

## ROZDZIAŁ III.

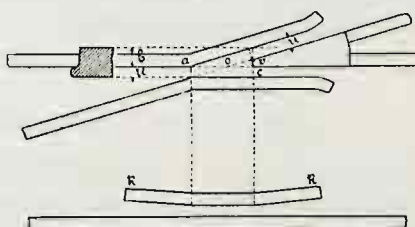
## Ustrój krzyżownic.

## 1. Krzyżownice zwykłe.

a) *Kąt krzyżownicy* mierzy się zazwyczaj wielkością jego stycznej, wyrażoną w postaci ułamka zwyczajnego z jednością w liczniku. Od tego kąta zależny jest promień krzywości rozjazdu. Im kąt ten jest mniejszy, tem promień krzywości rozjazdu może być większy, co jest bardzo ważnem dla spokojnego przejścia taboru. Z drugiej strony jednakże, im kąt krzyżownicy jest mniejszy, tem większą jest przerwa  $ac$  (rys. 351), na której długości koło jest pozbawione kierującej krawędzi szyny, i tem słabszy jest dziób krzyżownicy.

Z powyższych powodów styczna kąta krzyżownic, czyli tak zwany *stosunek skrzyżowania*, przyjmuje się na kolejach o torze normalnym od  $\frac{1}{13}$  do  $\frac{1}{7}$  i w zależności od tego promień łuku zwrotnego w rozjeździe wynosi od 500 do 170  $m$ . Krzyżownice o stosunku większym niż  $\frac{1}{9}$  i łuki zwrotne o promieniu mniejszym niż 180  $m$  używane są tylko w torach towarowych, rozrządowych i t. p. po których nie kursują pociągi, lecz tylko odbywają się z małą szybkością manewry z taborom. Najczęściej używane są stosunki skrzyżowania  $\frac{1}{11}$ ,  $\frac{1}{10}$  i  $\frac{1}{9}$ . Dla ujednolajnienia ustroju rozjazdów i uproszczenia rozkładu torów stacyjnych na każdej drodze żelaznej są w użyciu nie więcej jak dwa lub trzy typy krzyżownic i w zastosowaniu do nich projektują się rozjazdy.

Rys. 351.



b) *Szerokość żłobka*. Dla swobodnego przejścia obrzeży obręczy, szerokość odstępu  $u$  między dziobem a skrzydłem krzyżownicy powinna wynosić tyleż, co najmniejszy odstęp pomiędzy iglicą a opornicą zwrotnicy, określony powyżej. W rzeczywistości jednakże, aby zmniejszyć o ile można przerwę  $ac$  (rys. 351) w wewnętrznej krawędzi toru, szerokość żłobka krzyżownicy przyjmuje się na drogach rosyjskich, również jak i zagranicznych, od 49 do 52  $mm$ , licząc na to, że odgięty koniec skrzydła skieruje w rzeczony żłobek koła bardziej zużyte i wąsko osadzone. W tym celu końce skrzydeł odginają się ku środkowi toru.

c) *Środki zapobiegające obniżeniu koła*. *Podtrzymanie obrzeża*. *Podwyższenie skrzydeł*. Dla uniknięcia odłamywania się dzioba, nie doprowadza go się do matematycznego środka krzyżownicy  $o$ , lecz kończy się go w pewnej od tegoż środka odległości i przytem w ten sposób, ażeby grubość końca dzioba w miejscu, w którym zaczyna on podtrzymywać koło, wynosiła nie mniej jak 12 do 15  $mm$ .

Przy przejściu przerwy  $ac$  w wewnętrznej krawędzi toru, koło toczy się po odgiętej części skrzydła krzyżownicy, przyczem wskutek stożkowatości obręczy stopniowo się obniża, dopóki go nie podeprze dziób krzyżownicy. Takie obniżenie się

koła w tem miejscu wywołuje przy wtaczaniu się tegoż na dziób krzyżownicy pewne uderzenie. Ażeby go uniknąć, stosowane bywa niekiedy podwyższenie dna żłobków pomiędzy dziobem a skrzydłami dla podtrzymania obrzeża obręczy na tej długości, na której koło mogłoby się obniżyć. Jednakże z powodu niejednakowego ścierania się obręczy, a zatem rozmaitej wysokości obrzeży, ustrój taki nie osiąga celu, a nawet powoduje silne uderzenia obrzeży w dno żłobka. Z tego powodu podwyższenie dna żłobka stosowane bywa obecnie tylko w przypadku, gdy stosunek skrzyżowania jest tak wielki, że koło schodzi ze skrzydła zanim go zacznie podtrzymywać dziób krzyżownicy.

Jeżeli oznaczmy przez:

$\alpha$  kąt krzyżownicy,

$b$  część szerokości obręczy, zachodzącą na skrzydło,

$u$  szerokość żłobka pomiędzy dziobem a skrzydłem,

$v$  grubość ostrza dzioba,

to jak widzimy z rys. 351

$$\cos \alpha = \frac{u}{b - v}.$$

Jeżeli przyjmiemy  $u = 50 \text{ mm}$ ,  $v = 12 \text{ mm}$  i zauważymy, że szerokość obręczy wynosi co najmniej  $130 \text{ mm}$ , to otrzymamy:

$$b = 130 - 50 = 80 \text{ mm}$$

$$\cos \alpha = \frac{50}{80 - 12} = 0,735$$

$$\alpha = 42^\circ 40'.$$

Tym sposobem podtrzymanie obrzeża koła może się okazać koniecznem przy kątach skrzyżowania, wynoszących od  $40^\circ$  do  $90^\circ$ , które w rozjazdach wogóle się nie napotyka.

Drugim środkiem, zapobiegającym obniżaniu się koła na krzyżownicy, jest podwyższenie skrzydła zwiększane w miarę oddalania się jego od wewnętrznej krawędzi toku. Jednakże działanie tego środka jest nieokreślone, gdyż w miarę zużycia obręczy nie tylko tracą one stożkowatość, lecz nadto krawędzie ich zewnętrzne mogą nawet zwieszać się niżej od normalnej płaszczyzny tocznej koła (por. rys. 245). Z tego powodu wysokość skrzydeł przyjmuje się przeważnie także sama jak i wysokość szyn toru, uderzenia zaś kół o dziób krzyżownicy łagodzi się, obniżając dziób stopniowo w miarę zbliżania się do matematycznego środka krzyżownicy, tak aby uderzenie było najmniejsze przy średnim zużyciu obręczy (4 do 5 mm).

d) *Ustrój kierownic.* *Odległość kierownic od dzioba krzyżownicy.* Ażeby koło, toczące się pod ostrze dzioba krzyżownicy, nie uderzało weń, odległość kierownicy od dzioba musi być nie mniejsza od odległości pomiędzy wewnętrznymi krawędziami obręczy kół jednego zestawu, więcej grubość obrzeża. Dla obu tych wielkości należy przyjąć wartości największe, a więc w torze normalnym rosyjskim odległość kierownicy od dzioba krzyżownicy winna wynosić:

$$1443 + 33 = 1476 \text{ mm},$$

zaś w torze normalnym zagranicznym (patrz rys. 126):

$$\frac{1363 + 1425}{2} = 1394 \text{ mm},$$

co odpowiada następującym szerokościom odstępu pomiędzy kierownicą a szyną toru, o ile normalna szerokość ostatniego jest ściśle zachowana:

$$1524 - 1476 = 48 \text{ mm} \text{ i}$$

$$1435 - 1394 = 41 \text{ mm}.$$

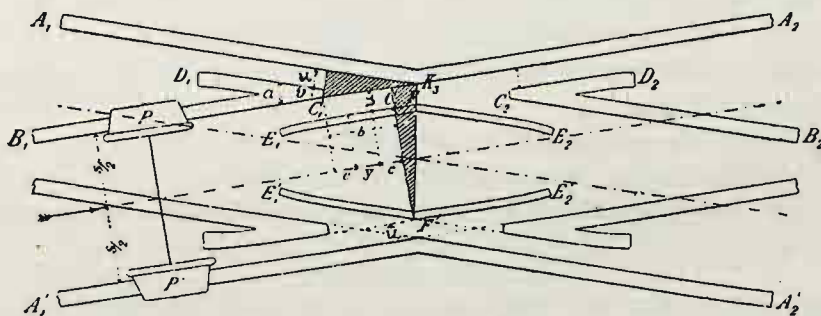
Ze względu na boczne ścieranie się kierownic, odstęp ten przyjmuje się na kolejach rosyjskich o 3 do 5 mm mniejszy, niż otrzymano powyżej, a więc jest prawie taki sam jak na kolejach zagranicznych.

Odstęp pomiędzy szyną toru a kierownicą, wyznaczony powyżej, zachowuje się jednostajnie w środkowej części kierownicy na długości około 1 m. Z obu stron tej środkowej części kierownicy, również na długości około 1 m w każdą stronę, odstęp ten poszerza się łagodnie do 65 lub 75 mm, w celu osłabienia uderzeń obrzeży obręczy w kierownicę. Końce kierownic zagina się ku osi toru.

## 2. Krzyżownice angielskie. Kierownice podwyższone. Szerokość żłobków.

Gdy zestaw kół przebiega krzyżownicę angielską (rys. 352), to kierownice  $E_1E_2$  i  $E'_1E'_2$  wskutek swego wygiętego kształtu, nie mogą kierować zestawu na całej

Rys. 352.



długości przerwy  $C_1 K_3$  w jednym z toków szynowych. Koło  $P$ , przeszedłszy punkt  $C_1$ , toczy się po szynie  $A_1K_3$  i jest zabezpieczone od przesunięcia na lewo tylko dopóty, dopóki obrzeże obręczy koła  $P$  zachodzi za ostrze skrzydła  $C_1$  (rys. 352 i 353), t. j. na odległości od  $C_1$  równej:

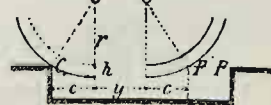
$$c = \sqrt{2rh + h^2}$$

gdzie  $r$  promień tocznego okręgu koła i

$h$  wysokość obrzeża.

W takiejże odległości od załomu  $F'$  kierownicy przeciwległej, ta ostatnia zaczyna przytrzymywać obrzeże drugiego koła  $P'$  tegoż zestawu, a więc i kierować go. W tym momencie koło  $P$  znajduje się w odległości od punktu  $K_3$ , która się równa

Rys. 353.



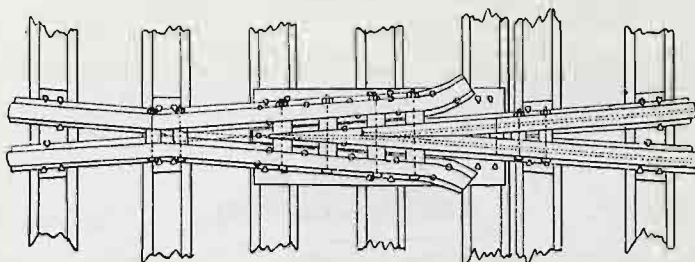




### 3. Materiał krzyżownic i kierownic. Krzyżownice składane z szyn i lane. Szczegóły ich ustroju.

Krzyżownice wyrabia się z szyn zwykłego przekroju lub też odlewa się w jednej sztuce z hartowanego żelaza lanego albo stali. Przejście od krzyżownic składanych z szyn do całkowicie lanych stanowią krzyżownice szynowe, lecz z lanym dziobem.

Rys. 354.



Krzyżownice z szyn zwykłego przekroju (rys. 354) mają dziób wyrobiony z dwóch szyn, schodzących się pod kątem krzyżownicy, których główki odpowiednio są ostrugane. Jedna z tych szyn dochodzi prawie do matematycznego środka krzyżownicy, zaś druga krótsza wpuszcza się ostruganym końcem w główkę pierwszej szyny i szyjki obu szyn znitowuje się. Pomiedzy rozchodzącymi się szynami dzioba oraz pomiedzy temi ostatnimi i skrzydłami krzyżownicy umieszcza się kliny stalowe lub z żelaza lanego, za pomocą których oraz śrub przez nie przepuszczonych dziób i skrzydła łączy się w jedną całość. W takiż sposób połączone są skrzydła w szyjce czyli w najwęższym miejscu, gdzie się zginają.

Krzyżownice z szyn o płaskiej podstawie układa się na oddzielnych podkładkach lub też na płytach podłużnych, do których szyny przynitowuje się stopami. Czasem niektóre podkładki przedłuża się aż pod kierownice w celu zabezpieczenia należytej ich odległości od dzioba. Krzyżownice z szyn typu Stephenson'a (rys. 355) układa się w siodełkach lanych i umocowuje się w nich klinami.

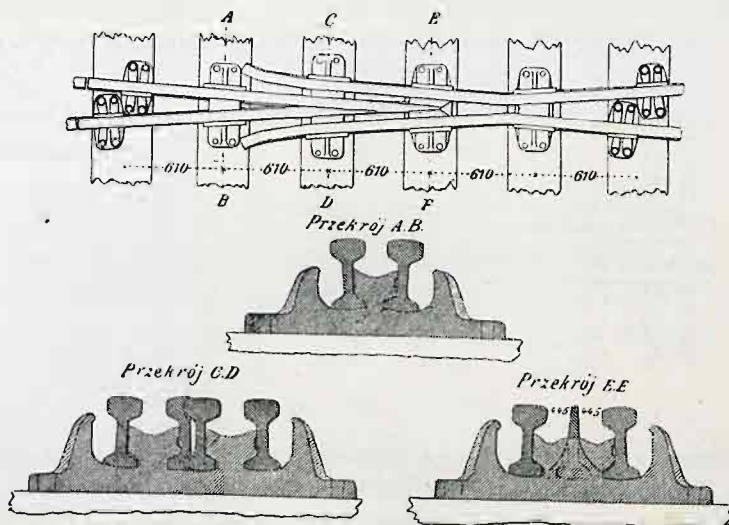
Długość dzioba przyjmuje się co najmniej taka, aby szyny, które za nim następują, nie wymagały strugania. Długość ta może być dowolnie zwiększona dla osiągnięcia większej stałości dzioba. Długość skrzydeł w kierunku zwrotnicy ograniczona jest jedynie długością prostej wstawki przed matematycznym środkiem krzyżownicy. Złącza krzyżownicy z sąsiednimi szynami zachowują ustrój normalny.

Ze względu na taki ustrój krzyżownic szynowych, nie zmieniają one sprężystości toru kolejowego, co ma ważne znaczenie dla spokoju jazdy.

Wadą krzyżownic szynowych jest mała trwałość dzioba, który się szybko zużywa wskutek swojej cienkości i uderzeń kół, które są w tem miejscu bardzo silne. Dla usunięcia tej wady krzyżownice szynowe robią się niekiedy z szyn specjalnego przekroju o bardzo grubej szyjce, zwanych szynami Williams'a (rys. 356), lub też dziób (w krzyżownicach angielskich skrzydło mające kształt dzioba) odlewa się

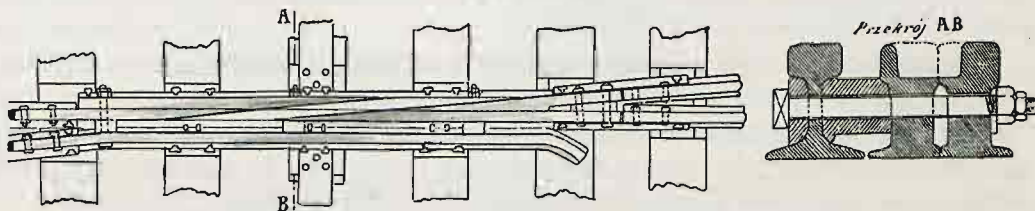
w jednej sztuce ze stali w postaci klina, który ześrubowuje się ze skrzydłami z szyn przekroju normalnego (rys. 358).

Rys. 355.



Krzyżownice, odlane w jednej sztuce z żelaza lanego, stosowane były od początku budowy dróg żelaznych, jednakże wskutek częstego pęknięcia i kruszenia się w miejscach, wystawionych na uderzenia kół, rozpowszechniły się dopiero po wy-

Rys. 356.



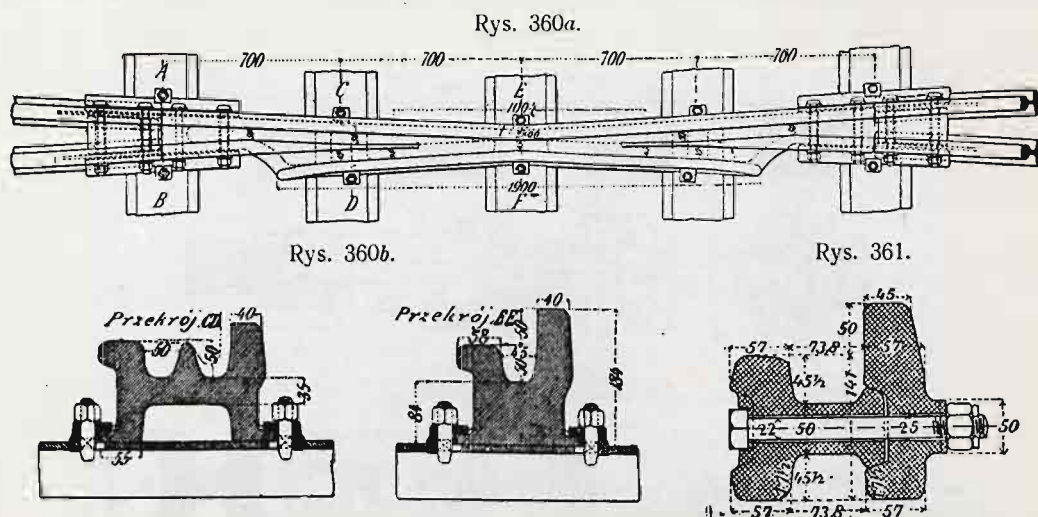
nalezieniu sposobu hartowania żelaza lanego, robiąc odlew w formach stalowych. Obecnie krzyżownice lane odlewają się prawie wyłącznie ze stali. Takie stalowe krzyżownice robią się zwykle na dwie strony (rys. 357), t. j. mogą być odwrócone gdy się z jednej strony zużyły lub uległy uszkodzeniu.

Krzyżownice stalowe lane odznaczają się trwałością. Wadą ich jest sztywność i duża masa, oraz niedogodne łączenie z szynami toru, wskutek czego przy przejściu po nich taboru uczuwać się dają wstrząśnienia. Przytem krzyżownice z lanej stali są droższe od zwykłych krzyżownic szynowych. Odwracanie na drugą stronę krzyżownic lanych nie zawsze da się zastosować, ponieważ powierzchnie, po których mają się toczyć koła, często już okazują zużycie w miejscach, które spoczywały na podporach. W razie uszkodzenia w jednym miejscu cała krzyżownica lana staje się niezdadną do dalszego użycia, natomiast w krzyżownicy szynowej można z łatwością wymienić tylko tę część, która uległa uszkodzeniu.





małości odlewają je w jednej sztuce z najlepszej stali (tyglowej, resorowej) (rys. 358 a i b).



Kierownice przy krzyżownicach zwykłych wyrabia się z szyn lub z kątowników specjalnego przekroju (rys. 359). W obu przypadkach łączy się je za pomocą śrub z szynami toru i utrzymuje we właściwej od nich odległości za pomocą tulejek lub klinów, przez które te śruby przechodzą. Czasem śruby urządza się w ten sposób, że szerokość żłobka pomiędzy szyną toru a kierownicą można umiarkować w miarę ścierania się tej ostatniej, albo też zakłada się w tym celu wkładki dające się wyjmować. Kierownice przy krzyżownicach angielskich wyrabia się z kątowników o przekroju wyższym, niż szyny toru, zaś przy krzyżownicach lanych odlewa się razem z niemi (rys. 360 a i b) lub też osobno (rys. 361).

Krzyżownice wraz z kierownicami układa się na długich podrozjazdnicach, położonych prostopadle do podłużnej osi krzyżownicy, dzielącej kąt tejże na dwie równe części. Rozmieszczenie podkładów pod krzyżownicą, jak również na długości toru pomiędzy nią a zwrotnicą, zależy głównie od położenia złączy, które w krzyżownicach szynowych bywają przeważnie wiszące, zaś w lanych podparte.

Koszt krzyżownic zależy od ich ustroju. Cena zwykłej krzyżownicy szynowej wynosi od 80 do 100 rub. Krzyżownice ze stali lanej lub też szynowe z dziobem stalowym lanym kosztują od 120 do 200 rub., nie licząc kierownic.

## ROZDZIAŁ IV.

### Ogólny układ geometryczny rozjazdów w planie.

#### 1. Rozjazd zwykły.

a) Promień łuku zwrotnego i długość prostej wstawki dla krzyżownicy.

Oznaczając przez:

$r$  promień toku zewnętrznego łuku zwrotnego i



$p$  długość prostej w tymże toku do punktu przecięcia się jej z szyną toru prostego, oraz zachowując poprzednie oznaczenia  $s$ ,  $z$ ,  $\omega$  i  $\alpha$  (rys. 362), otrzymamy:

$$s = z + r(\cos \omega - \cos \alpha) + p \sin \alpha \quad . \quad . \quad . \quad (195)$$

Jeżeli kąt skrzyżowania  $\alpha$  jest dany, zaś  $z$  i  $\omega$  określono kierując się względami konstrukcyjnymi, które wyłożono powyżej przy opisie ustroju zwrotnicy, to równanie (195) daje zależność pomiędzy promieniem łuku zwrotnego i długością wstawki prostej  $p$  przed środkiem matematycznym krzyżownicy. Im wstawka ta jest większą, tem mniejszy otrzymuje się promień łuku zwrotnego, a więc dla osiągnięcia możliwie łagodnego przejścia pożądanem jest zmniejszenie wstawki  $p$  do minimum. Z powodów przytoczonych wyżej (patrz str. 322), krzyżownicę należy ułożyć na prostej, a zatem długość wstawki  $p$  zależy od długości  $k_1$  krzyżownicy przed środkiem matematycznym tejże, co znów zależne jest od ustroju krzyżownicy. Zwykle długość wstawki prostej przyjmuje się od 1,5 do 2,5  $m$ .

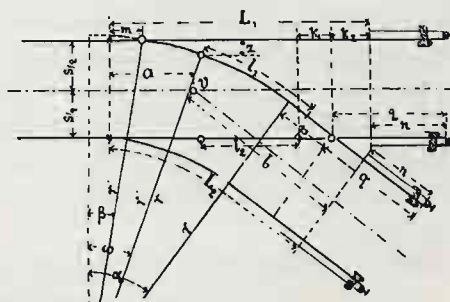
Promień łuku zwrotnego otrzymany z równania (195) nie jest wogóle równy promieniowi  $r'$  iglicy krzywej obliczonemu z równań (182) i (183). W istniejących ustrojach napotyka się rozmaite ustosunkowanie promieni  $r$  i  $r'$  łuku zwrotnego i iglicy. Dla złagodzenia przejścia byłoby do życzenia, aby promień iglicy był większy, nie zaś mniejszy od promienia łuku zwrotnego. Ponieważ jednak przy tejże długości iglicy i tejże odległości  $z$  w osadzie iglicy, kąt  $\beta$  jej oparcia zwiększa się wraz ze zwiększeniem promienia krzywości iglicy, więc zdarzają się ustroje, w których promień krzywości iglicy przyjęto mniejszy od promienia łuku zwrotnego. Przeważnie oba promienie przyjmuje się jednakowej długości.

W każdym razie z trzech równań (182), (183) i (195), zaś w przypadku iglic prostych z dwóch równań (179) i (195), można określić takąż ilość niewiadomych, gdy pozostałe wielkości przyjmiemy jako dane, należy tylko mieć na względzie, aby otrzymane wartości niewiadomych nie przekraczały granic, jakie dopuszczone być mogą ze względów przytoczonych powyżej dla każdej poszczególnej wielkości.

#### b) Całkowita długość rozjazdu.

Całkowita długość rozjazdu, licząc w kierunku toru prostego, otrzymuje się jako rzut na tenże kierunek iglicy, toru zwrotnego i krzyżownicy, do czego należy jeszcze dodać występ  $m$  opornicy przed ostrzem iglicy. Dla uniknięcia zbytniego wydłużenia zwrotnicy, występ ten powinien być o ile możliwości krótki, jednakże długość jego powinna być dostateczną do urządzenia złącza opornicy. Co się zaś tyczy długości  $k_2$  tej części krzyżownicy, która przypady za jej środkiem matematycznym, to długość ta, jak już zaznaczono powyżej (patrz str. 343), powin-

Rys. 362.



na być taką, aby w krzyżownicach lanych lub o dziobie lanym szyny, które mają się z niemi łączyć, a przynajmniej ich główki, nie wymagały strugania.

Ta sama przyczyna, która ogranicza długość występu  $m$  opornicy przed ostrzem iglicy, wymaga również, aby długość  $k_2$  nie przeszkadzała możliwemu zbliżeniu do siebie zwrotnic, układanych jedna za drugą (rys. 305). Jednakże w krzyżownicach lanych lub o dziobie lanym długość  $k_2$  otrzymuje się tak małą, że opornica następnej zwrotnicy nie może się stykać z krzyżownicą bezpośrednio z powodu braku miejsca na przesuwanie iglicy lub na umieszczenie płytek podiglicowych, płyty podłużnej i t. p. W tych przypadkach należy ułożyć za krzyżownicą szyny  $nn$  (rys. 362) odpowiedniej długości. W krzyżownicach, wyrobionych wyłącznie z szyn, długość dzioba  $q$  należy tak wybrać, ażeby za nim nie potrzeba było układać takich szyn krótkich.

Całkowita długość  $L_1$  rozjazdu w kierunku toru prostego wyrazi się tedy:

$$L_1 = m + r'(\sin \omega - \sin \beta) + r(\sin \alpha - \sin \omega) + p \cos \alpha + q \quad (196)$$

jeżeli zaś  $r' = r$ , to

$$L_1 = m + r(\sin \alpha - \sin \beta) + p \cos \alpha + q \quad (197)$$

Długość  $L_1$  wyznacza się zwykle w cyfrze okrągłej lub nawet wielokrotnej od normalnej długości szyn, co można osiągnąć, wybierając odpowiednie wielkości dla  $m$  i  $q$ .

c) Długość toków pomiędzy zwrotnicą a krzyżownicą. Długość i kształt wewnętrznego toku łuku zwrotnego.

Długość odcinków  $l_1$  i  $l_2$  w torach prostym i zwrotnym pomiędzy zwrotnicą a krzyżownicą wyznacza się z równań:

$$l_1 = r(\alpha - \omega) + p - k_1 \quad (198)$$

$$l_2 = r(\sin \alpha - \sin \omega) + p \cos \alpha - k_1 \quad (199)$$

Przyjawszy na podstawie rozważań przedwstępnych wielkość prostej  $p$ , określamy z równania (195) promień  $r$ , a następnie z równań (198) i (199) długości  $l_1$  i  $l_2$ . Te ostatnie mogą być zaokrąglone po części za pomocą zmiany długości przedniej

części krzyżownicy, po części zaś niezależnie od niej, zmieniając promień  $r$  i określając w zależności od niego dokładną wielkość  $p$  z równania (195).

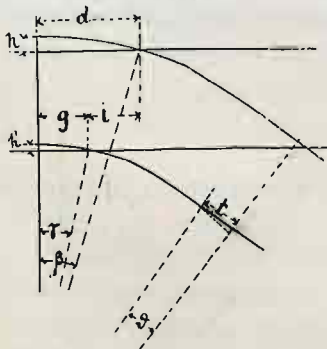
W przypuszczeniu, że iglica zakrzywiona jest zakreślona tymże promieniem, co i łuk zwrotny, promień wewnętrznego toku łuku zwrotnego będzie

$$r - s - e$$

gdzie  $e$  jest poszerzenie toru. Przecięcie tego łuku z tokiem prostym, oznaczające początek poszerzenia toru, otrzymamy, biorąc pod uwagę, że (rys. 363):

$$h = r(1 - \cos \beta) \quad (200)$$

Rys. 363.







wskazanych na rys. 364, otrzymujemy dla określenia niewiadomych układ następujących pięciu równań:

$$z + r (\cos \omega - \cos \psi_1) + p_1 \sin \psi_1 = s_1 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (205)$$

$$z + r (\cos \omega - \cos \psi_2) + p_1' \sin \psi_2 = s_2 = s - s_1 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (206)$$

$$p_2 \sin \psi_1 + r (\cos \psi_1 - \cos \alpha) + p_3 \sin \alpha = s_2 = s - s_1 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (207)$$

$$p_2' \sin \psi_2 + r (\cos \psi_2 - \cos \alpha) + p_3' \sin \alpha = s_1 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (208)$$

$$r (\sin \psi_1 - \sin \omega) + p_1 \cos \psi_1 - r (\sin \psi_2 - \sin \omega) - p_1' \cos \psi_2 = c \quad (209)$$

Odległość  $z$  pomiędzy szynami w osadzie iglicy, kąt  $\omega$  zawarty pomiędzy styczną do iglicy w osadzie a opornicą, kąt  $\alpha$  krzyżownicy normalnej oraz szerokość toru  $s$  są dane. Z pozostałych wielkości  $r$ ,  $s_1$ ,  $\psi_1$ ,  $\psi_2$ ,  $p_1$ ,  $p_1'$ ,  $p_2$ ,  $p_2'$ ,  $p_3$  i  $p_3'$  można wybrać pięć jako niewiadome.

Wielkości odcinków prostych zależą w znacznym stopniu od ustroju krzyżownic i mogą być stosownie przyjęte. Przy tem jednakże należy zaznaczyć, że gdy  $p_3 = p_3'$ , to z równań (205) + (208) — (206) — (207) wynika:

$$\frac{\sin \psi_1}{\sin \psi_2} = \frac{p_1 + p_2}{p_1' + p_2'}$$

Wobec tego  $p_1 + p_2$  może się równać  $p_1' + p_2'$  tylko w tym przypadku, gdy  $\psi_1 = \psi_2$ , t. j. w przypadku rozjazdu podwójnego symetrycznego. W niesymetrycznym zaś rozjeździe podwójnym nie można kłaść jednocześnie  $p_1 = p_1'$ ,  $p_2 = p_2'$  i  $p_3 = p_3'$ .

Promień  $r$  łuków zwrotnych może być w przybliżeniu określony graficznie lub też przyjęty według promienia zwrotnicy normalnej, mniej więcej o 25% do 20% mniejszym od tego ostatniego. Kładąc następnie  $p_1 = p_1'$  i  $p_3 = p_3'$ , można znaleźć niewiadome  $s_1$ ,  $\psi_1$ ,  $\psi_2$ ,  $p_2$  i  $p_2'$ .

Z równań (205) i (206) otrzymujemy:

$$\begin{aligned} & r (\cos \psi_1 + \cos \psi_2) - p_1 (\sin \psi_1 + \sin \psi_2) = \\ & = 2r \cos \frac{\psi_1 + \psi_2}{2} \cos \frac{\psi_1 - \psi_2}{2} - 2p_1 \sin \frac{\psi_1 + \psi_2}{2} \cos \frac{\psi_1 - \psi_2}{2} = \\ & = 2r \cos \omega + 2z - s = m \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (210) \end{aligned}$$

$$\left( r \cos \frac{\psi_1 + \psi_2}{2} - p_1 \sin \frac{\psi_1 + \psi_2}{2} \right) \cos \frac{\psi_1 - \psi_2}{2} = \frac{m}{2} \quad . \quad . \quad . \quad (211)$$

Równanie (209) możemy przekształcić jak następuje:

$$\left( r \cos \frac{\psi_1 + \psi_2}{2} - p_1 \sin \frac{\psi_1 + \psi_2}{2} \right) \sin \frac{\psi_1 - \psi_2}{2} = \frac{c}{2} \quad . \quad . \quad . \quad (212)$$

Podzieliwszy zaś równanie (212) przez (211), otrzymamy:

$$\operatorname{tg} \frac{\psi_1 - \psi_2}{2} = \frac{c}{m} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (213)$$

Oznaczając  $\frac{\psi_1 + \psi_2}{2} = \mu$  i wyrażając w równaniu (212)  $\sin$  i  $\cos$  przez  $\operatorname{tg}$ , otrzymamy:

$$\frac{r}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \mu}} = \frac{p_1 \operatorname{tg} \mu}{\sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \mu}} = \frac{1}{2} \sqrt{m^2 + c^2} = n,$$

skąd

$$\operatorname{tg} \mu = \operatorname{tg} \frac{\psi_1 + \psi_2}{2} = \frac{rp_1 - n\sqrt{r^2 + p_1^2 - n^2}}{p_1^2 - n^2} \quad (214)$$

Przyjawszy określoną wielkość kąta krzyżownicy  $\psi_1 + \psi_2 = \varphi$  i uważając  $p_1 = p_1'$  jako niewiadomą, możemy kąt  $\psi_1$  określić z równań (209) i (210) za pomocą wyłączenia wielkości  $p_1 = p_1'$ :

$$\begin{aligned} \frac{r\{\cos \psi_1 + \cos (\varphi - \psi_1)\} - m}{\sin \psi_1 + \sin (\varphi - \psi_1)} &= \frac{c - r\{\sin \psi_1 - \sin (\varphi - \psi_1)\}}{\cos \psi_1 - \cos (\varphi - \psi_1)} \\ c\{\sin \psi_1 + \sin (\varphi - \psi_1)\} + m\{\cos \psi_1 - \cos (\varphi - \psi_1)\} &= 0, \\ \operatorname{tg} \psi_1 &= \frac{c \sin \varphi + m(1 - \cos \varphi)}{m \sin \varphi - c(1 - \cos \varphi)} = \frac{c + m \operatorname{tg} \frac{\varphi}{2}}{m - c \operatorname{tg} \frac{\varphi}{2}} \quad (215) \end{aligned}$$

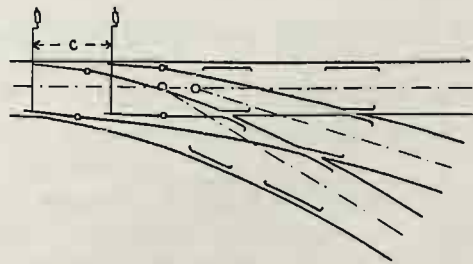
W miejscu skrzyżowania torów zwrotnych nie zawsze wkłada się proste i krzyżownica pośrednia pozostawia się niekiedy na przecięciu dwóch łuków, których kształt zachowuje się bez zmiany takim, jak w zwrotnicy normalnej. Jednakże i w tym przypadku krawędzie kierujące dzioba krzyżownicy idą po liniach prostych i tylko stosunek skrzyżowania nieco się zwiększa.

Odległość  $c$  pomiędzy dwoma zwrotnicami wybiera się zwykle w cyfrze okrągłej, zbliżonej do wielkości najmniejszej, jaką przyjąć można w zależności od przesuwu ostrza iglicy i sposobu przymocowania cięgła.

#### b) Rozjazd podwójny jednostronny.

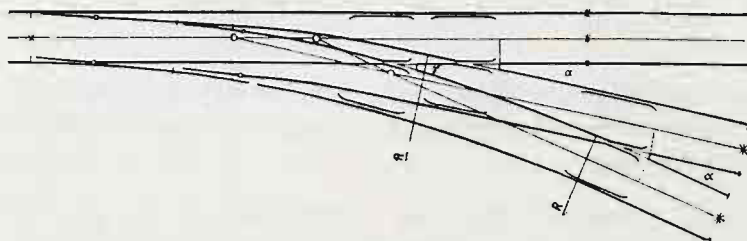
Rozjazd taki projektować można w ten sposób, że oba rozjazdy pojedyncze odgałęziają się od toru zasadniczego w odległości  $c$  jeden od drugiego (rys. 365), lub też zwrotnica drugiego rozjazdu układu się w łuku zwrotnym pierwszego (rys. 366), przez co jeszcze więcej skraca się długość, zajmowana przez rozjazd w torze zasadniczym. Zasady wyznaczenia najmniejszej odległości  $c$  pomiędzy zwrotnicami rozjazdu podwójnego jednostronnego są też same, co w przypadku rozjazdu podwójnego dwustronnego. Również ogólny przebieg obliczenia geometrycznego układu rozjazdu jest w obu przypadkach podobny.

Rys. 365.



Przy wyborze odpowiednich wielkości dla promieni, prostych lub kątów, pożądanym jest korzystanie z wykresów próbnych.

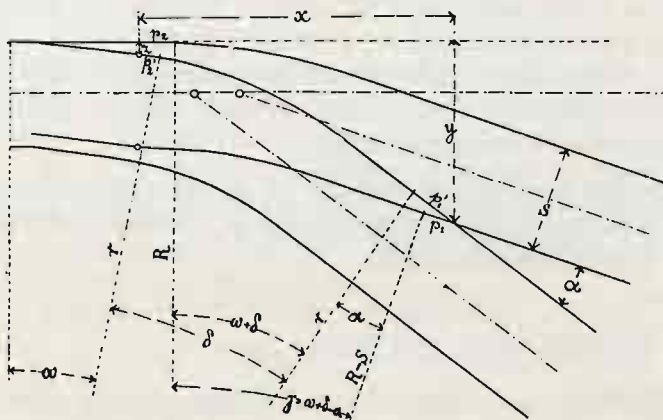
Rys. 366.



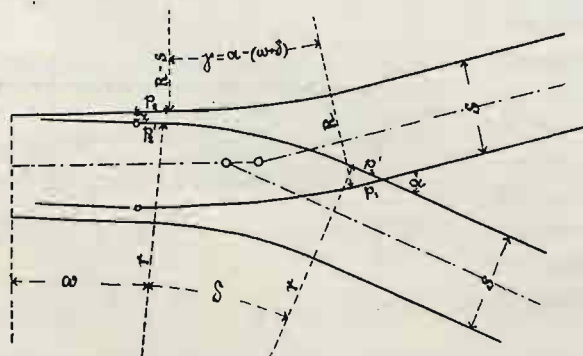
### 3. Rozjazdy łukowe.

Przy obliczaniu układu geometrycznego rozjazdów łukowych można je rozpatrywać jako przypadek szczególny rozjazdów podwójnych niesymetrycznych, z których tor prosty został usunięty. Dla jasności, zasady tego obliczenia przytoczone są poniżej, niezależnie od obliczenia rozjazdów podwójnych.

Rys. 367.



Rys. 368.



Przy obliczaniu układu geometrycznego rozjazdów łukowych można je rozpatrywać jako przypadek szczególny rozjazdów podwójnych niesymetrycznych, z których tor prosty został usunięty. Dla jasności, zasady tego obliczenia przytoczone są poniżej, niezależnie od obliczenia rozjazdów podwójnych.

Przypuśćmy, że tor zasadniczy rozjazdu pomiędzy zwrotnicą a krzyżownicą ułożony jest łukowato podobnie jak i tor, który się od niego odgałęzia (rys. 367 i 368).

Oznaczmy przez:

- $R$  promień toku zewnętrzne-  
go w torze zasadniczym;
- $r$  promień toku zewnętrzne-  
go w torze zwrotnym;
- $p_1$  i  $p_1'$  długość prostych  
przed środkiem matema-  
tycznym krzyżownicy w  
torze zasadniczym i w to-  
rze zwrotnym;
- $p_2$  i  $p_2'$  długość prostych za  
osadą iglicy w torze za-  
sadniczym i w torze  
zwrotnym;
- $z$  odległość pomiędzy kra-  
wędziami kierującami  
opornicy i iglicy w osa-  
dzie;



$\omega$  kąt zawarty między opornicą a iglicą w osadzie;

$\alpha$  kąt krzyżownicy;

$\gamma$  i  $\delta$  kąty środkowe łuków w torze zasadniczym i w torze zwrotnym.

Przy tych oznaczeniach rzuty pionowy i poziomy wieloboku zamkniętego, który tworzą wskazane powyżej linie proste i promienie łuków, będą następujące:

1) W przypadku, gdy tor zwrotny jest zakrzywiony w tę samą stronę, co i tor zasadniczy (rys. 367):

$$z + p_2' \sin \omega + r \{\cos \omega - \cos (\omega + \delta)\} + p_1' \sin (\omega + \delta) - p_1 \sin \gamma + \\ + (R - s) \cos \gamma - R = 0 \quad \dots \dots \dots (216)$$

$$p_2 + (R - s) \sin \gamma + p_1 \cos \gamma - p_1' \cos (\omega + \delta) - r \{\sin (\omega + \delta) - \sin \omega\} - \\ - p_2' \cos \omega = 0 \quad \dots \dots \dots (217)$$

2) W przypadku, gdy tory zasadniczy i zwrotny są zakrzywione w przeciwnie strony (rys. 368):

$$z + p_2' \sin \omega + r \{\cos \omega - \cos (\omega + \delta)\} + p_1' \sin (\omega + \delta) + p_1 \sin \gamma - \\ - R \cos \gamma + (R - s) = 0 \quad \dots \dots \dots (218)$$

$$p_2 + R \sin \gamma + p_1 \cos \gamma - p_1' \cos (\delta + \omega) - r \{\sin (\omega + \delta) - \sin \omega\} - \\ - p_2' \cos \omega = 0 \quad \dots \dots \dots (219)$$

W przypuszczeniu, że będą zastosowane zwrotnice i krzyżownice typu normalnego, t. j. takie same jak i w przypadku, gdy tor zasadniczy jest prosty, należy uważać, że wielkości  $\alpha$ ,  $\omega$ ,  $z$  i  $p_2$  (występ opornicy poza osadą iglicy) oraz szerokość toru  $s$  są wiadome. Z pozostałych wielkości:  $R$ ,  $r$ ,  $\delta$ ,  $p_1$ ,  $p_1'$  i  $p_2'$  można wyznaczyć dwie z równań (216) i (217) albo (218) i (219), przyjąwszy określone wartości dla czterech pozostałych. Dla promienia  $r$  toru zwrotnego można przyjąć najmniejszą wielkość dopuszczalną w zależności od znaczenia, jakie posiada dana linia kolejowa i od rodzaju taboru, jaki po niej przebiega. Promień  $R$  zwykle przyjmuje się również z góry i według tych promieni określa się  $\delta$  przedwstępnie z rysunku. Wreszcie można przyjąć, że  $p_2' = 0$  albo że  $p_2 = p_2'$  i obliczyć dwie pozostałe niewiadome.

Gdy te będą wiadome, określenie współrzędnych  $x$  i  $y$  matematycznego środka krzyżownicy nie przedstawia żadnych trudności:

$$x = p_2' \cos \omega + r \{\sin (\delta + \omega) - \sin \omega\} + p_1' \cos (\delta + \omega) \quad \dots \quad (220)$$

$$y = z + p_2' \sin \omega + r \{\cos \omega - \cos (\delta + \omega)\} + p_1' \sin (\delta + \omega) \quad (221)$$

Jeżeli rozjazd ma być ułożony w łuku już istniejącym, to proste, niezbędne do ułożenia zwrotnicy i krzyżownicy, można otrzymać w sposób dwojaki, a mianowicie, zmniejszając promień łuku  $R$  do  $R_0$  w granicach rozjazdu, t. j. na długości  $BC$  (rys. 369) toru łączącego pomiędzy zwrotnicą a krzyżownicą, albo też poza rozjazdem na długości  $FA$  i  $DG$  przed nim i za nim (rys. 370).

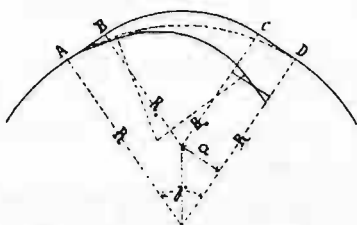
Drugi ze wskazanych sposobów nie jest dogodny pod tym względem, że wymaga odkształcenia toru na znacznej długości z obu stron rozjazdu, co nie zawsze da się łatwo skutecznie. W tym przypadku pierwotny promień łuku  $R$  pozostaje bez zmiany w torze zasadniczym.

Przy pierwszym sposobie zmniejszenie promienia  $R$  zależy od długości prostych, niezbędnych do ułożenia zwrotnicy i krzyżownicy, a właściwie od większej z tych dwóch długości (t. j. zwykle od długości opornicy), gdyż jak to widać

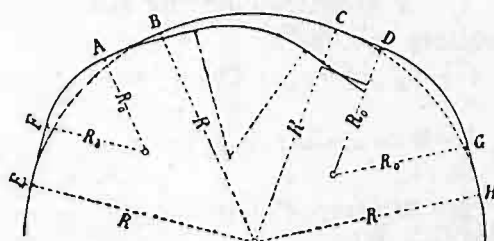
z rys. 369, obie proste muszą być równe. Jeżeli długość prostej (rys. 369)  $AB = CD = a$ , to:

$$a = (R - R_0) \operatorname{tg} \frac{\gamma}{2} \quad \dots \quad (222)$$

Rys. 369.



Rys. 370.



Aby określić w przybliżeniu kąt  $\gamma$ , można przyjąć, że projektowany rozjazd ma taką samą długość  $L_1$  (rys. 362) licząc po osi łuku pierwotnego, jak i rozjazd normalny o prostym torze zasadniczym, t. j. w przybliżeniu:

$$2R \operatorname{tg} \frac{\gamma}{2} = L_1 \quad \dots \quad (223)$$

skąd:

$$\operatorname{tg} \frac{\gamma}{2} = \frac{L_1}{2R} \quad \dots \quad (224)$$

Kąt  $\delta$  łuku zwrotnego zawarty w równaniach (216), (217), (218) i (219) wyraża się:

$$\delta = \alpha \pm \gamma - \omega \quad \dots \quad (225)$$

#### 4. Rozjazd angielski.

Zwrotnice i dwie krzyżownice rozjazdu angielskiego nie różnią się od zwrotnic i krzyżownic rozjazdu zwykłego i przy jednakowym kącie skrzyżowania mają takż sam ustrój, jak i one. Dwie pozostałe krzyżownice, tak zwane angielskie, mają dzioby tępe i ustrój odmienny.

Ponieważ zwrotnice rozjazdu angielskiego umieszczone są pomiędzy krzyżownicami zwykłymi i angielskimi, należy więc oznaczyć ich wzajemne położenie. To ostatnie winno przede wszystkim czynić zadość warunkowi, aby opornice proste dwóch sąsiednich zwrotnic (rys. 371) były o tyle od siebie oddalone, ażeby iglice, które do nich przylegają, można było przesuwac w kierunkach sobie przeciwnych, t. j. zbliżać jednocześnie ku sobie. Najmniejsza odległość  $\xi$  pomiędzy krawędziami kierującymi opornic w miejscu, gdzie do nich przylegają ostrza iglic, zależy od przesuwu ostrza iglicy, od sposobu przymocowania cięgła do iglicy oraz od innych szczegółów ustroju zwrotnicy. Według wielkości  $\xi$  otrzymuje się najmniejsza odległość ostrza iglicy od matematycznego środka najbliższej krzyżownicy:

$$\mu = \frac{\xi}{2 \sin \frac{\alpha}{2}} \quad \dots \quad (226)$$

Każdy bok równoległoboku, który tworzą krzyżujące się tory, równa się:

$$s : \sin \alpha,$$

a po odjęciu rzutu  $\eta$  iglicy i odległości  $\mu$  jej ostrza od matematycznego środka krzyżownicy:

$$\lambda = \frac{s}{\sin \alpha} - r' (\sin \omega - \sin \beta) - \mu. \quad (227)$$

Do przybliżonego obliczenia promienia  $r$  łuku łączącego  $AB$ , który da się zmieścić pomiędzy osadami dwóch iglic, można przyjąć:

$$r = \infty \frac{2\lambda}{\alpha - 2\omega}. \quad (228)$$

Otrzymany w ten sposób promień  $r$ , o ile nie przekracza dopuszczalnych granic, należy zaokrąglić do nieco mniejszej wielkości, z której można obliczyć następnie dokładne wartości  $\lambda$  i  $\mu$  w sposób następujący.

Odległość łuku łączącego od matematycznego środka krzyżownicy angielskiej:

$$\zeta = \left\{ r \left( \cos \omega - \cos \frac{\alpha}{2} \right) + z \right\} : \cos \frac{\alpha}{2}. \quad (229)$$

( $z$  oznacza, jak wyżej, odległość pomiędzy krawędziami kierującymi toru prostego i łukowego w osadzie iglicy).

Rzut połowy łuku łączącego na kierunek  $\lambda$ :

$$\lambda - \zeta \sin \frac{\alpha}{2} = r \left( \sin \frac{\alpha}{2} - \sin \omega \right). \quad (230)$$

skąd:

$$\lambda = r \left( \sin \frac{\alpha}{2} - \sin \omega \right) + \left\{ r \left( \cos \omega - \cos \frac{\alpha}{2} \right) + z \right\} \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}. \quad (231)$$

$$\mu = \frac{s}{\sin \alpha} - r' (\sin \omega - \sin \beta) - \lambda. \quad (232)$$

Długość  $l_1$  łuku łączącego w toku zewnętrznym:

$$l_1 = r (\alpha - 2\omega). \quad (233)$$

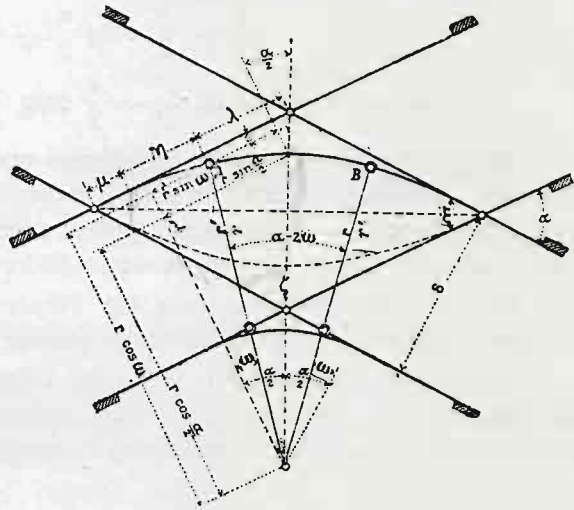
zaś w wewnętrznym, dla promienia zmniejszonego o szerokość toru  $s$  i jego poszerzenie  $e$ :

$$l_2 = (r - s - e) (\alpha - 2\omega). \quad (234)$$

## 5. Kreslenie osi rozgałęzień torów.

Wytknięcie i nakreślenie rozjazdu bardzo będzie ułatwione, jeżeli wyznaczymy położenie punktu  $v$  (rys. 362), w którym oś toru zwrotnego i oś toru zasadni-

Rys. 371.





czego rozjazdu wzajemnie się przecinają. Odległości  $a$  i  $b$  określające położenie tego punktu względem początku rozjazdu, t. j. względem przedniego styku opornicy, oraz względem końca krzyżownicy, licząc po osi toru zasadniczego lub zwrotnego, otrzymują się jak następuje:

$$b = \frac{s}{2} \cotg \frac{\alpha}{2} + k_2 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (235)$$

$$a = L_1 - \frac{s}{2} \cotg \frac{\alpha}{2} - k_2 \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (236)$$

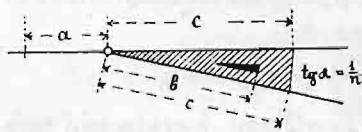
Odległość  $b$  określa punkt, od którego począwszy można układać tor zwrotny łukowato. Jeżeli ze względu na ustrój krzyżownicy, zwrotnica nie może być ułożona bezpośrednio po niej i należy włożyć pomiędzy nie odcinek toru  $n$ , to należy również określić odległość  $c$  od punktu  $v$  do końca tegoż odcinka.

Znając wielkości  $a$ ,  $b$  i  $c$ , oraz kąt krzyżownicy  $\alpha$ , albo jego styczną, można już łatwo nakreślić wszelki układ rozgałęzienia torów według osi tychże.

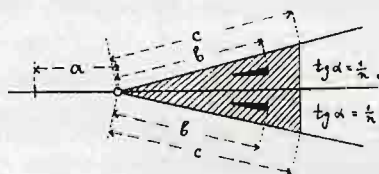
Na rysunkach 372 do 381 włącznie, odpowiadających rysunkom 303, 304, 307, 308, 309, 310, 311, 312, 313 i 318, wskazano sposób wykreślenia rozjazdów główniejszych typów według wskazanych powyżej wymiarów zasadniczych.

**T y p y   r o z j a z d ó w.**

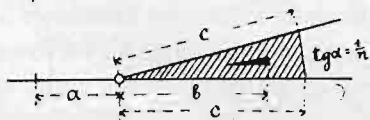
Rys. 372.  
Rozjazd zwykły prawy.



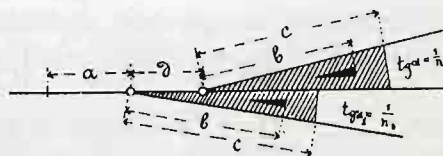
Rys. 375.  
Rozjazd podwójny symetryczny.



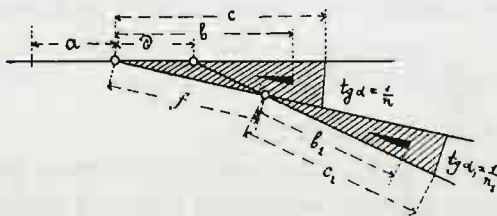
Rys. 373.  
Rozjazd zwykły lewy.



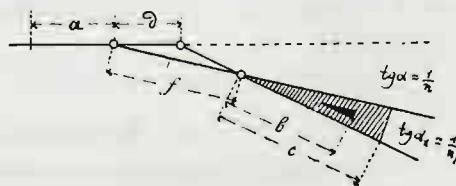
Rys. 376.  
Rozjazd podwójny dwustronny.



Rys. 374.  
Rozjazd podwójny jednostronny.



Rys. 377.  
Rozjazd łukowy jednostronny.



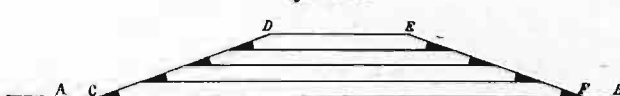


rowane w prawo i odwrotnie. Tym sposobem przejście z toru  $AB$  na tory równoległe do niego odbywać się będzie po skręcie mającym łuki, skierowane w odwrotne strony.

Rys. 382.

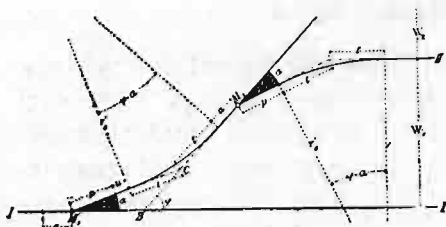


Rys. 383.



Jeżeli w drugim końcu takich torów wymagane jest wyjście na tor  $AB$  (rys. 383), to można je osiągnąć za pomocą drogi zwrotniczej  $EF$ , pochylonej względem  $AB$  w stronę przeciwną pochyleniu  $CD$ . Jednakże w takim ustroju długość

Rys. 384.



Rys. 385.

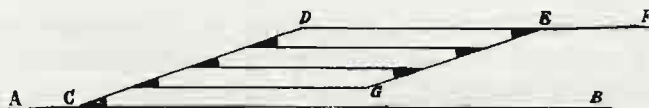


torów, począwszy od  $CF$  do  $DE$ , stopniowo się zmniejsza. Zwiększenie użytkowej długości torów można osiągnąć, zwiększając stromość drogi zwrotniczej za pomocą włożenia łuków (rys. 384). Możliwość takiego ustroju zależy od odstępu pomiędzy rozjazdami, które po sobie następują, to jest od długości rozjazdu i szerokości  $w$  międzytorza. Jednakże nagłe skrety z łukami, skierowanymi w odwrotne strony, są niedogodne dla ruchu.

Jeżeli ułożenie w torze  $AB$  dużej ilości zwrotnic nie przedstawia niedogodności, to połączenie go z torami równoległymi można również uskutecznić w sposób, uwidoczniiony na rys. 385.

Jeżeli nie jest wymaganiem, aby wejście na grupę torów równoległych i wyjście z niej były urządzone bezpośrednio z jednego i tego samego toru  $AB$ ,

Rys. 386.



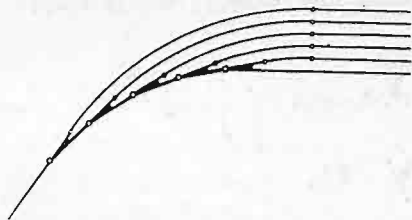
lecz również z drugiego  $EF$  (rys. 386), to wszystkie tory tej grupy mogą otrzymać jednakową długość, ograniczając je drogami równoległymi  $CD$  i  $GE$ .

Jeżeli będziemy układać rozjazdy tegoż kierunku jeden za drugim w ten sposób, aby każdy rozjazd był ułożony w torze zwrotnym rozjazdu poprzedzającego (rys. 387), to tworzy się *droga zwrotnicza zakrzywiona*.

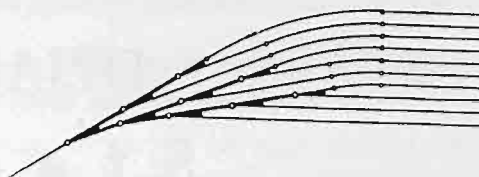


W zależności od posiadanego miejsca i innych okoliczności może się przy rozwoju torów zdarzyć potrzeba rozmaitego kojarzenia dróg zwrotniczych prostych i zakrzywionych (rys. 388 i 389).

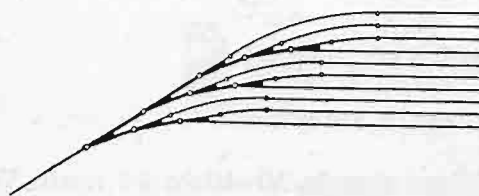
Rys. 387.



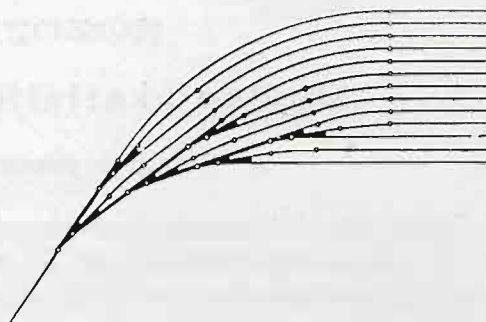
Rys. 388.



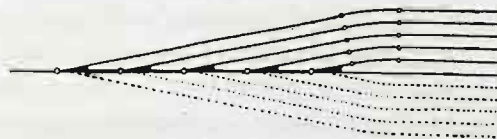
Rys. 389.



Rys. 390.



Rys. 391.



Stosowanie rozjazdów podwójnych (rys. 390 i 391) jest szczególnie dogodnym do szybkiego rozwinięcia torów i do zwiększenia ich długości użytkowej.