewnętrznych 3—4 *m*, przy peronach między torami 5—7 *m*.

Dojścia do peronów (schody): krótkie, przejrzyste, prostolinijne, pokryte i takie, ażeby kierunek prądu publiczności nie krzyżował się. Najlepiej całkowicie oddzielne wejście i wyjście (fig. 407).

Szerokość schodów doprowadzających do peronów zależna od frekwencji; przy wykorzystaniu w jednym kierunku 2,5 *m*, w dwóch kierunkach zaś ze środkową barjerą rozdzielającą 5—8 *m* (wyjątkowo) szerokości. Co do celowości barjery rozdzielającej zdania są podzielone. Wylot schodów najlepiej bezpośrednio na chodnik uliczny.

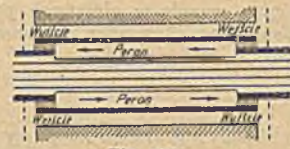


Fig. 407.

Przy różnicy poziomu pomiędzy powierzchnią ulicy i peronem do 9 *m* wystarczają zwykłe schody; przytem hale z okienkami nadawczemi dla sprzedaży biletów mieszczą się w połowie wysokości schodów. Przy większych różnicach poziomów obok zwykłych schodów stosowane są schody ruchome. Przy różnicy wysokości ponad 12 *m* podnośniki (bez oddzielnej za to zapłaty), oprócz tego schody na wypadek przerw w ruchu. Przy zastosowaniu podnośników sprzedaż biletów w poziomie ulicy.

Stacje oporządcze, warsztaty i magazyn. Dla ułatwienia i zmniejszenia kosztów rewizji stacje oporządcze dla kilku linij, a nawet dla całej sieci bywają połączone w jednym punkcie. Z powodu wymaganego na ten cel dużego terenu z natury rzeczy muszą być lokowane w dzielnicach zewnętrznych miasta. Przy dłuższych linjach oprócz tego urządza się pomniejsze stacje oporządcze na stacjach krańcowych w celu uniknięcia przebiegu pustych wagonów. Zarówno dla kolei nad-, jak i podziemnej stacje oporządcze urządza się w poziomie terenu w celu zmniejszenia kosztów budowy.

Z budynków na stacji oporządczej są konieczne:

Domek nastawczy ze stacyjnem pomieszczeniem służbowem; wozownia (remiza), przy której dołączone są warsztaty podręczne, pomieszczenia dla obsługi pociągowej, pucerów i pracowników warsztatowych; magazyn; budynek dla administracji; klozety; urządzenia ogrzewania centralnego.

Budynek dla administracji zawiera też pomieszczenia dla majstra wagonowego i warsztatowego. Pomieszczenia dla pozostałej służby, jak szatnia, jadalnia, umywalnia i kąpiele, mogą być urządzone albo w różnych miejscach stacji oporządczej jako samodzielne budynki lub też jako dobudowa przy remizie lub połączone w jednym budynku.

Magazyn na materjały warsztatowe buduje się jako obszerny kilkopiętrowy budynek z połączeniem kolejowem, podjazdem dla wozów i windą. Obszerna piwnica pod magazynem lub oddzielny budynek na smary.

Remiza musi być całkowicie ogniotrwała bez użycia drzewa lub żelaza nieosłoniętego, więc albo z żelaza osłoniętego (w murze), albo

z żelbetu. Odległość torów w remizie 4,5—5,5 *m*. Doły rewizyjne zaleca się na całej długości remizy.

Ze względu na pobliskie warsztaty główne urządzenia warsztatu na stacji oporządczej są znacznie ograniczone. Tory ustawcze wagonowe w warsztatach głównych winny pomieścić 7—8% całego taboru wagonowego. Bezpośrednie połączenie torów eksploatacyjnych z torami warsztatów głównych nie jest konieczne; mogą one być udostępniane przez tor wyciągowy lub przesuwnicę.

Odległość przystanków w śródmieściu 600—700 *m*; w dzielnicy zaś handlowej, zwłaszcza, jeżeli kolej szybka ma zastąpić komunikację w poziomie ulicy, należy odległość przystanków celowo zmniejszyć na 500—600 *m* (wyjątkowo do 400 *m*).

Nazewnątrz miasta odległość przystanków zwiększa się stopniowo, dochodząc w dzielnicach zewnętrznych, graniczących ze śródmieściem do 700—800 *m*, dalej zaś nazewnątrz miasta w dzielnicach o zabudowaniu rozrzuconem do 900—1000 *m*, a nawet do 1500 *m*.

Przystanki o ile możności na placach i skrzyżowaniach ulic o dużym ruchu, wogóle w głównych punktach ruchu z możliwie małą różnicą poziomu pomiędzy ulicą, a peronem. Powinny znajdować się nie na łukach, lecz na linji prostej.

VI. Ruch.

Przyspieszenie przy ruszaniu i zwolnienie przy hamowaniu. Średnie przyspieszenie przy ruszaniu w granicach 0,5—0,67 *m*/sek.^{2}, zwalnianie przy hamowaniu max. 1 *m*/sek.^{2}. W celu zwiększenia prędkości jazdy przyspieszenie przy ruszaniu na kolejach podziemnych często wspomagane położeniem stacji w punktach wierzchołkowych profilu podłużnego.

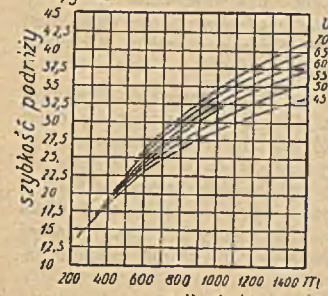


Fig. 408.

Prędkość jazdy. Maksymalna prędkość jazdy 40—50 *km* na godzinę, średnia pomiędzy przystankami około 35, handlowa zaś, włączając postój na przystankach, 25—30 *km*/godz.

Zależność pomiędzy odległością przystanków, prędkością jazdy i prędkością handlową wykazuje fig. 408 przy przyspieszeniu przy ruszaniu 0,5 *m*/sek.^{2}, zwalnianiu przy hamowaniu 1,0 *m*/sek.^{2} i postoju na przystankach 25 sek. (przy zastosowaniu celowo zbudowanych wagonów).

Największa gęstość pociągów. Zużycie czasu na przystankach przez dojazd, postój (25 sek.) i odjazd, conajmniej 100 sek., zatem najw. osiągalna gęstość pociągów ok. 2 min. Normalna odległość pociągów nie więcej niż 5 min. Rozkład jazdy na kolejach miejskich szybkich (w śródmieściu) może się zatem wahać od 2 do 5 min.

Sygnalizacja i urządzenia zabezpieczające. Duża prędkość jazdy i krótkie odstępy pociągów wymagają koniecznie stosowania całkowicie samoczynnych urządzeń zabezpieczających prawidłowość ruchu.

Na kolejach miejskich szybkich wymagany jest kompletny system blokowy i doskonałe urządzenia sygnałowe. Wszystkie stacje winny być zaopatrzone w sygnały wjazdowe i wyjazdowe. Zwrotnice i sygnały poruszane elektrycznością lub powietrzem ścieśnionem; w tem ostatniem przy rozrządzaniu elektrycznem. Sygnały optyczne: na szlaku otwartym jako semafory (sygnały ramienne). W tunelach stosowane sygnały świetlne (czerwone i zielone).

Przy blokadzie obsługiwanej ręcznie daje się przeprowadzić gęstość pociągów co 2 min., przy samoczynnej co $1^1/_2$ min., przyjmując czas postoju pociągu na stacji 25 sek.

Stacje pomiędzy sobą, a zwłaszcza obie sąsiednie, winny mieć połączenie telefoniczne. Dla kolei podziemnych są oprócz tego konieczne dobre urządzenia alarmowe i ratunkowe na wypadek pożaru.

VII. Koszta budowy.

Przybliżone cyfry kosztów budowy (z czasów przedwojennych w Niemczech) wedle G. Schimpffa[1]) (przeliczone na złote):

	Koszta budowy podtorza w zł/km	Koszta budowy przystanków, jako dodatek do kosztów poprzedniej rubryki zł
1. Wiadukt sklepiony	900.000—1,500.000	300.000— 430.000
2. „ żelazny:		
a) w ulicy	1,200.000—1,900.000	250.000— 370.000
b) z mostem o dużej rozpiętości	3,000.000—6,000.000	—
3. Wiadukt kolei wiszącej . .	1,100.000—1,500.000	300.000— 430.000
4. Kolej w tunelu sklepionym	1,200.000—5,000.000	600.000— 950.000
5. Kolej poduliczna:		
a) na środkowym pasie szerokiej ulicy	2,400.000—3,700.000	500.000— 700.000
b) w wąskich ulicach . . .	5,000.000—7,500.000	—
c) dodatek w razie wód gruntowych	2,400.000—5,000.000	750.000—1,000.000
6. Kolej w tunelu głębokim .	3,700.000—6,000.000	1,000.000—1,500.000

Koszta urządzeń na kilometr (również wzięte z czasów przedwojennych w Niemczech i przeliczone na złote):

1. Budowa wierzchnia	100.000—125.000	złotych
2. Urządzenia zabezpieczające . . .	30.000— 95.000	„
3. Elektrownia	180.000—370.000	„
4. Doprowadzenie prądu	90.000—190.000	„
5. Warsztaty i remizy	90.000—190.000	„
6. Tabor	370.000—670.000	„

Koszta placów przytem nie są uwzględnione.

Petersen podaje regułę (odnoszącą się do warunków przedwojennych w Niemczech) następującą: ażeby kolej dawała dochód, powinna wypaść ilość pasażerów, przewieziona w ciągu roku na kilometr, conajmniej równa kosztom budowy w markach (niem. przedw.).

LITERATURA.

Hervieu: Le chemin de fer metropolitain municipal de Paris. Paris 1903.
Gerlach: Die elektrische Untergrundbahn der Stadt Schöneberg. Berlin 1911.
Kemmann: Die Entwicklung der städtischen Schnellbahnen seit Einführung der Elektrizität. Düsseldorf 1914.
Macholl: Profilgestaltung bei Untergrundbahnen. Berlin und München 1914.
Musil: Die Schnellbahnen der Vereinigten Staaten von Amerika. Wiesbaden 1913.
Schimpf: Die städtischen Verkehrsmittel. Berlin 1921.

[1]) „Wirtschaftliche Betrachtungen über Stadt- und Vorortbahnen."

Koleje strome.

I. Koleje zębate.

Ustrój ogólny. W osi toru z gładkiemi szynami ułożona jest szyna zębata, o którą zaczepiają zazębione koła pędowe lokomotywy lub wozu motorowego. W ten sposób umożliwione jest pokonywanie spadków, nie osiągalnych na kolejach adhezyjnych.

Istnieją koleje wyłącznie zębate, posiadające szynę zębatą na całej długości i koleje z ruchem mieszanym, mające naprzemian szlaki adhezyjne i zębate.

Ruch przeważnie parowy, ale stosowana i trakcja elektryczna.

Na kolejach wyłącznie zębatych pociąg składa się z lokomotywy i 1—3 wozów, albo z jednego wozu motorowego i jednego doczepionego. Lokomotywa zawsze od dołu dla bezpieczeństwa i ochrony sprzęgieł. Wozy zw. nie sprzęgnięte z lokomotywą, chyba na bardzo zmiennych spadkach. Chyżość jazdy 6—12 *km*/godz., zw. ok. 9 *km*/godz. Szerokość toru najwłaściwsza 1000 *mm*; stosowana dawniej 800 *mm* okazała się zbyt małą. Najmniejsze promienie 60—80 *m*, lepiej 80 *m*. Zaleca się stosowanie jednego promienia dla wszystkich łuków, a przynajmniej niewiele rodzajów, celem zmniejszenia ilości różnych części zapasowych. Poszerzenie toru tylko w tych łukach, gdzie zwykła gra między rąbkami kół i szynami nie wystarcza, najwyżej 14 *mm*, celem zapewnienia należytego odstępu między płaszczyznami bocznemi szyn i kół zębatych. Zaleca się stosowanie przechyłki toru i krzywej przejściowej, jak na kolejach adhezyjnych Spadki na torze o szerokości normalnej, gdy przechodzą nań wozy kolei głównych nie ponad 100‰; gdy wozy kolei głównych nie przechodzą (więc i na wąskim torze) nie ponad 250‰ przy szynie z pionowemi zębami. Przy szynie z zębami poziomemi (system Lochera) dopuszczalne spadki większe. Wyokrąglenie załomów spadków promieniem 500—1000 *m*.

Na kolejach z ruchem mieszanym chyżość na szlakach zębatych 7—15 *km*/godz., najczęściej 9—12 *km*/godz., na szlakach adhezyjnych 15—45 *km*/godz., zw. 25—30 *km*/godz. Stosunek spadków 1 : 2 do 1 : 3, średnio 1 : 2,5.

Odpowiedni stosunek spadku na szlaku zębatym s_z do spadku szlaku adhezyjnego s_a określa wzór

$$s_z = c\, s_a + (c\, w_0{}^a - w_0{}^z), \text{ gdzie}$$

$$c = \frac{w_0{}^z + s_z}{w_0{}^a + s_a},$$

przyczem $w_0{}^a$ i $w_0{}^z$ = spółczynniki oporu ruchu na torze prostym i poziomym szlaku adhezyjnego i zębatego.

Średnie wartości $w_0{}^z$: dla lokomotywy 16—30 *kg*/*t*, dla wagonów 4—8 *kg*/*t*; *c* waha dla istniejących lokomotyw dla ruchu mieszanego między 1,5 i 2,5, przeważnie nieco większe od 2,0.

Wyokrąglenie załomów spadków na szlakach adhezyjnych promieniem 2000 *m*. U podnóża szlaków zębatych trzeba przestawiać lokomotywę na tył pociągu. Uniknąć można tego przestawiania na początku szlaków zębatych przez zastosowanie trójkątów łukowych, a w punktach szczytowych między dwoma szlakami zębatemi zapomocą ostrych zwrotów. Szerokość toru normalna, gdy mają przechodzić wozy kolei głównych, zresztą 1000 *mm*. Krzywizny przy torze normalnym na szlakach adhezyjnych 240—180 *m*, na zębatych 280—180 *m*, przy torze wąskim 150—80 *m*.

Podtorze. Koniecznym warunkiem stałość i znaczna wytrzymałość; ważne dobre odwodnienie. Przejazdy w poziomie szyn dopuszczalne, lecz

nie zalecane; przez założenie otwartych kanałów pod szyną zębatą należy zapobiegać zanieczyszczeniu szyny zębatej na przejazdach.

Tor. Ułożenie toru w żwirówce z dobrego tłucznia, przepuszczalnego i nie wytwarzającego pyłu. Grubość jej conajmniej 200 *mm* pod podkładami. Szeroka żwirówka, ujęta obustronnem obmurowaniem, stawia skuteczny opór wędrówce toru nawet na silnych spadkach. Podkłady żelazne lepsze od drewnianych. Na spadkach ponad 100‰ zaleca się podłużne połączenie podkładów. Migracji toru zapobiec można przez zakotwienie. W odstępach co 50—100 *m* wpuszczone w podtorze bloki betonowe, a w nich kawałki szyn długie 1,0 *m*, tak, że górny koniec szyny opiera się o dolne ramię podkładu. W ten sposób przesunięcie toru jest uniemożliwione, przyczem pionowe ruchy toru nie doznają żadnej przeszkody. W każdym przekroju dwie takie podpory symetrycznie względem osi toru. Ubezpieczenie to wystarcza do 250‰. Przy większych spadkach wykonujemy podtorze murowane z silnem zakotwieniem toru.

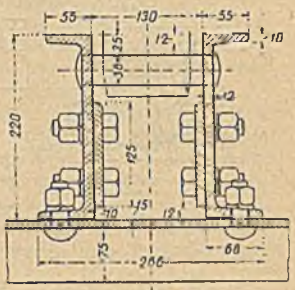


Fig. 409.

Szyna zębata. *a*) Szyna Riggenbacha ma kształt drabiny. Zęby o przekroju trapezowym, osadzone w ściance kształtowników ⊏ i zanitowane na zimno. Odstęp zębów (80)—100 *mm*. Długość szyny 3,0—3,5 *m*, celem uzyskania małej zmienności wymiaru szpary stykowej i ułatwienia transportu. Górna krawędź wzniesiona 50—90 *mm* ponad szyny toru gładkiego celem ochrony przed kurzem i ułatwienia konstrukcji rozjazdów. Wysoka szyna ułożona wprost na podkładzie (fig. 409), niska za pośrednictwem siodełek (fig. 410).

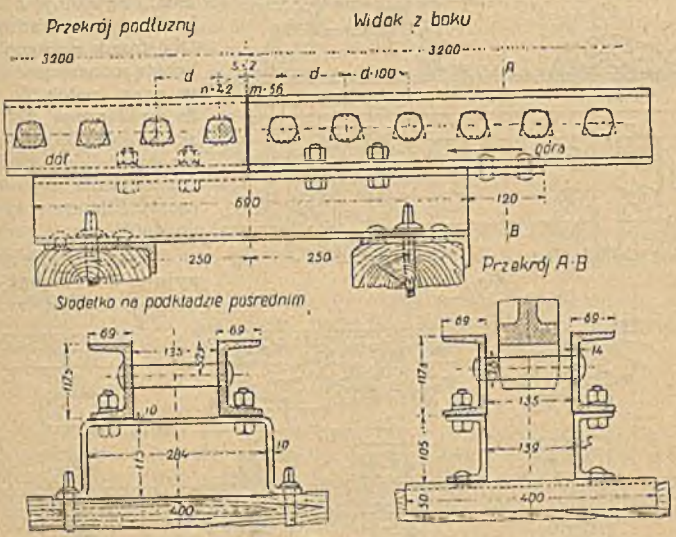


Fig. 410.

b) Szyna Struba (fig. 411) ma wysoką główkę, w której wycięte są zęby. Zalety: prostota; łatwość wiązania silnemi łubkami; łatwe i silne związanie z podkładami; główka szeroka, więc zęby dostatecznie szerokie

przy stosunkowo nieznacznym ciężarze szyny; łatwość zastosowania kleszczy, nie dopuszczających do wytoczenia się koła zębatego na szynę.

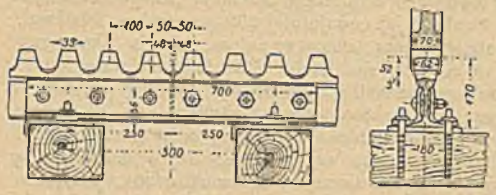


Fig. 411.

c) Szyna Abta (fig. 412), zbudowana z dwóch, niekiedy z trzech blach płaskich z wyciętemi zębami, osadzonych w stołeczkach. Zęby poszczególnych blach przestawione o $^1/_2$, wzgl. o $^1/_3$ szerokości zęba.

Koło zębate posiada również obręcz złożoną z 2 lub 3 pasów zazębionych z zębami przestawionemi. Korzyść w rozdziale ciśnienia na większą ilość zębów, które wskutek tego mogą być drobniejsze, więc ruch spokojniejszy.

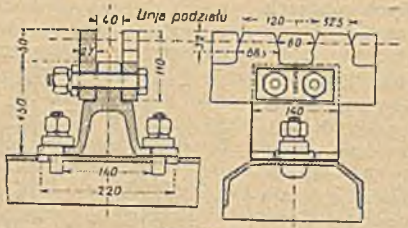


Fig. 412.

d) Szyna Lochera (fig. 413). Płyta stalowa z wyciętemi obustronnie poziomemi zębami, przymocowana do trapezowego podkładu podłużnego, a ten kątownikami związany z podkładami poprzecznemi. Obustronne poziome koła zębate umocowane silnie w swem położeniu tak, że wykluczone jest wyskoczenie zębów. Nadaje się do wielkich spadków (zastosowana na kolei na szczyt Pilatusa w spadku do 480‰).

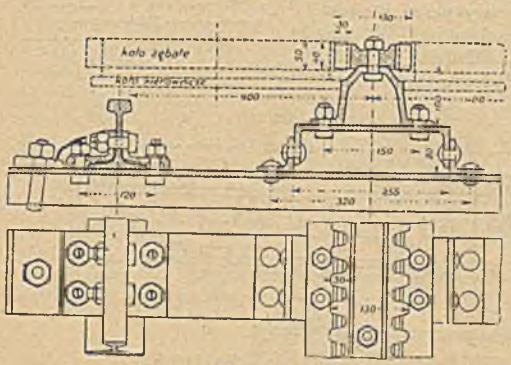


Fig. 413.

Wjazd z toru adhezyjnego na zębaty zabezpieczony krótszą szyną zębatą, ułożoną sprężyście (fig. 414) z zębami stopniowo zwężającemi się i coraz wyższemi. W ten sposób zaczepienie zębów koła i szyny nastąpi pewnie i łagodnie.

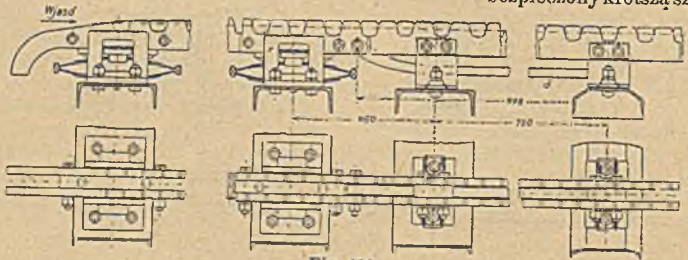


Fig. 414.

Połączenia torów. Na kolejach o ruchu mieszanym rozjazdy wyłącznie w torach adhezyjnych. Połączenia torów kolei zębatych uskuteczniano dawniej zapomocą przesuwnic. Obecnie powszechnie rozjazdy z szyną zębatą stałą lub ruchomą, w miejscach skrzyżowania z szynami gładkiemi. W pierwszym wypadku szyna zębata doznaje przerwy, a dla utrzymania ciągłości w zaczepianiu zębów potrzebna większa ilość kół zębatych; w drugim przypadku ciągłość szyny zębatej uzyskuje się przez ułożenie ruchomych kawałków, stykających się nad szyną gładką i związanych z przyrządem zwrotniczym. Promienie łuków na rozjazdach 80—180 *m*.

Pojazdy. Lokomotywy kolei wyłącznie zębatych stosunkowo lekkie, z mechanizmem pędowym uruchomiającym tylko koła zębate. W tym wypadku szyna zębata potrzebna wszędzie, a więc w remizach, na przesuwnicach i na obrotnicach. Ilość kół zębatych 1—3. Przy jednem kole stale osobne koło zębate do hamowania. Przy napędzie elektrycznym korzystny na kolejach wyłącznie zębatych prąd zmienny wobec stałej szybkości jazdy, ale częściej stosowany prąd stały z powodu łatwości urządzenia przewodów nadziemnych. Lokomotywy kolei o ruchu mieszanym otrzymują znaczny ciężar i osobne mechanizmy pędowe: adhezyjny i zębaty.

Lokomotywy otrzymują zwykle trzy niezależne od siebie hamulce, z tych jeden automatyczny. Ustroje: hamulce na koło zębatem w postaci opaski lub klocka, naciskających na tarczę hamulcową, osadzoną na osi koła; sanki hamulcze; hamulce powietrzne i z odwrotnem ciśnieniem: cylinder parowy pracuje jak pompa powietrzna; hamulce elektryczne: motor wytwarza prąd. Automatyczne hamulce: zaczynają działać przy przekroczeniu dozwolonej chyżości najczęściej pod wpływem siły odśrodkowej; przy lokomotywach elektrycznych równoczesne przerwanie prądu.

Wozy zwykle lekkie, opatrzone zwykłemi hamulcami klockowemi, działającemi na obręcz koła, prócz tego przy niektórych cięższych wozach jeszcze hamulec ręczny, działający na koło zębate.

Wpływ spadku na wielkość oporu w *kg/t*: 1000 sin α, jeśli α oznacza kąt nachylenia toru do poziomu.

Nacisk P na ząb przy jeździe pod górę równa się całkowitemu oporowi ruchu

$$W = (L + Q)\ (w_0 + \sin \alpha),$$

zaś przy jeździe w dół średniej sile hamowania B:

$$B\,kg = 1000\ (L + Q)\left(\frac{3\,v}{2\,g\,t} + \sin \alpha\right),$$

przyczem L oznacza ciężar lokomotywy, Q ciężar wozów w tonnach, v szybkość jazdy w *m*/sek., g przyspieszenie ziemskie, t czas trwania hamowania w sekundach.

Koło zębate usiłuje wytoczyć się na szynę zębatą z siłą, zależną od nacisku zęba, od kąta pochylenia bocznych ścian zęba i od kąta tarcia. Przeciwdziała temu odp. obciążenie osi zębatej, określone wzorem

$$Z = P\,\frac{\operatorname{cotg}(\beta - \varphi)}{\cos \alpha},$$

przyczem β oznacza kąt nachylenia bocznych powierzchni zęba w szynie do linji podziału zębów, a φ kąt tarcia między zębami, wynoszący 6—14°, zależnie od stopnia zanieczyszczenia zębów.

Przy zbyt małem obciążeniu osi zębatej (na wielkich spadkach) ubezpieczamy ruch przez zakotwienie pojazdu.

II. Koleje linowe terenowe.

Stosowane wyłącznie dla ruchu osobowego i bagażowego. Ruch zazwyczaj dwustronny, tj. jeden wóz wyjeżdża pod górę, a drugi zjeżdża na dół.

Nadmiar siły pociągowej wozu, staczającego się wdół, służy do wyciągania drugiego wozu pod górę. Największa dozwolona szybkość 1,2—2,5 *m*/sek. (tem mniejsza, im większy spadek).

Siła popędowa: *a*) Balast wodny w wozie zjeżdżającym na dół. Wymaga szyny zębatej z hamowaniem koła zębatego celem regulowania chyżości; wozy są ciężkie; dostarczenie wody niejednokrotnie uciążliwe; napełnianie zbiornika wodą zabiera dużo czasu. Dlatego częściej stosowany: *b*) Popęd mechaniczny, działający na tarczę w stacji górnej, na którą nawinięta jest wielokrotnie lina, celem uzyskania dostatecznego tarcia. Zwykle jeden wóz na każdym końcu liny, stale do niego przyczepiony. Niekiedy przed wozem głównym wóz doczepiony.

Trasa dawniej wyłącznie prosta. Obecnie stosowane nieliczne krzywizny (1 lub 2 łuki), które przy należytym stosunku między grubością liny, a wymiarami rolek nie sprawiają trudności ani zwiększenia kosztów. Ważne należyte wykształcenie profilu podłużnego. Właściwie dla każdej trasy jest tylko jeden teoretycznie najlepszy profil podłużny w kształcie paraboli. Kształt ten zachowują w przybliżeniu wykonane kolejki, otrzymując spadki rosnące ku górze. Unikać silnych załomów spadku (załomy wklęsłe powodują podnoszenie się liny i uderzanie o rolki, zaś wypukłe zwiększają napięcie liny i nacisk na łożyska). Załomy tak wyokrąglić, aby lina i przy największem napięciu nie podnosiła się z łożysk, a więc raczej zbyt wielkiemi, niż za małemi promieniami. Często stosowany promień 2000 *m*, w silnych załomach większy. Spadki od 100 do 700‰. Największa wysokość pokonana jedną kolejką 977 *m*; największa długość 2370 *m*. Promienie krzywizn między 180, a 400 *m*, wyjątkowo w dół do 120 *m*, w górę do 700 *m*. Wobec małej chyżości przechyłka toru i krzywe przejściowe zbyteczne.

Szerokość toru zazwyczaj 1000 *mm*, rzadziej normalna lub mniejsza. Wobec podparcia pojazdów osiami systemu Abta (por. fig. 417), posiadającemi jedno koło opatrzone obustronnemi rąbkami, a drugie z szeroką walcową obręczą bez rąbków, staje się dokładne dochowanie szerokości toru mniej ważne.

Podtorze, wykonane jako nasyp, z powodu osiadania niedopowiednie; zamiast nasypów mosty kamienne lub żelazne. Podłoże przy spadkach do 330‰ z tłucznia na pokładzie kamiennym, dla większych spadków murowane. Pobocza przy większych spadkach w stopniach. Przejazdów w poziomie szyn bezwarunkowo unikać. Urządzenia przeciw migracji toru, jak na kolejach zębatych, a więc oparcie podkładów na silnych blokach murowanych lub betonowych w odstępie co 100—200 *m*.

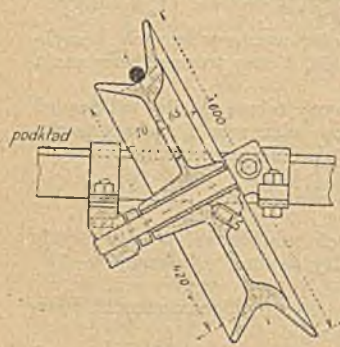


Fig. 415.

Rolki, prowadzące linę, w prostych co 15 *m*, w łukach co 8—10 *m*. W prostych rolki stoją pionowo i mają kształt walcowy albo wyżłobiony, w łukach rolki kierujące stoją ukośnie i posiadają rąbki kierownicze (fig. 415). Pomieszczenie rolek w skrzynkach drewnianych, murowanych lub betonowych należycie odwodnionych.

Nawierzchnia. Szyna ma gruszkowaty kształt główki celem zapewnienia chwytu hamulca kleszczowego (fig. 416). W podłożu żwirowem podkłady drewniane albo żelazne, na podłożu murowanem najczęściej silne kątowniki nierównoramienne, jako najłatwiejsze do podmurowania. Dawniej linje dwutorowe, obecnie jeden tor z samoczynną mijalnią pomysłu Abta (fig. 417)

w środku długości. Promienie na mijalni możliwie duże, 180—400 *m*. Użytkowa długość mijalni zwiększona o 5—10 *m*, z uwagi na wydłużanie się liny pod wpływem ruchu.

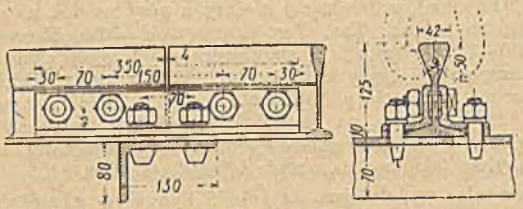


Fig. 416.

Fig. 417.

Lina okrągła, z 42—144 drutów, często z konopną duszą. Największe dopuszczalne naprężenie liny równa się $^1/_{10}$ naprężenia przy przerwaniu.

Wozy z podłogą w stopniach; obok miejsc siedzących liczne stojące z uwagi na krótki czas jazdy. Wypróżnianie balastu wodnego często automatyczne. Zapotrzebowanie wody przy jeździe próżno 600—1800 *l* na 100 *m* wysokości. Umocowanie liny do wozu w skrzynce linowej przez wygięcie drutów i zalanie kompozycją metalu. Ciężar martwy na jedno miejsce do siedzenia przy balaście wodnym około 210 *kg*, przy popędzie motorowym około 140 *kg*.

Hamulce przy popędzie zapomocą balastu wodnego ręczne, śrubowe z klockami lub opaskami, działającemi na oś koła zębatego. Automatyczne działanie przy przekroczeniu chyżości dozwolonej zapomocą siły odśrodkowej obracającego się ciężaru. Przy popędzie mechanicznym hamulce kleszczowe, uruchomione ze stanowiska woźnicy przez nacisk nogą; w razie przerwania liny hamulce pracują automatycznie. Konieczne dokładne nastawienie celem zmniejszenia długości drogi hamowania.

Popęd. Urządzenia w stacji górnej. Przy zastosowaniu balastu wodnego potrzebny zbiornik na wodę i urządzenie do napełniania, oraz jedna tarcza z rolkami kierującemi. Na tarczy nawinięta lina, rolki kierujące wprowadzają linę we właściwe położenie.

Jako popęd mechaniczny zw. elektryczność w postaci prądu stałego z akumulatorami, które regulują niepożądane wahania napięcia w sieci i umożliwiają utrzymanie ruchu w razie chwilowej przerwy w dopływie prądu. Tarcze obrotowe (jedna, dwie, a nawet trzy), o średnicy 2,5—6,0 *m*, ułożone w pochyleniu, zgodnem ze spadkiem toru. Żłobki na obwodzie, stanowiące łożysko dla liny, wyłożone skórą lub drzewem celem zwiększenia tarcia.

Mechanizm popędowy posiada podwójne hamulce: ręczny, obsługiwany przez maszynistę i automatyczny, działający po przekroczeniu dozwolonej chyżości; hamulec ten przerywa zarazem dopływ prądu przy popędzie elektrycznym.

III. Koleje linowe wiszące.

Przeważnie dla ruchu towarowego; dla osobowego wyjątkowo. Zalety: niskie koszta budowy i wykupna gruntów; szybkość wykonania; niezale-

żność od ukształtowania terenu; małe koszta ruchu i łatwość przeniesienia w inne miejsce.

Dla niewielkich długości wystarcza urządzenie jedno- lub dwutorowej pochylni linowej, prowadzącej ciężary z góry na dół, a w odwrotnym kierunku próżne wózki. Tor: lina druciana $d = 15-35$ *mm*, z drutów o wytrz. 6000—12.000 *kg/cm²*. W stacji górnej lina silnie zakotwiona, w dolnej napięta zapomocą windy lub ciężaru na bloku. Przy większych długościach potrzebne podparcie pośredniemi słupami. Po linie toczą się rolki z obwodem żłobkowanym, na których wiszą ciężary transportowane. Spuszczanie ciężarów w dół przy pomocy osobnej liny pociągowej, nawiniętej na bębnie. Pochylnie takie można urządzić już dla spadku 8%.

Nieporównanie wydatniejsze są kolejki linowe z ciągłym ruchem okrężnym przy użyciu liny bez końca.

Istnieje system angielski i niemiecki. W obu lina druciana bez końca, rozpięta na kozłach drewnianych lub żelaznych. W syst. angielskim lina przesuwa się na rolkach przy pomocy tarcz obrotowych, umieszczonych w obu stacjach końcowych, a na niej zawieszone są wózki w pewnych odstępach. W syst. niemieckim lina nośna nieruchomo ułożona na kozłach podporowych; po niej toczą się wózki, odpowiednio zawieszone, uruchomione przy pomocy drugiej liny pociągowej, nawiniętej na tarcze obrotowe w stacjach końcowych. Jako siła pociągowa służy siła ciężkości i w razie potrzeby siła motoru, działająca na tarczę obrotową. System angielski, jednolinowy, jest tańszy, ale mniej wydatny. Jego granica zdolności transportowej 10 *t* na godzinę.

Trasa kolejki linowej powinna posiadać kierunek prosty, jednak jeden lub dwa załomy, odpowiednio urządzone, nie powodują utrudnienia ani podrożenia ruchu. Przy bardzo małym kącie załomu i gdy mają być prowadzone ciężkie wózki w niewielkich odstępach, można w jednym jedynym załomie włożyć łuk o wielkim promieniu, np. 10.000 *m*; wogóle lepiej jest wykształcić załom, jako stację kątową.

Profil podłużny stosuje się do terenu. Istnieją kolejki o wybitnym falistym kształcie profilu. Przekroczenia niezbyt szerokich dolin można wykonać jedną większą rozpiętością (1000 *m* i więcej). Wtedy lina znacznie zwisa (dla rozpiętości 900 *m* strzałka zwisania 44*m*), więc dolina musi być odp. głęboka, lub filary wysokie, więc silne i kosztowne. Przy przekraczaniu ostrych grzbietów podpory ustawiać gęsto, aby pionowa odchyłka kierunku liny na podporze nie przekraczała stosunku 1 : 10. Dlatego na ostrym grzbiecie wypadnie czasem przekop, nawet krótki tunel.

Bardzo długie linje dzielimy na części, aby lina nie była zbyt gruba i ciężka; nawet w terenie płaskim nie stosujemy ciągów ponad 10 *km*. Obojętne, czy poszczególne części leżą na jednej prostej, czy stykają się pod kątem, można więc każdej części nadać kierunek najdogodniejszy.

Lina nośna dla mniejszych ciężarów, albo dla strony, po której biegną próżne wózki, może być skręcona z 19 drutów z tyglowej stali zlewnej, 3—6 *mm* grubości, w ten sposób, że około jednego drutu rdzennego ułożona jest warstwa z 6, a na niej druga z 12 drutów. Dla większych ciężarów dodajemy jeszcze jedną warstwę z 18 drutów. Druty nie mogą być ani lutowane, ani spajane w inny sposób; dlatego dostarcza się linę w długościach takich, by ciężar jednego drutu nie przekraczał 50 *kg*. Lina kręcona wymaga częstego i starannego smarowania, aby nie dopuścić do wsiąkania wilgoci do wnętrza. Wadę tę usuwa lina szczelna czyli zadrutowana o gładkiej powierzchni, w której górna warstwa urobiona jest z drutów o przekroju *S*, a pod nią przychodzi warstwa drutów o przekroju klinowym (fig. 418).

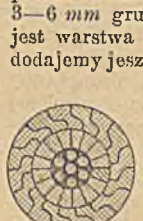


Fig. 418.

Kawałki liny łączymy zap. sprzęgła nasuwkowego (fig. 419), złożonego z dwóch rękawów, związanych łącznikiem śrubowym i zatyczkami. Końce drutów w rękawie rozchylone i rozparte klinami, albo zalane kompozycją metalu.

Fig. 419.

Lina pociągowa: jako lina pasmowa, skręcona z kilku lin cieńszych; rdzeń stanowi często linka konopna. Łączenie kawałków takiej liny przez splatanie.

Podpory, w odstępach normalnych 60—80 *m*, wysokie 6—8 *m*; przez zastosowanie różnych wysokości wyrównywa się drobne nierówności terenu. Podpory z drzewa lub żelaza. Przy obliczaniu podpór uwzględnić należy obciążenie pionowe, poziome napięcie liny, parcie wiatru na podpory i wózki, zerwanie liny itp.

Kozły żelazne na podmurowaniu, drewniane można zakopać w ziemię na 1,5 *m* głęboko, albo podmurować.

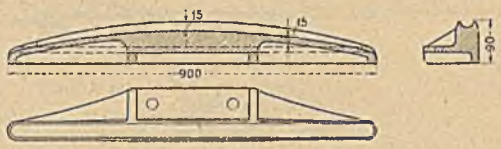


Fig. 420.

Ułożenie liny nośnej na podporze na żelaznym trzewiku łożyskowym, słabo wypukłym. Lina spoczywa w żłobku; obustronne wyniosłości podpierają rąbki koła (fig. 420).

Lina w syst. angielskim i lina pociągowa w niemieckim otrzymują prowadzenie na podporach zapomocą rolek żeliwnych. Używa się smukłych i lekkich krążków, dających mniejsze opory i łatwiejszych do wymiany.

Wózki skł. się: z właściwego wózka, toczącego się po linie, z zawieszenia i ze skrzyni na ładunek. Pojemność skrzyni do 1000 *kg*, lepsze wózki lżejsze. Właściwy wózek: dwa stalowe kółka ze żłobkami półkolistemi, połączone dwiema blachami. Łożyska kółek kuliste, stąd małe opory ruchu. Zawieszenie skrzyni jednostronne. Kształt skrzyni zależy od rodzaju przewożonych ciężarów. Połączenie wózków z liną pociągową zapomocą automatycznego sprzęgła tarciowego. Hamowanie na tarczy obrotowej; na silnych spadkach każdy wózek zaopatrzony hamulcem automatycznym, działającym i podczas odłączenia wózka od liny pociągowej, przyczem siła hamowania rośnie ze spadkiem.

Stacje końcowe urządza się tak, aby droga wózka od miejsca wjazdu na stację do miejsca załadowania, wzgl. wyładowania, była jak najkrótsza, gdyż wózki na tej przestrzeni przesuwa się ręcznie.

Konstrukcja drewniana na podmurowaniu dźwiga całe urządzenie. Obydwie liny nośne silnie zakotwione przy wejściu do stacji. Do końców lin przytyka stały, jednoszynowy tor wiszący, zawieszony na konstrukcji drewnianej, uformowany w kształcie pętli, odpowiednio do miejscowych potrzeb. Przejście wózków z liny nośnej na szynę wiszącą po ruchomej iglicy, a równocześnie następuje automatyczne odczepienie wózka od liny pociągowej. Lina pociągowa po odprzęgnięciu wózka przechodzi na tarczę obrotową (jedną lub dwie), na których nawinięta jest wielokrotnie w miarę potrzeby. Na tarczy głównej osadzone są tarcze hamownicze, a taśmy, opasujące je, służą do hamowania. W stacji dolnej liny nośne nie zakotwione, lecz otrzymują na końcach ciężary wyprężające. Lina nośna przechodzi na tarczę obrotową, umieszczoną na wózku, obciążonym ciężarem, wskutek czego otrzymuje ona pożądane równomierne naprężenie.

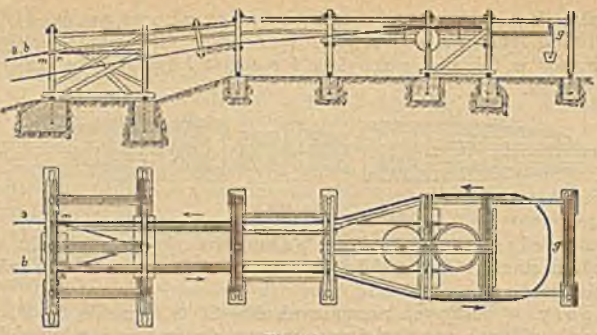


Fig. 421.

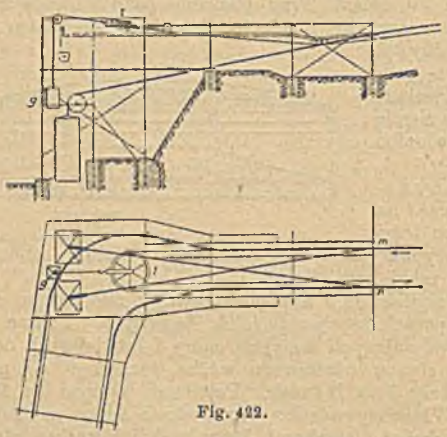


Fig. 422.

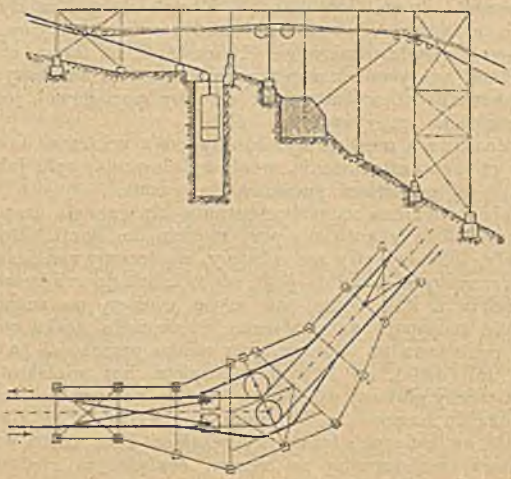


Fig. 423.

Szkic układu stacji górnej por. fig. 421; stacji dolnej fig. 422.

Stacje kątowe, służące do zmiany kierunku trasy (fig. 423), urządzone podobnie, jak stacje końcowe. Lina nośna części górnej napięta zapomocą ciężaru, części dolnej zakotwiona. Przez punkt załomu toczą się wózki po szynie wiszącej, połączonej z linami nośnemi zapomocą iglic. Linę pociągową przeprowadza się zw. przy pomocy systemu rolek przez stację kątową, a tylko na długich linjach doznaje ona przerwy. W tym ostatnim wypadku staje się stacja kątowa połączeniem stacji początkowej i końcowej, przyczem niema zazwyczaj osobnego motoru popędowego, i ruch przenosi się zapomocą tarcz z jednej części na drugą.

Na przekroczeniach komunikacyj należy pod koleją wiszącą ustawić dach ochronny drewniany albo siatkowy celem unieszkodliwienia materjałów, któreby spadły podczas transportu, lub wózków przy przerwaniu liny.

Kosztorys kolejki linowej wiszącej obejmuje: *a*) koszt wykupna wzgl. dzierżawy gruntów, *b*) koszt kozłów podporowych, *c*) koszt konstrukcyj stacyjnych, *d*) koszt urządzenia mechanicznego, *e*) koszt motoru, *f*) koszta transportu materjałów, montowania urządzenia i koszta różnorodne.

W czasie wielkiej wojny znalazły te kolejki na alpejskim teatrze wojny bardzo rozległe zastosowanie.

LITERATURA.

Wątorek: Budowa kolei żelaznych. T. II. 1924.
Die Eisenbahntechnik der Gegenwart. IV. Band, Abschnitt A. 1905.
Förster: Taschenbuch für Bauingenieure. 4. Auflage. 1921.
Handbuch der Ingenieurwissenschaften, V. Band, 8. Abteilung. 1906.
Stephan: Die Drahtseilbahnen. 1914.
Strub: Die Bergbahnen der Schweiz. 1900.

Urządzenia ochronne na kolejach.

Zabezpieczenie ruchu pociągów kolejowych przeprowadza się zasadniczo w dwu kierunkach, tj. w kierunku pewnego zamknięcia zwrotnic dla przejazdu pociągów i w kierunku krycia tychże przeciw zderzeniu lub najechaniu na siebie. Zabezpieczenia te stosuje się zależnie od ważności, wzgl. od prędkości i gęstości ruchu pociągów danej linji kolejowej.

Stacyj linij lokalnych w zasadzie nie kryje się sygnałami; stosuje się tylko zamknięcie zwrotnic wjazdowych; dla stacyj linij drugorzędnych kryje się sygnałami i zamyka zwrotnice wjazdowe, wreszcie dla stacyj linij kolejowych pierwszorzędnych stosuje się zamknięcie zwrotnic wjazdowych i wyjazdowych w zawisłości z sygnałami kryjącymi, często pod zamknięciem elektrycznem, zaś szlak między stacjami dzieli się na odcinki również kryte sygnałami, w pobliżu których ustawia się strażnice z urządzeniem do nastawiania sygnałów, bez lub z urządzeniem do elektrycznego zamykania tych sygnałów po przejeździe pociągu.

Do zamykania lokalnie ustawianych zwrotnic używa się zamków zwrotnicowych kluczowych i zaworów iglicowych. Do ześrodkowanego nastawienia i zamykania zwrotnic służą przestawniki iglicowe.

Do krycia stacyj i pociągów na linji służą sygnały stałe, tj. masztowe (semafory) i tarczowe. Masztowe, zależnie od miejsca, gdzie są ustawione, dzieli się na sygnały wjazdowe, wyjazdowe, drogowskazowe i odstępowe. Do tarczowych należą tarcze ostrzegawcze i przetokowe. Do uruchomienia sygnałów stałych, przestawiania i zamykania zwrotnic stosuje się najczęściej pędnię drutociągową lub prąd stały o napięciu 110—140 wolt.

Do ześrodkowanego nastawiania tylko zwrotnic, może być również zastosowane przeniesienie sztywne (układ sztywny) lub zgęszczone powietrze. Największe zastosowanie ma pędnia drutociągowa, jako najtańsza.

Pędnie drutociągowe dla poszczególnych urządzeń wciąga się do stawideł z odpowiednią ilością dźwigni nastawczych, zaś stawidła umieszcza się w środkach rejonów zgrupowania zwrotnic i sygnałów.

Zamknięcie zwrotnic. Do zabezpieczenia zwrotnic przestawianych ręcznie używa się najczęściej zamków zwrotniczych kluczowych, przymocowanych do stopy szyny w pierwszem polu między progami, tj. jak najbliżej końców iglic. Zamki te mają na celu nie trwałe przyciskanie iglicy do opornicy, ale zapobieżenie przestawienia zwrotnicy przez niepowołane osoby. Zamek zwrotnicy powinien mieć taką konstrukcję, aby przy najechaniu za iglicę zwrotnicy mylnie ustawionej i zamkniętej nastąpiło odłamanie haka zamykającego, a nie wykolejenie pojazdu. Odstęp haka zamku powinien wynosić 2 *mm*. Zamków zwrotnicowych używa się do zwrotnic nie wciągniętych w ubezpieczenie stacyj, przez które przejeżdżają pociągi pod iglice zwrotnic torów prowadzących w tor główny, odwiedlnych zwrotnic, wreszcie zwrotnic ważniejszych, nie będących pod stałym dozorem strażników.

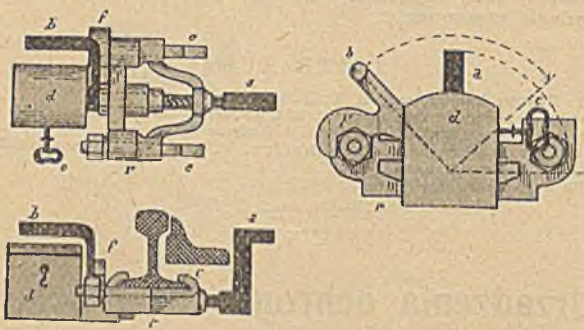


Fig. 424.

Najczęściej używany jest zamek zwrotnicowy systemu Stefana Götza (fig. 424), który składa się z haka zamykającego *a*, umieszczonego w podstawie żeliwnej *r* i dwóch haków mniejszych *c*, służących do przymocowania zamka do stopy szyny, oraz zamka wertheimowskiego *d*. Długość haka zamykającego można ustalić przy pomocy nasrubka nastawczego. W stanie otwartym hak główny może być zapomocą sprzężonej z nim rączki *b* odłożony (obrócony) do poziomu stopy szyny, tj. na prawo o 90°. Klucz odnośny *e* można wyjąć z zamku dopiero po ustawieniu haka pionowo i po dokładnym obrocie klucza do zamknięcia. Do skombinowanego zamknięcia dwu lub więcej zwrotnic, przy których musi być zachowany pewien porządek otwierania, wzgl. zamykania zwrotnic, używa się zamków zwrotnicowych z dwoma kluczami, z których jeden jest kluczem kontrolnym, a wyjęty służy do otwierania i zamykania drugiej zwrotnicy. Klucz kontrolny tkwi stale w zamku i może być wyjęty dopiero po otworzeniu zamku kluczem właściwym. Klucze zamków zwrotnicowych powinny być opatrzone trwałemi tabliczkami z nazwą stacji i oznaczeniem zwrotnicy, a prócz tego znakiem + lub —, tj. czy zwrotnica jest zamkniętą w normalnem położeniu, czy w przestawionem. Zamiast oznaczenia +, wzgl. —, może być użyty kształt tabliczki kwadratowy, wzgl. trójkątny. Zamki zwrotnicowe należy opatrzyć skrzynkami ochronnemi, a miejsce, w którem są zmontowane, winno być należycie odwodnione. Do zamykania zwrotnic

zaopatrzonych w samoczynne zamknięcie iglic używa się zamków trzpieniowych (fig. 425), które są umocowane do mostka szyny oporowej trzpieniem *a* odpychającym iglicę od opornicy.

Do ochrony zamków zwrotniczych na szlakach otwartych stosuje się skrzynki ochronne z grubej blachy zamykane na klucz.

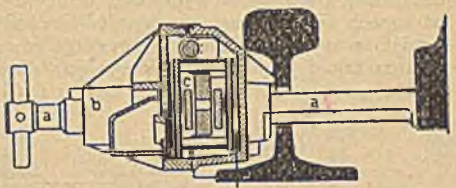


Fig. 425.

Do ześrodkowanego zamykania lokalnie nastawianych zwrotnic używa się zaworów iglicowych (fig. 426). Zawór taki składa się z krążka żeliwnego *A*, osadzonego na osi stalowej *B*, silnie umocowanej na dnie osłony zawora *C*. Na wierzchu krążka odlany jest wystający pierścień rozwarty *S* o przekroju kwadratowym. Ponad krążkiem umieszczony jest suwak żelazny *D*

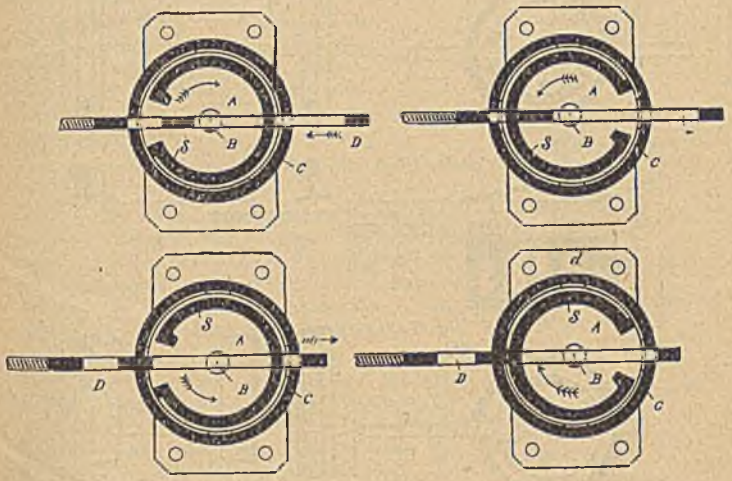


Fig. 426.

z odpowiedniemi wycięciami do zamknięcia, połączony prostopadle z iglicą. Przy obrocie krążka pierścień wchodzi w odpowiednie wycięcie i zamyka zwrotnicę w jednem lub w drugiem położeniu. Zawory dla zwrotnic z hakami, których iglice przy przestawianiu przesuwają się za sobą, mają suwak podwójny, złożony z dwu przystających do siebie części z odpowiedniemi wycięciami do zamknięcia.

Zaworów używa się do zamykania zwrotnic, wchodzących w odnośne drogi jazdy, a położonych ponad 250 *m* od miejsca ześrodkowanego nastawiania, oraz bliższych zwrotnic ześrodkowanych, leżących w torach głównych, a najeżdżanych przez pociągi pod iglicę. Zawory te kontrolują również ustawienie tych zwrotnic; stąd ich nazwa: zawory kontrolne. Zawory mogą zamykać zwrotnice w położeniu normalnem i przestawionem, lub też całym obrotem w jednem z wymienionych położeń. Normalnie musi się utrzymywać je w stanie otwartym, gdyż przy najechaniu zwrotnicy niewłaściwie zamkniętej za iglicą, ulegają zupełnemu zniszczeniu.

Przyrząd nastawczy dla zwrotnic (fig. 427) składa się, podobnie jak zawór iglicowy, z żeliwnego krążka *a* z odlanym półpierścieniem *c*, na wierzchu krążka wkręcony jest trzpień *b* do przesuwania suwaka. W średnicy nad krążkiem w wycięciach osłony osadzony jest suwak *d* z głowicą od spodu wyżłobioną prostopadle do suwaka. Przy obrocie wchodzi trzpień w wycięcie głowicy i powoduje przesunięcie tegoż. Trzpień krążka zatacza łuk, i przy wejściu w wycięcie głowicy, mając tendencję dalszego obrotu, pociąga suwak *d*, a tem samem i obie iglice. Po przestawieniu iglic

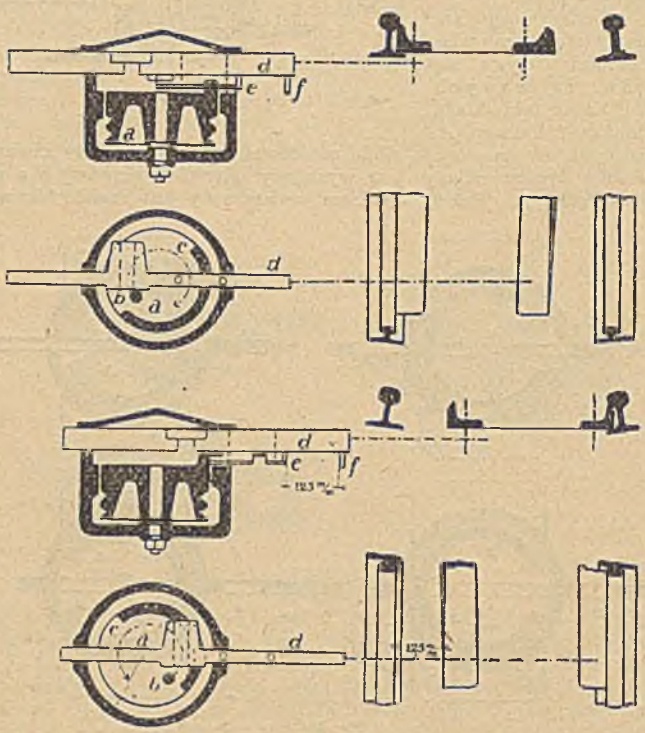


Fig. 427.

dalszy obrót krążka powoduje wejście półpierścienia *c* w wycięcie listewki zamykającej *e* przymocowanej do spodu suwaka zapomocą dwu śrubek ścinalnych i zamyka zwrotnicę. Przy najechaniu zwrotnicy mylnie nastawionej za iglicą, następuje gwałtowne przestawienie iglic i przesunięcie suwaka, a ponieważ listewkę zamykającą przytrzymuje półpierścień *c*, przeto następuje ścięcie śrubek. Droga suwaka wynosi 125 *mm* Obrót przy odemknięciu wynosi 93°, przy przestawieniu 133°, a przy zamknięciu 93°. Przyrządy nastawcze są rozmaitego systemu, zależnie od konstrukcji zwrotnicy. Przyrząd nastawczy nie posiada stanu obojętnego, tj. suwak jego jest zawsze przytrzymany tak w normalnem, jak i w przestawionem położeniu. Wszystkie przyrządy nastawcze i zawory muszą być opatrzone skrzynkami ochronnemi żelaznemi lub drewnianemi.

Sygnały stałe służą do krycia stacji i pociągów na szlaku. Do sygnałów stałych należą wszystkie sygnały masztowe (semafory) i tarczowe (fig. 428).

Sygnały masztowe są jedno-, dwu- i trójramienne i zależnie od swego celu dzielą się na wjazdowe, wyjazdowe, drogowskazowe i odstępowe. Największe zastosowanie mają sygnały masztowe jedno- i dwuramienne. Ramię ustawione poziomo, wzgl. w nocy jedno światło czerwone, sygnalizuje jazdę wzbronioną; ramię ustawione ukośnie pod 45° na prawo, patrząc w kierunku jazdy, wzgl. w nocy jedno zielone światło, jazdę w kierunku prostym; dwa lub trzy ramiona ustawione pod 45°, w nocy dwa lub trzy światła zielone, sygnalizują jazdę dozwoloną w zboczenie.

Sygnał masztowy składa się ze słupa rurowego długości 9—10 *m* lub kratowego ze szczeblami, jednego, dwu lub trzech ramion o długości 1,80 *m*, przyrządu bezpieczeństwa, wyciągu latarniowego z odpowiednią ilością ramek do osadzenia szkieł sygnałowych i jednej, dwu lub trzech latarń o silnych reflektorach.

Sygnały tarczowe składają się z niższego słupa ze szczeblami z dwuteownika, tarczy, przyrządu bezpieczeństwa, wyciągu latarniowego z ramkami do osadzania szkieł sygnałowych i latarni sygnałowej.

Do tarczowych sygnałów należą tarcze ostrzegawcze i przetokowe.

Okrągła żółta tarcza ostrzegawcza zwrócona ku pociągowi, a w nocy dwa żółte światła, oznacza „zwolnić jazdę“, zaś poziomo ustawiona tarcza, a w nocy dwa zielone światła w linji wznoszącej się ukośnie na prawo, oznacza dalszą jazdę dozwoloną.

Niebieska tarcza kwadratowa, której jedna przekątnia pada pionowo, zwrócona ku przetokowemu parowozowi, a w nocy niebieskie światło, oznacza przetaczanie wzbronione; tarcza poziomo ustawiona, wzgl. w nocy matowo białe światło, przetaczanie dozwolone. Tarcze przetokowe nie mają znaczenia dla pociągów. Unieważnienie sygnału uskutecznia się przez zwieszenie ramienia pionowo, wzgl. usunięcie tarczy odnośnego sygnału.

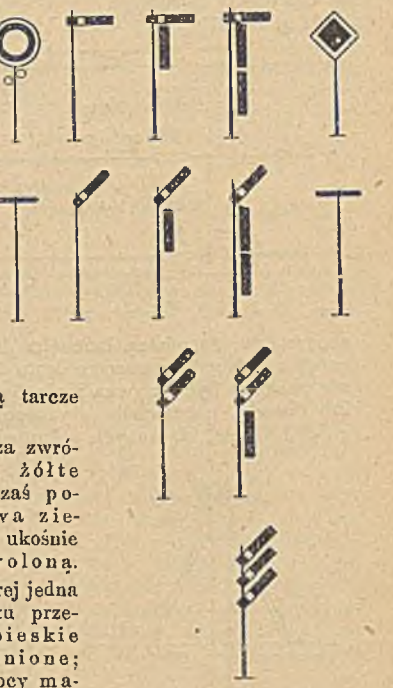


Fig. 428.

Przyrząd bezpieczeństwa sygnału stałego, włączony w pędnię drutociągową, ma za zadanie przy przerwie pędni drutociągowej spowodować natychmiastowe opadnięcie ramion sygnałowych, wzgl. tarczy, do normalnego stanu.

Sygnały wjazdowe ustawione są w odległości najmniej 100 *m* przed zwrotnicą najdalej wysuniętą, lub przed miejscem, które ma być zabezpieczone, zaś ostrzegawcze w odległości hamowania od sygnału wjazdowego po stronie kierownika parowozu. Odległość hamowania zależy od spadków, wzgl. wzniesienia szlaku przed sygnałami i ciężaru hamowanego i waha się w granicach 500—700 *m*. Jeżeli szlak przed sygnałem wjazdowym lub odstępowym leży we wzniesieniu do 5‰, wynosi ona najmniej 700 *m*, zaś we wzniesieniu powyżej 5‰ najmniej 500 *m* (fig. 428). Sygnały wyjazdowe są ustawione odpowiednio do układu torów 3 *m* przed odnośnym kresownikiem.

Sygnały odstępowe ustawia się po stronie kierownika parowozu w pobliżu dotyczącej strażnicy (fig. 429).

Pędnie drutociągowe. Do ześrodkowanego ustawiania zwrotnic, wzgl. przyrządów nastawczych, zaworów iglicowych i sygnałów używa się najczęściej podwójnej pędni drutociągowej z drutu stalowego cynkowanego, o średnicy 4 lub 5 *mm* o wytrzymałości na rozerwanie najmn. 10.000 kg/cm^2 prowadzonej nad ziemią na małych krążkach w wysokości 400—600 *mm* w odstępach 8—10 *m* lub podziemnie w kanałach żelaznych, drewnianych, betonowych o przekroju od 20/20 do 40/40 zależnie od ilości drutociągów. Kanały powinny być przysypane piaskiem lub tłuczniem (szutrem). Pędnię prowadzi się linją jak najmniejszych oporów, tj. mającą jak najmniej załamań i łuków. Na załamaniach przechodzi na krążki zboczeniowe zapomocą łańcucha lub linewki o średnicy 5—7 *mm*, skręconej z jednomilimetrowego drutu żelaznego, dobrze cynkowanego. Linewka nie powinna być sztywna i ciągliwa. Połączenie drutociągu z łańcuchem lub linewką uskutecznia się zapomocą oczek z tego samego drutu o długości 100 *mm*, złączonych z drutociągiem przez dokładne owinięcie na całej

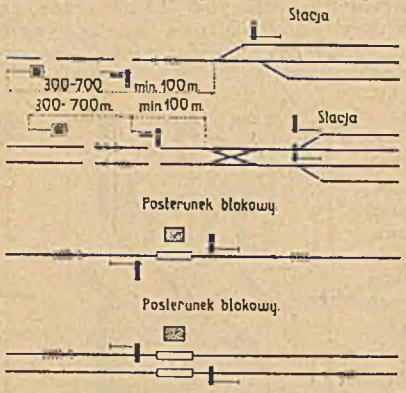


Fig. 429.

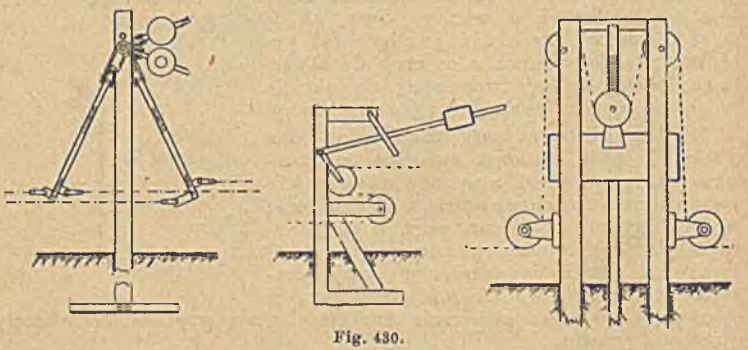


Fig. 430.

długości poza oczkiem, jednomilimetrowym drutem żelaznym cynkowanym; nawinięcie to zalane zostaje dokładnie cyną. Oczka i ogniwka łańcucha spięte są zapomocą haczków tej samej wytrzymałości.

Do wyrównania różnic w długości pędni drutociągowej, występujących wskutek zmiany temperatury stosuje się przyrządy wyrównawcze ciężarkowe (fig. 430). Przyrządy wyrównawcze można zastosować również pod stawidłem.

Do częściowego skracania lub wydłużania pędni używa się ściągadeł drutociągowych o trzpieniu śrubowym nacinanym dwukierunkowo. Sztywny układ sporządzony jest z dokładnie prostych rur żelaznych gazowych, $d = 42$ *mm*, gr. 4,5 *mm*, a dł. 5—6 *m* (ciężar 4,5 *kg/m* b). Łączy się je zapomocą nasuwek śrubowych z żelaza kutego o dł. 120 *mm*. Rur giętych nie powinno się używać. Układa się je nad ziemią w wys. 130 *mm* lub pod

BIBLIOTEKA
BIURA PROJEKTOWANIA
URZĄDZEŃ
PRZEMYSŁU HUTNICZEGO

ziemią 70 *mm* pod stopą szyny, na krążkach, wzgl. wklęsłych wałeczkach w odstępach 3—3,5 *m*. Krążki te ułatwiają ruch układu do odbycia drogi 250 *mm*. Oddalenie krążków musi być takie, aby w razie potrzeby można było wstawić jeden człon układu. Wydłużenie układu, skutkiem zmiany temperatury wynosi przy układzie nadziemnym 1 *mm* na 1 *m* b., przy podziemnym 0,5 *mm* na 1 *m* b. Wyrównanie ruchu układu sztywnego można przeprowadzić przez włączenie członu na osi obrotu osadzonej w silnym fundamencie.

Stawidła mechaniczne. Do ześrodkowanego ustawienia zwrotnic i sygnałów, oraz zamykania zwrotnic używa się odpowiednio skonstruowanych stawideł mechanicznych.

Stawidła te można zastosować: 1. do ustawiania wyłącznie sygnałów, lub 2. do ustawiania sygnałów, oraz zwrotnic, 3. do zamykania dróg jazdy, wreszcie 4. tylko do przestawiania zwrotnic w rejonach przetokowych. Przy ześrodkowaniu wymienionych urządzeń w jednym rejonie przyjmuje się następujące największe oddalenia od punktu ześrodkowania:

200 *m* do nastawiania zwrotnic przy układzie sztywnym,
300 *m* „ „ „ „ podwójnej pędni drutociągowej,
400 *m* do zamykania zaworów „ „ „ „
1200 *m* do nastawiania sygnałów „ „ „ „

Przy większych odległościach jest korzystniejsze, ale znacznie droższe użycie prądu silnego. W miarę potrzeby stosuje się w stawidłach odpowiednie zawisłości.

Stawidło mechaniczne składa się z silnego kozła, umocowanego na silnym fundamencie, z odpowiednią ilością krążków, z rączkami do obrotu o 90° lub 180°, a zamykanych listwami żelaznemi, uruchomianemi przy pomocy bocznych rączek. Przy projektowaniu stawideł należy pozostawić 30% miejsc na dźwignie dla ewentualnego rozszerzenia stacji, wzgl. powiększenia ilości torów. Stawidła mechaniczne dla sygnałów, lub dla sygnałów i zwrotnic, umieszcza się przed biurem ruchu, tak, aby obsługujący był między stawidłem i torami, a zwrócony do stawidła miał tory za sobą w oddaleniu najmniej 5 *m* od najbliższego toru, przy równoczesnem uwzględnieniu jak najlepszej przejrzystości rejonu stacyjnego. Ugrupowanie dźwigni w stawidle należy przeprowadzić tak, aby na krańcach stawidła były dźwignie sygnałów wjazdowych, zaś ku środkowi dźwignie sygnałów wyjazdowych i przetokowych, szyn ostrzegawczych i zwrotnic, od najdalszych do najbliższych. Długość stawidła mechanicznego od środka śrub podstawowych $l = 160\ n + 75$, gdzie n = ilość dźwigni.

Konstrukcja dźwigni dla zwrotnic powinna być taka, aby przy najechaniu odnośnej zwrotnicy, mylnie ustawionej za iglicą, stawidło nie uległo uszkodzeniu. Wszystkie dźwignie powinny mieć w każdem położeniu zamknięcie zapadkowe. Stosunek ruchu dźwigni do ruchu zwrotnicy przy układzie sztywnym wynosi 1 : 8 (droga układu wynosi 225 do 240 *mm*), przy pędni drutociągowej 1 : 4,25. (Droga obrotu dźwigni 180° odpowiada drodze drutociągu 500 *mm*, zaś droga obrotu 90° drodze drutociągu 250 *mm*.)

Dźwignie wogóle nie powinny być przestawiane ponad siłę. Siła przestawienia na rączce ma wynosić najwyżej 30 *kg* dla sygnałów i zwrotnic pojedynczych, zaś 35 *kg* dla zwrotnic sprzężonych (podwójnych). Uszeregowane dźwignie w stawidle są zawisłe od siebie przy pomocy listew zamykających, uruchomionych odpowiedniemi klamkami. Między sygnałem wjazdowym głównym, a sygnałem ostrzegawczym musi być zawisłość, wzgl. przymus, ustawienia najpierw sygnału głównego na wjazd dozwolony, a następnie sygnału ostrzegawczego. Odwrotny porządek przy ustawieniu do stanu normalnego. Do ustawienia sygnału głównego i ostrzegawczego może być zastosowana tylko jedna dźwignia. (Ustawienie równoczesne.) Dla po-

szczególnych dróg jazdy muszą być odnośne dźwignie zwrotnic i zaworów odpowiednio ustawione, zamknięte listwą zawisłości, uruchomioną boczną rączką, a ta zamknięta dźwignią szyny ostrzegawczej, poczem dopiero da się ustawić sygnał główny i ostrzegawczy na jazdę dozwoloną. Wszystkie zamknięcia dróg jazdy w stawidle mechanicznem przedstawia się na tablicy zamknięć, projektowanej odpowiednio do układu torów. W stawidle mechanicznem mogą być przeprowadzone zamknięcia tylko dla 4 torów; można zatem zastosować je tylko dla małych stacyj.

Szyny ostrzegawcze (czujki) stosowane przy urządzeniach do ześrodkowanego ustawiania zwrotnic i sygnałów i zamykania dróg jazdy,

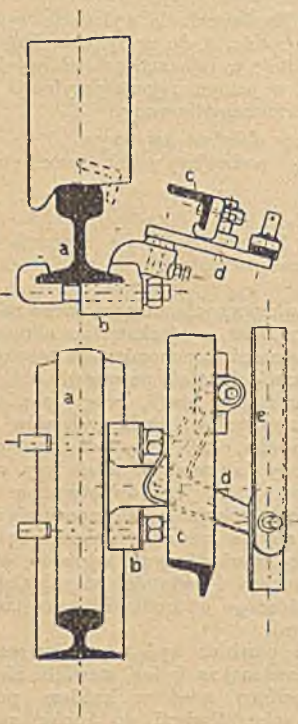


Fig. 431.

Fig. 432.

mają na celu zabezpieczenie przed przestawianiem zwrotnic pod kołami pojazdu. Szyna taka (fig. 431) składa się z listwy żelaznej *c* o przekroju kątowym dł. 10 *m*, przymocowanej do stopy szyny uchwytami *b*, a uruchomionej zapomocą pędni drutociągowej dźwignią ze stawidła mechanicznego. Przy całym obrocie dźwigni odnośnej wykonywa listwa ta ruch wzdłuż szyny i 4 *cm* ponad głowicą szyny, a następnie wraca do normalnego położenia. Przy sprowadzeniu dźwigni do normalnego położenia wykonywa te same ruchy. Jeżeli na torze znajduje się pojazd, nie można dźwigni przełożyć, gdyż listwa ta nie może wykonać ruchów wymienionych, a odpowiadających drodze obrotu dźwigni do normalnego położenia. Ponieważ dźwignia szyny ostrzegawczej przełożona zamyka rączkę listwy zamykającej dźwignie zwrotnic danej drogi jazdy, przeto nie można dźwigni tych zwrotnic pod-

czas przejazdu pociągu przed czasem przestawiać do normalnego położenia. Szyny ostrzegawcze stosuje się dla torów wjazdowych z jednej i drugiej strony stacji za odnośnemi zwrotnicami wjazdowemi. Jedną dźwignią można uruchomić dwie szyny ostrzegawcze. Dźwignie szyny ostrzegawczej zamyka się dźwignią sygnału wjazdowego; można prócz tego zamknąć ją także zapadką uruchomioną elektromagnesem, umieszczoną nad odnośną dźwignią w szkatułce z okienkem kontrolnem.

W zamkniętym stanie okienko kontrolne przysłonięte czerwoną, otwarte białą częścią tarczki. Otworzenie dźwigni szyny ostrzegawczej może nastąpić przez ustawienie dźwigni sygnału wjazdowego do stanu normalnego i usunięcie zapadki zamykającej zapomocą prądu galwanicznego, przez najechanie pociągu na kontakt szynowy (automatyczne) lub kluczem.

Kontakty szynowe, używane do automatycznego zwalniania dźwigni szyny ostrzegawczej polegają na podnoszeniu się rtęci w naczyniu kontaktowem, pod naciskiem kół pojazdu i połączeniu kablowych przewodów z cewkami elektromagnesu zamykającego. Zamiast kontaktów szynowych mogą być użyte szyny izolowane.

* * *

Jeżeli stacje są tych rozmiarów, że stawidło mechaniczne w środku nie da się zastosować, dzieli się stację według zgrupowania zwrotnic na rejony, które otrzymują oddzielne stawidła. Normalnie mają stacje po 2 stawidła i to na krańcach stacji, na większych stacjach więcej w miarę potrzeby. Ponieważ te rozdzielone stawidła muszą być zależne od kierownika ruchu, ujmuje się je pod zamknięcie blokowe elektryczne przy zastosowaniu odpowiednio urządzonego aparatu stacyjnego zarządczego.

Zastosowanie zamków elektrycznych blokowych. Zamek blokowy elektryczny (fig. 432) składa się z pręta naciskowego *a*, opatrzonego u góry gałką, i z pręta dolnego zamykającego *b*, który w górnej części ma występ *c*, służący do przechylania zapadki zamykającej ku środkowi. Pręt górny naciskowy jest sprzężony z prętem dolnym zamykającym w ten sposób, że przy naciśnięciu górnego zsuwa się w dół także zamykający, zaś przy ustaniu nacisku górny wraca do normalnego położenia, dolny zaś może być przytrzymany. Dalszą częścią składową zamka elektrycznego jest zapadka zamykająca *c*, która przy naciśnięciu pręta górnego przechyla się ku środkowi mechanizmu; zapadka bezpieczeństwa *g*, przeciw powtórnemu naciśnięciu, cewki indukcyjne *s*, kotwica jednobiegunowa; zazębiony wycinek koła *d* osadzony na osi *o* do połowy wyciętej; uchwyt *f* przymocowany do kotwicy, a służący do ściągania wycinka koła w dół; kontakty *k* służące do łączenia mechanizmu z przewodami elektrycznemi; sprężyny. Na wycinku koła przymocowana jest tarczka (z miki lub aluminjum) czerwono-biała, zielono-biała lub czarno-biała zależnie od tego, do jakiego celu służy zamek elektryczny.

Wszystkie wymienione części składowe zamka zmontowane są na płytce żeliwnej *p* i stanowią jedną wkładkę aparatu blokowego. Zamknięcie lub odemknięcie zamka elektrycznego składa się z dwu czynności, mechanicznej i elektrycznej. Przy naciśnięciu pręta górnego *a* zsuwa się na dół również i pręt zamykający *b*, przyczem występ górny pręta zamykającego *c* ciśnie na sprężynę zapadki zamykającej *c* i powoduje przechylenie się jej popod wyciętą do połowy oś *o* wycinka zazębionego, ku środkowi mechanizmu. Przy naciśnięciu następuje równocześnie połączenie odnośnych kontaktów elektrycznych z cewkami indukcyjnemi mechanizmu.

Prąd zmienny, wysłany z induktora, powoduje ruch wahadłowy kotwicy, a tem samem i uchwytu *f*, który ściąga zazębiony wycinek koła na dół, przyczem powoduje obrót osi *o*, która pełną częścią przytrzymuje przechyloną zapadkę zamykającą *c*. Po ustaniu nacisku pręt górny i kontakty wracają do normalnego położenia, zaś dolny pręt zostaje przytrzymany

w wycięciu przechylonej zapadki zamykającej. Po zamknięciu mechanizmu i powrocie pręta naciskowego do stanu normalnego, wpada zapadka bezpieczeństwa *g* pod łącznik pręta naciskowego i wyklucza powtórne naciśnięcie. Pręt zamykający *b*, przytrzymany na dole, zamyka krążek dźwigniowy bezpośrednio lub zapomocą listwy żelaznej, wzgl. odpowiedniego przeniesienia. Otworzenie zamka elektrycznego następuje tylko przez obrót osi wyciętej *o* do normalnego położenia i zwolnienia zapadki zamykającej *c*, co może nastąpić przez wysyłkę prądu zmiennego do szpul indukcyjnych zapomocą drugiego mechanizmu. Do zamknięcia (zablokowania) mechanizmu elektrycznego potrzebny jest odpowiedni nacisk pręta górnego i conajmniej sześciokrotny obrót korbą induktora. Zamki elektryczne blokowe są połączone ze sobą parami zapomocą przewodów najczęściej kablowych w ten sposób, że gdy jeden jest przymknięty, drugi jest otwarty, pomimo, że zasłonki w okienkach skrzyni blokowej są tego samego koloru. Z poszczególnych zamków blokowych są złożone aparaty blokowe. Zamki elektryczne blokowe uruchomione są prądem indukcyjnym zmiennym, wytwarzanym induktorem Siemensa o 6, wzgl. 9 magnesach. Można zapomocą niego wytworzyć przy 48 obrotach na minutę i przy oporach 1000 ohmów prąd zmienny lub stały (jednokierunkowy) o napięciu 30, wzgl. 45 wolt. Zamkami elektrycznymi mogą być zamykane tylko sygnały (mają wówczas zasłonki czerwono-białe) lub też i drogi jazdy (te mają wówczas zasłonki zielono-białe). Zamki blokowe elektryczne mogą być użyte również jako zamki pomocnicze do przytrzymywania innych zamków, a wówczas zamyka się je prądem indukcyjnym zmiennym, a otwiera się automatycznie prądem galwanicznym. Mają one zasłonki czarno-białe (nowsze urządzenia). Do udzielania przyzwoleń drogą elektryczną stosuje się również zamki elektryczne blokowe.

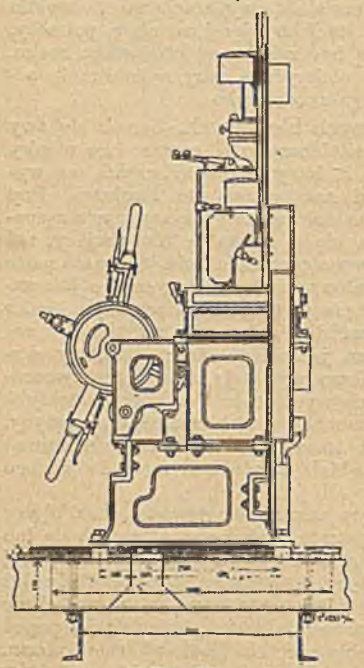


Fig. 433.

Stawidło mechaniczne pod zamknięciem elektrycznem (fig. 433) składa się z kozła, przymocowanego do dźwigarów podłogi, z odpowiednią ilością dźwigni dla sygnałów i zwrotnic. Na kozle zmontowana jest skrzynia z listwami zamykającemi dźwignie zwrotnic, a tem samem drogi jazdy; listwy te są uruchomione klamkami. Na skrzyni tej od strony szlaku ustawiona jest skrzynia blokowa z odpowiednią ilością zamków elektrycznych a na drugim końcu skrzynka ze wskaźnikami torowymi (numerator torowy). Najnowsze stawidła typu Siemensa mają następujące dźwignie:

1. dźwignie ścinalne, używane do przestawienia zwrotnic sprężystych, dla drogi drutociągu 500 *mm* przy obrocie dźwigni o 180°;

2. dźwignie nastawcze dla drogi drutociągu 500 *mm* przy obrocie dźwigni 180°;

3. dźwignie nastawcze dla drogi drutociągu 250 *mm* przy obrocie o 180° (z redukcją zapomocą odpowiedniego przeniesienia w krążku dźwigniowym);

4. dźwignie nastawcze dla drogi drutociągu 250 *mm* w jedną lub w drugą stronę przy obrocie dźwigni o 90° w dół lub górę;

5. dźwignie nastawcze dla drogi drutociągu 670 *mm* przy obrocie o 200°;

6. dźwignie z dwiema rączkami dla sygnałów dwuramiennych i zaworów dla drogi drutociągu 500 *mm* przy obrocie jednej lub drugiej rączki o 165°.

Długość stawidła w milimetrach: $l = 100\,(n_1 + n_2 + 1) + 220$, gdzie n_1 oznacza ilość gniazd dla dźwigni z jednej strony, n_2 ilość gniazd dla dźwigni z drugiej strony od środka stawidła. Szerokość jednego gniazda dźwigni wynosi 100 *mm*. Stawidło pod zamknięciem elektrycznem ma normalnie sygnały zablokowane, zaś zamki drogowe otwarte. Dla wjazdu lub wyjazdu otwiera kierownik w biurze zamek elektryczny odnośnego sygnału i zapomocą wskaźnika drogowego dysponuje tor wjazdu lub wyjazdu. Strażnik blokowy ustawia wówczas zwrotnice odpowiednio, zamyka je przełożeniem klamki umieszczonej pod odnośnym wskaźnikiem torowym, zamyka klamkę zamkiem elektrycznym drogowym, a wreszcie ustawia „na jazdę dozwoloną“ sygnał wjazdowy i ostrzegawczy (wzgl. wyjazdowy). Po wjeździe (wyjeździe) pociągu ustawia strażnik sygnały do normalnego położenia i zamyka elektrycznie, poczem dopiero może kierownik ruchu otworzyć zamek elektryczny drogowy, a tem samem i zwrotnice. Stawidła w stacjach dwutorowych szlaków mają dla wjazdów i wyjazdów osobne zamki elektryczne drogowe i wskaźniki torowe.

Aparat stacyjny zarządczy. Odpowiednio do ilości stawideł pod zamknięciem elektrycznem zbudowany jest aparat zarządczy, umieszczony w biurze kierownika ruchu, a połączony ze stawidłami zapomocą przewodów kablowych. Przy nowszych urządzeniach aparat taki składa się z właściwego aparatu zarządczego i skrzyni blokowej, umieszczonej na tylnej połowie aparatu zarządczego, z odpowiednią ilością zamków elektrycznych blokowych. Na widocznej części skrzyni zarządczej jest uwidoczniony schemat torów danej stacji z dwoma suwakami wskaźnikowymi dla stacji szlaku jednotorowego, zaś z czterema dla stacji szlaków dwutorowych. W skrzyni zarządczej zastosowane są odpowiednie zawisłości mechaniczne jak i połączenia kontaktowe do odnośnych wskaźników torowych na stawidłach. Dla wjazdu (wyjazdu) ustawia kierownik ruchu suwak wskaźnikowy na dotyczący tor, zamyka go przełożeniem klamki umieszczonej na przedniej ścianie aparatu zarządczego, a tem samem połącza kontakty przewodów do wskaźnika na stawidle i odmyka (deblokuje) elektryczny zamek sygnału wjazdowego (wyjazdowego). Danie sygnału odpowiednim tłoczkiem budzikowym powoduje równoczesne ukazanie się numeru toru na wskaźniku stawidła. Strażnik blokowy, otrzymawszy dyspozycję na numeratorze, postępuje jak opisane powyżej. Jeżeli jest więcej stawideł, używa się zamków elektrycznych przyzwalających, które pod wspólnym klawiszem przytrzymują właściwe zamki elektryczne. Do porozumiewania się biura ruchu z ustawniami opatrzone są aparaty blokowe odpowiednią ilością dzwonków i przycisków budzikowych.

Urządzenie na prąd silny. Do uruchomienia zwrotnic i sygnałów można użyć prądu silnego zamiast pędni drutociągowej lub układu sztywnego.

Przy stawidle na prąd silny, nastawienie zwrotnic i sygnałów uskutecznia się zapomocą mechanizmu nastawczego, uruchomionego motorem elektrycznym, połączonym za pośrednictwem przewodów kablowych z odnośną klamką lub rączką kontaktową w stawidle. Do popędu motorków używa się prądu stałego z baterji akumulatorów o napięciu 110—140 wolt, a do kontroli i uruchomienia włączonych elektromagnesów zamykających prądu stałego o napięciu 24—32 wolt z drugiej baterji akumulatorów. Jeżeli jest do dyspozycji tylko prąd zmienny, przetwarza się go na prąd stały. Wydajność baterji akumulatorów oblicza się przynajmniej na 48 godzin. Przy obliczeniu zużycia prądu należy przyjąć dla każdej włączonej

zwrotnicy 100, a dla każdego sygnału 40 przestawień na dobę. Oprócz tego należy przewidzieć urządzenie do włączania i użycia prądu wprost z sieci w razie usterki w baterji akumulatorów.

Stawidło na prąd silny może być użyte jako samodzielne, ale tylko wówczas, gdy kieruje ruchem odpowiedzialny dyżurny ruchu. Przy stawidłach zawisłych od urzędu ruchu lub od innego stawidła, używa się blokady normalnej, jak przy urządzeniach mechaniczno-elektrycznych. Połączenie motorków zwrotnic i sygnałów ze stawidłem uskutecznia się zapomocą przewodów kablowych w ołowianej osłonie i żelaznym pancerzu.

Do zwrotnic i sygnałów dalej położonych używa się kabli grupowych, do bliżej położonych kabli pojedynczych. Do powrotu prądu służy wspólna żyła kablowa. Przy kablach grupowych należy przewidzieć przynajmniej 10% żył rezerwowych. Kable układa się w głębokości 0,8 *m* w piaskowem podłożu i przykrywa cegłami przed zasypaniem. Miejsce ułożenia kabli powinno być trwale znaczone w załamaniach, zaś w prostej linji co 50 *m*.

Motor do uruchomienia przyrządu nastawczego zwrotnicy (fig. 434) jest urządzony na prąd stały do sterowania o sile $^1/_2$ HP, zmontowany na przyrządzie nastawczym w odpowiedniej wysokości nad terenem i szczelnie osłonięty wraz z przy-

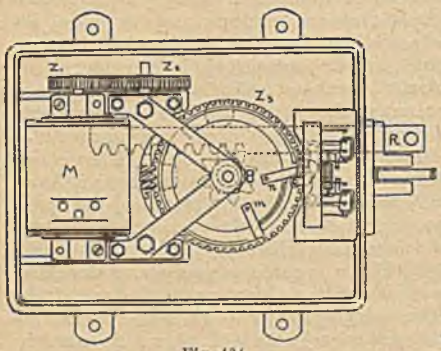


Fig. 434.

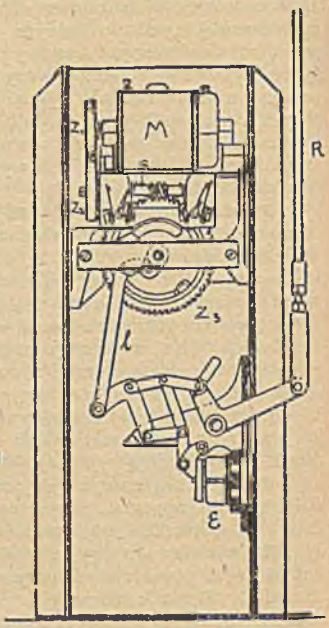


Fig. 435.

rządem nastawczym, przeciw zanieczyszczeniu i wilgoci. Potrzebną ilość obrotów do przestawienia zwrotnicy powinien motor wykonać w ciągu 2,5 sekundy, a pracę przestawienia iglic, przełączenia kontaktów i obrócenia latarni sygnałowej uskutecznić na możliwie największą odległość i przy najniekorzystniejszem powietrzu. Sprzężenie przyrządu nastawczego z motorem musi być tego rodzaju, aby przy najechaniu mylnie ustawionej zwrotnicy na iglicę nastąpiło przestawienie iglic bez uszkodzenia przyrządu nastawczego i motoru. O każdem najechaniu mylnie ustawionej zwrotnicy musi być uwiadomione stawidło akustycznie (dzwonkiem alarmowym) i optycznie.

Doprowadzenie przeciętej zwrotnicy do zgodnego stanu z klamką załączającą musi być łatwe. Ważne zwrotnice, najeżdżane przez pociągi osobowe pod iglicę, muszą mieć kontrolę dokładnego przylegania kończyn iglic. (Kontakty kończynowe.) Urządzenie powinno być takie, aby w razie usterki można było wyłączyć mechanizm zwrotnicy, a zwrotnicę ustawić

ręcznie. Przyrząd do ustawiania sygnałów (fig. 435) jest zbudowany nieco odmiennie, motor zaś podobnie jak zwrotnicowy o sile również $^1/_2$ HP. Przyrząd nastawczy ma odpowiednio do ilości ramion elektromagnesy włączające. Całe urządzenie nastawcze sygnału tak na jazdę „wolną“, jak i „wzbronioną“ ma ruch przymusowy. Ramiona i tarcze sygnałów mają urządzenia kontaktowe, przez które przechodzi prąd i sygnalizuje w stawidle ustawienie odnośnego sygnału na jazdę „dozwoloną“. Działanie tego prądu ustaje, jeżeli sygnał automatycznie opada na jazdę „wzbronioną“. Brak prądu w przewodzie kontrolnym ujawnia się również, jeżeli sygnał nie ustawi się odpowiednio do przełożenia klamki.

Automatyczne opadnięcie sygnału na jazdę wzbronioną musi nastąpić przy zniesieniu zamknięcia drogi jazdy, lub po przejeździe pociągu przez odnośny kontakt lub szynę izolowaną. Opadnięcie to może przeprowadzić także kierownik ruchu zapomocą klucza kontaktowego. Z opadnięciem sygnału na jazdę wzbronioną opada równocześnie i tarcza odnośnego sygnału ostrzegawczego.

Motor i przyrząd nastawczy sygnału jest umieszczony również w silnej skrzyni ochronnej i powinien być łatwo dostępny.

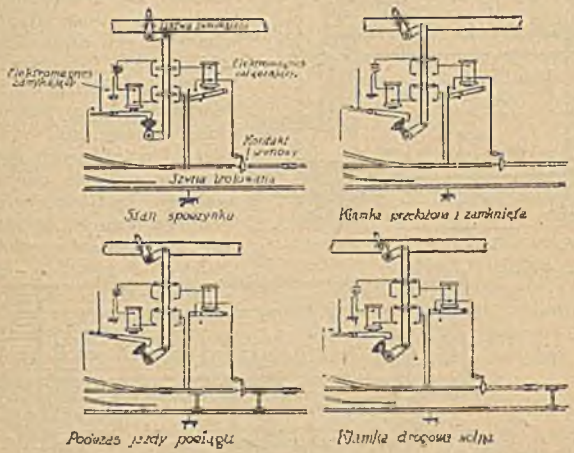


Fig. 436.

Stawidło na prąd silny jest podobnie zbudowane, jak mechaniczne pod zamknięciem elektrycznem. Zamiast dźwigni ma klamki lub rączki, włączające dla zwrotnic sygnałów i poszczególnych dróg jazdy. Klamki są połączone przewodami kablowymi z odnośnemi urządzeniami, oznaczone kolorami i mają zawsze w stanie normalnym przepisane położenie. Zwyczajnie mają położenie normalne na prawo i mogą być przekładane na lewo o 90°. Klamki drogowe (fig. 436) mają położenie pionowe i mogą być przekładane na lewo lub prawo o 45°. Przy nowszych urządzeniach niema osobnych klamek sygnałowych, tylko kombinowane z klamkami drogowemi. Wówczas przy obrocie klamki o 45° następuje zamknięcie drogi, a przy obrocie o dalsze 45° ustawienie sygnału, co się dzieje momentalnie. Blokada przy stawidłach na prąd silny, zawisłości i wykluczenia niektórych czynności, jest tego samego systemu, co i przy stawidłach mechanicznych pod zamknięciem elektrycznem. Oprócz mechanicznych zawisłości są w tych stawidłach i zawisłości elektryczne. Zgodność klamek zwrotnic i sygnałów, musi być kontrolowana akustycznie i optycznie. Tak samo musi być sygna-

lizowane niedokładne ustawienie, jak przecięcie zwrotnicy mylnie ustawionej przez najechanie tejże za iglicą.

Użycie zgęszczonego powietrza zamiast prądu silnego może mieć zastosowanie tylko do przestawiania zwrotnic w rejonach przetaczania, ale jest mało używane z powodu licznych usterek, występujących w przewodach rurowych.

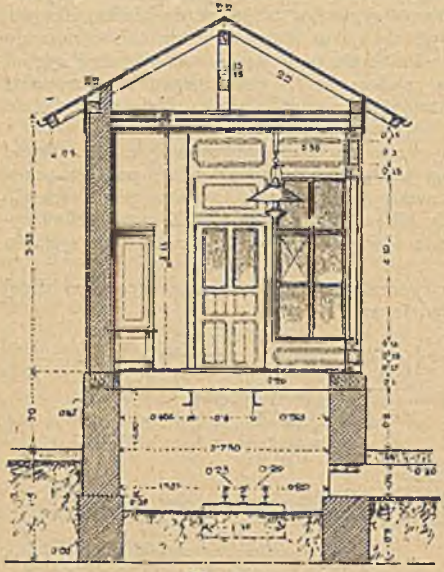


Fig. 437.

Ustawnia. Stawidła tylko dla sygnałów ustawione przed biurem ruchu nie mają budek ochronnych. Stawidła mechaniczne do ześrodkowanego ustawiania zwrotnic i sygnałów ustawione również przed biurem ruchu, chronione są budkami blaszanemi lub drewnianemi, zaś stawidła pod blokowem zamknięciem, ustawione normalnie na krańcach stacji, umieszcza się w odpowiednio zbudowanych ustawniach (fig. 437 i 438). Rozmiary tychże należy dostosować do rozmiarów stawideł, przytem uwzględnić umieszczenia w tychże pieca i potrzebnych sprzętów, oraz przewidzieć miejsce dla wolnego przejścia, wzgl. dogodnego dostępu do stawidła. Budowa ustawni powinna być

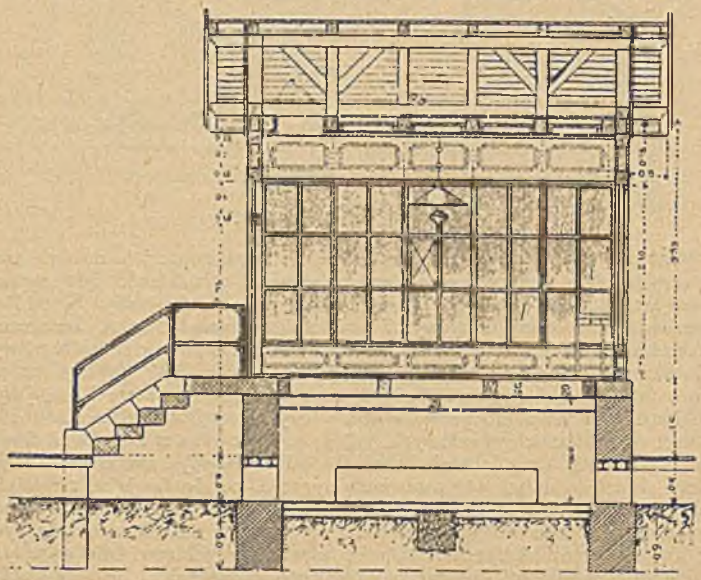


Fig. 438.

trwała na wpływy atmosferyczne, podłoga na podwyższonym fundamencie a w odstępie od najbliższego toru najmniej 2,20 *m*. Ustawnia zbudowana między większą ilością torów powinna być piętrowa dla lepszego przeglądu. Przednia strona (frontowa) cała i boczne do $^2/_3$ oszklone. Długość ustawni zależna jest od długości stawidła; powiększa się ją w miarę potrzeby o jedno lub więcej okien frontowych. Wejście powinno być boczne (nie na tory) i nie od strony panujących wiatrów. Do ustawni piętrowych stosuje się schody zewnętrzne w celu oszczędności miejsca. Dzwony sygnałowe, motorki do zapór drogowych i miejsce ustępowe powinny być umieszczone w pobliżu ustawni.

Linja blokowa. Wysyłka pociągów jednego za drugim podług czasu jest niepewna, a to z powodu braku wiadomości, co się dzieje z pociągiem na szlaku. Najpewniej jest wysyłać pociągi w odstępach stacyjnych, co jednak przy żywszym ruchu nie da się utrzymać. Wtedy dzieli się szlak między stacjami na odpowiednio długie odcinki, na granicach których ustawia się sygnały odstępowe. Jeżeli te sygnały nie są pod zamknięciem elektrycznem, wówczas strażnice te służą do telefonicznego zgłaszania pociągów; jeżeli zaś sygnały odstępowe są pod zamknięciem blokowem, stanowią linję blokową.

Prowadzenie ruchu na szlaku jest unormowane instrukcjami dostosowanemi do rodzaju zabezpieczenia. Linje blokowe są po większej części stosowane na szlakach dwutorowych. Długość odcinków zależy od chyżości i ilości pociągów, mających przejechać w pewnym czasie. Jeżeli czas potrzebny do przejazdu odcinka nazwiemy *t*, długość *l*, a średnią chyżość w *km* na 1 godz. *v*, to $t = \frac{l}{v}$. Przy dokładnem obliczaniu należy brać pod uwagę spadki, wzgl. wzniesienia, zatrzymania na przystankach i stratę chyżości przy zatrzymaniu i ruszaniu z miejsca (przyjmuje się zależnie od urządzenia hamulcowego od 0,5 do 3,5 min) Najmn. dopuszczalna długość odcinka blokowego równa się największej długości pociągu, powiększonej o przepisaną odległość do krycia pociągu. Linje blokowe zaczynają się i kończą w stacjach. Zapomocą linji blokowej dana jest możność do wjazdu pociągu na odcinek blokowy szlaku dopiero wówczas, gdy poprzedni pociąg opuścił odnośny odcinek. Do tego celu stosuje się również zamki elektryczne blokowe.

Aparat posterunku blokowego składa się ze stawidła z dwiema dźwigniami lub korbami do uruchomienia sygnałów odstępowych, które mogą mieć w niektórych wypadkach i sygnały ostrzegawcze, aparatu blokowego z 4-ma zamkami elektrycznymi (a to z 2-ma ramkami sygnałowymi i 2 pomocniczymi) 2 przenośników (Relais), 2 dzwonków, 2 przycisków dzwonkowych, szyn izolowanych i baterji galwanicznej. Zamki sygnałowe są normalnie otwarte, natomiast pomocnicze przymknięte. Dla każdego kierunku jest 1 zamek sygnałowy i 1 pomocniczy, razem pod wspólnym klawiszem. Sygnał odstępowy w stanie normalnym można ustawiać dowolnie, ale zablokować go nie można, gdyż przytrzymuje go odnośny zamek blokowy pomocniczy. Dopiero po przejeździe pociągu przez szynę izolowaną i automatycznem otwarciu zapomocą prądu galwanicznego zamka pomocniczego i ustawieniu odnośnego sygnału na jazdę wzbronioną, da się klawisz zamka sygnałowego i pomocniczego nacisnąć i zablokować. Okienko zamka sygnałowego w aparacie zmienia się wówczas na czerwone, zaś pomocniczego na czarne. Otworzenie zamka sygnałowego nastąpi dopiero po wjeździe pociągu w następny odcinek szlaku, ustawieniu sygnału na „stój“ i po zablokowaniu sygnału na następnym posterunku. Początkowym blokiem jest zamek elektryczny pod wspólnym klawiszem ze zamkiem elektrycznym sygnału wyjazdowego jednej stacji, zaś końcowym blokiem zamek sygnału wjazdowego następnej stacji, do której pociąg zdąża. Blok początkowy jest

normalnie otwarty (okienko białe), natomiast obydwa zamki blokowe stacyjne, tj. zamek sygnału wyjazdowego jednej stacji i zamek sygnału wjazdowego drugiej stacji są stale zamknięte (okienka czerwone), a otworzyć je może tylko dotyczący kierownik ruchu.

Schemat uwidoczniony na fig. 439 przedstawia przejazd pociągu przez linię blokową w jednym kierunku. Kreskowane linje na sygnałach, wskazujących jazdę wzbronioną, oznaczają możność ustawienia tych sygnałów na jazdę dozwoloną.

Linje blokowe na szlakach jednotorowych urządza się w wyjątkowych wypadkach; mają one za zadanie nie tylko zabezpieczenia pociągów jadących za sobą, ale także wykluczenia możliwości mylnego wysłania pociągów na-

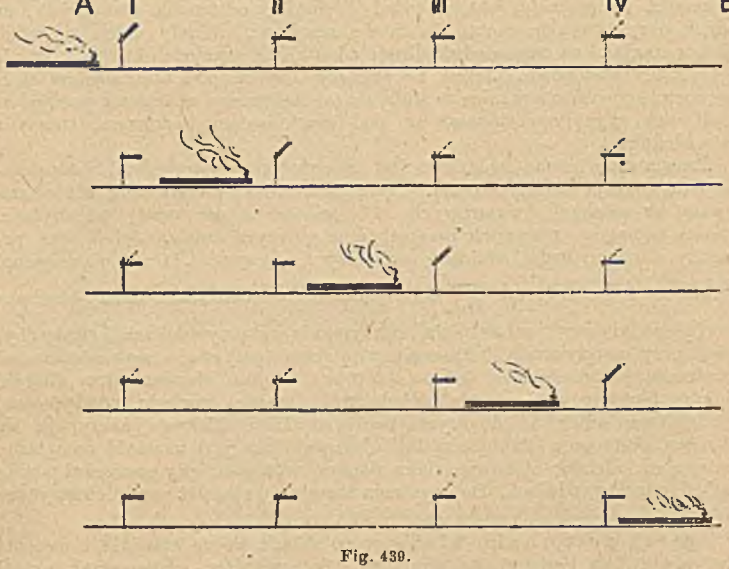


Fig. 439.

przeciw sobie. Wyjazd pociągu z jednej stacji zależy od otwarcia bloku przyzwalającego przez stację, do której pociąg ma być wysłany. Blok przyzwalający jest pod wspólnym klawiszem z blokiem sygnału wyjazdowego stacji wysyłającej, wobec czego wykluczone jest dowolne ustawienie tego sygnału.

Zabezpieczenie bocznic kolejowych (torów przemysłowych). Bocznice kolejowe służą do ułatwienia dostawy i odprowadzenia ładug całowagonowych do, wzgl. ze składowisk w obrębie wytwórni. Mogą odgałęziać się w stacjach lub na otwartych szlakach kolejowych i muszą być według istniejących przepisów wykonane i ubezpieczone.

W stacjach powinny odgałęziać się o ile możności tylko od torów bocznych. Odgałęzienie bocznic na szlakach podwójnych należy wykonać tak, aby zwrotnica odgałęziająca była najeżdżona przez kursujące pociągi tylko za iglicą, a przecięcie drugiego szlaku wykluczone. Odgałęzienia między zwrotnicą wjazdową, a sygnałem wjazdowym są niewłaściwe.

Jeżeli odgałęzienie bocznicy ma być zastosowane między pierwszą zwrotnicą, a sygnałem wjazdowym, należy zwrotnicę odgałęziającą kryć sygnałem wyjazdowym, oraz sygnałem wjazdowym odnośnej stacji, na dwu-

torowym szlaku zaś zależnie od sytuacji jednym z tych dwu sygnałów. Jeżeli oddalenie sygnału wyjazdowego jest niewystarczające, należy kryć zwrotnicę odgałęziającą sygnałem wjazdowym drugiej strony stacji, ewent. zastosować sygnał ostrzegawczy dla kryjącego sygnału wyjazdowego.

Dla zabezpieczenia przed ewentualnem zbiegnięciem wozów na szlak główny należy przy bocznicach zastosować zwrotnice odwiedlne i to, o ile możności, w pobliżu zwrotnicy odgałęziającej, a to wówczas, jeżeli inne zamknięcie (wykolejnica, fig. 440), nie daje należytej gwarancji bezpieczeństwa. Celem zabezpieczenia bocznic w stacjach stosuje się zamki zwrotnicowe kluczowe (a mianowicie do zwrotnicy odgałęziającej zamek zwrotnicowy pojedynczy, a do zwrotnicy odwiedlnej zamek zwrotnicowy z kluczem kontrolnym, który stale tkwi w tym zamku), wzgl. zamek i wy-

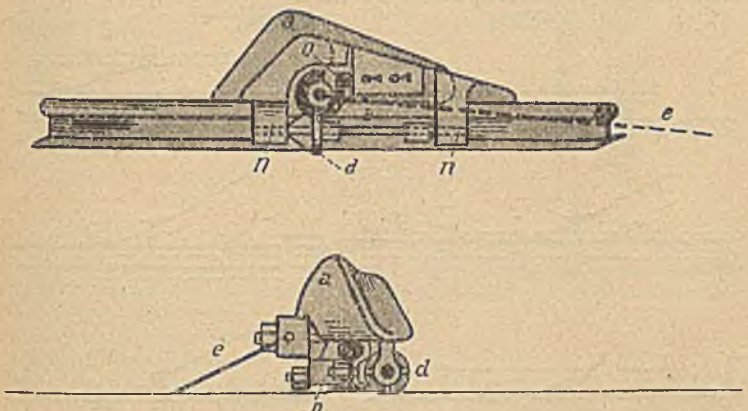


Fig. 440.

kolejnicę z kluczem kontrolnym, w zawisłości kluczowej. Przy takiej zawisłości zamek zwrotnicy odgałęziającej da się otworzyć tylko kluczem kontrolnym zamka zwrotnicy odwiedlnej, wzgl. wykolejnicy, który to klucz tkwi stale w zamku; wyjąć go można dopiero po otworzeniu kluczem właściwym zamka zwrotnicy odwiedlnej, wzgl. wykolejnicy. Klucz właściwy jest stale w przechowaniu zawiadowcy najbliższej stacji, zaś w stacjach zabezpieczonych tkwi normalnie za pośrednictwem klucza listewkowego w aparacie zarządczym, o ile zwrotnica odgałęziająca leży w torze dla jazd pociągów.

Na szlakach normalnotorowych głównych musi być zwrotnica odgałęziająca kryta przepisanemi sygnałami stałemi, ustawionemi w przepisanej odległości (600 *m*), a to w celu krycia zatrzymujących się przewózek (pociągów) na jednotorowym szlaku z obu stron, na dwutorowym szlaku od strony kierunku jazdy, przyczem jednak należy unikać skupienia sygnałów (fig. 441).

Przyrządy do zamykania zwrotnicy odgałęziającej i odwiedlnej, wzgl. wykolejnicy muszą być w takiej zawisłości z przynależnymi sygnałami, że sygnały te dadzą się dopiero wówczas ustawić na jazdę dozwoloną, jeżeli odnośne zwrotnice są zamknięte, a wykolejnica jest na szynie ustawiona i również zamknięta.

Do uruchomienia sygnałów, kryjących bocznice odgałęziające się od linji głównej i uruchomienie przyrządów zamykających, używa się odpowiedniego stawidła dla odgałęzień z dwoma dźwigniami. Zwrotnicę od-

gałęziającą można kryć również sygnałami wyjazdowemi sąsiednich stacyj, przy zastosowaniu blokady pomiędzy dotyczącemi stacjami.

Ładownie bez dozoru organu ruchowego ubezpiecza się jak bocznice.

Bocznice, na które miałyby zajeżdżać całe pociągi i na których ma być rozwinięty ruch, należy uważać za szlak kolejowy odgałęziający od szlaku głównego.

Na szlakach lokalnych, na których niema stałych sygnałów, należy zabezpieczyć zwrotnicę odgałęziającą zamkiem zwrotnicowym pojedynczym, zaś odwiedlną zamkiem zwrotnicowym z kluczem kontrolnym o wzajemnej zawisłości kluczowej, wzgl. jeżeli brak zwrotnicy odwiedlnej, zastosować wykolejnicę z kluczem kontrolnym również o zawisłości kluczowej ze zamkiem zwrotnicy odgałęziającej. Zamki kluczowe zwrotnicowe należy chronić żelaznemi skrzynkami zamykanemi na klucz.

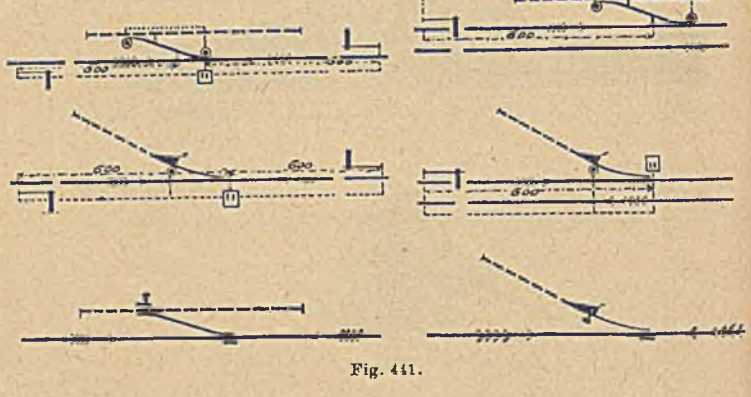


Fig. 441.

Projekty bocznic przedkłada się do odnośnej Dyrekcji kolejowej w czterech egzemplarzach, z planem sytuacyjnym w skali 1 : 1000, z uwidocznieniem długości bocznicy, profilu podłużnego i charakterystycznych profili poprzecznych wraz z dokładnym opisem. Jeżeli bocznica ma przekraczać drogi i wody, projekt szczegółowy winien być przedłożony odnośnemu Województwu (Dyrekcji okr. Robót Publicznych).

Zapory drogowe. Skrzyżowania przejazdów w poziomie ze szlakiem kolejowym należy odpowiednio zabezpieczyć podczas przejazdu pociągów. Przy małej chyżości pociągów umieszcza się w tym celu tylko po obu stronach toru tablice z ostrzeżeniem „Baczność na pociąg". Dla linij o znacznym ruchu i prędkości pociągów większej niż 30 *km*/godz. używa się zapór drogowych (fig. 442).

Zapory drogowe dzielą się na zapory r ę c z n e, obsługiwane z miejsca posterunku, i z w o d z o n e, zamykane motorkiem korbowym z pewnej odległości zapomocą pędni drutociągowej. Zapory zwodzone muszą być zaopatrzone przyrządem dzwonowym ostrzegawczym. Starsze systemy zapór zwodzonych o pojedynczym drutociągu nie mają przyrządu dzwonowego, natomiast odległość zapór od toru jest tak wielka (od 7,50 do 14 *m* od środka toru), że także w razie zamknięcia zaprząg może bezpiecznie oczekiwać na przejazd pociągu. Istnieją nadto zapory ręczne sezonowe na drogach polnych lub lasowych, stale zamknięte na klucz, a otwierane w razie potrzeby przez najbliższego strażnika. Zapory drogowe mogą być drewniane lub żelazne. Odstęp ich od zewnętrznej krawędzi szyny wynosi 2,25—3 *m*, zaś od poziomu drogi 0,90 *m*.

Zapory w stanie zamkniętym powinny być równoległe do linji. Pędnia zapór sporządzona jest z podwójnego drutu stalowego cynkowanego o średnicy 4 *mm*. (Starszy system zapór posiada pojedynczy drutociąg.) Rynewka

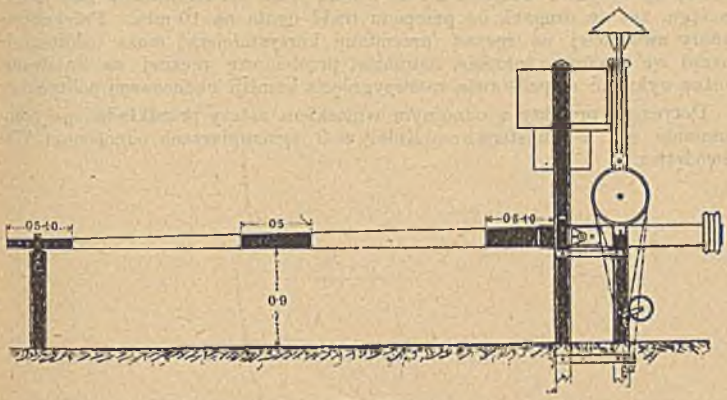


Fig. 442.

przy szynie na przejeździe w poziomie powinna być tak urządzona, aby zwierzęta pociągowe nie wpadały w nią i nie były narażone na uszkodzenie nóg (fig. 443). Dojazd do zapór, oraz tor przy zaporze, należy na pewnej długości ogrodzić. Zapory przy domach mieszkalnych powinny być opatrzone w zawiasową siatkę żelazną, opadającą pionowo do poziomu drogi. Przy zaporach zwodzonych nowszych powinien przed zapadnięciem zapór przyrząd ostrzegawczy, umocowany na stojaku, dzwonić tak długo, aby najdłuższy zaprzęg przejechał tor, nim zaczną opadać zapory, tj. na jednotorowych szlakach 25 sek., na dwutorowych 30, a przy każdym dalszym torze o 5 sek. dłużej. Zapory powinne opadać powoli i równocześnie z obu stron szlaku a w stanie zamkniętym nie powinny się dać podnosić. W celu uwidocznienia, stojaki zapór pomalowane są czarno, zaś same zapory biało z kończynami czarnemi, a w środku pasem, 0,8 *m* długim. Zapory ręczne zamyka i otwiera się korbą umieszczoną na stojaku lub osobno. Zapory dłuższe niż 5 *m* muszą mieć usztywnienie drążków zamykających, a do uruchomienia odpowiednie przeniesienie.

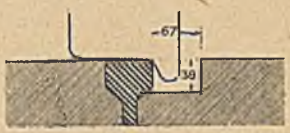


Fig. 443.

Zapory zwodzone można stosować bez dzwonka ostrzegawczego, ale tylko wówczas, jeżeli długość pędni nie przekracza 50 *m*, lub też przy mniejszej odległości, jeżeli przejazd w poziomie jest niewidoczny (w wykopie). Do uruchomienia zapór zwodzonych nowszych, z dzwonkiem ostrzegawczym, używa się motorków ustawionych w miejscu posterunku strażnika. Motorek takich zapór powinien mieć dwie zawisłości: jedną do powolnego obrotu korby motorka, a tem samem powolnego zamykania zapór i drugą do przymusowego wydzwonienia ostrzegawczego. Zapory zwodzone bez dzwonka ostrzegawczego, o długości od 3 do 5 *m*, otrzymują do uruchomienia motorek pojedynczy, ponad 5 *m* motorek z przeniesieniem. W razie zepsucia się zapory na drodze o silnej frekwencji powinien być przejazd strzeżony przez dozorcę. Na drogach o silnym ruchu automobilowym umieszcza się na zaporach w nocy światło ku drodze, tak z jednej jak i drugiej strony (na środku zapory latarnia, dająca światło przy zamkniętych zaporach czerwone, przy

otwartych białe). Każda zapora drogowa musi być opatrzona w odpowiednie tablice ostrzegawcze, tak z jednej jak i z drugiej strony drogi.

Zapory drogowe zamyka się na 5 min. przed spodziewanem nadejściem pociągu, zaś na drogach do przepędu trzód bydła na 10 min. Przebudowę zapory zwodzonej na ręczną (przemiana korzystniejsza) może uskutecznić zarząd we własnym zakresie, natomiast przebudowę ręcznej na zwodzoną można wykonać na podstawie rozstrzygnięcia komisji obchodowej politycznej.

Dotyczące projekty z odnośnym wnioskiem należy przedkładać po porozumieniu się z Ministerstwem Kolei w 3 egzemplarzach odnośnemu Województwu.