

Jeżeli zachodzi potrzeba połączenia torów równoległych w dwóch kierunkach, a mianowicie w kierunku od A do D i od C do B (rys. 352), i jeżeli połączenia z powodu braku miejsca nie mogą być ułożone jedno za drugim w sposób uwidoczniiony na rys. 352, to układa się *połączenie krzyżowe* (rys. 353) o czterech krzyżownicach na przecięciu torów łączących. Kąt tych krzyżownic jest dwa razy większy, niż krzyżownic w rozjazdach.

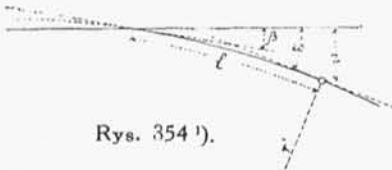
ROZDZIAŁ II.

Zwrotnice.

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

Łuk zwrotny rozjazdu jest kształtu kolistego i powinienby być stycznym do toru zasadniczego w początkowym punkcie odgałęzienia, t. j. przy ostrzu iglicy, lub nawet być nieco odsuniętym od tegoż toru w kierunku środka łuku, aby przejście na odgałęzienie było możliwie łagodne. Jednakże przy takim ustroju ostrze iglicy byłoby zbyt cienkie i słabe, wskutek czego stało się koniecznem dopuszczenie przecięcia iglicy z opornicą pod pewnym kątem β (rys. 354), zwanym *kątem oparcia* iglicy o opornicę. W istniejących ustrojach kąt ten nie bywa mniejszy jak $\frac{1}{2}^{\circ}$.

Tak nieznaczny kąt oparcia (od $\frac{1}{2}^{\circ}$ do $\frac{3}{4}^{\circ}$) może być jednakże osiągnięty tylko w tym przypadku, gdy iglica zewnętrzna będzie zakrzywiona w planie.

Rys. 354¹⁾.

Rys. 355.

Jeżeli jednak iglica zewnętrzna pozostanie prostą, jak to się stosuje w celu uproszczenia budowy zwrotnicy, to kąt β_1 przecięcia iglicy z opornicą (rys. 355) musi wypaść znacznie większy, a mianowicie od 1° do 2° , zależąc od niezbędnej odległości z pomiędzy opornicą a iglicą w osadzie, oraz od długości iglicy.

Aby iglica była dość sztywna i aby wyrób jej nie był zbyt utrudniony, *długość iglicy* nie powinna przekraczać pewnej granicy i wynosi zwykle na drogach żelaznych o torze normalnym od 4,5 do 6 m, na wąskotorowych zaś od 2 do 3,5 m.

Zależność kąta oparcia β od długości iglicy l i odstępu z pomiędzy wewnętrznymi krawędziami opornicy i iglicy w osadzie wyraża się przy iglicach prostych:

$$\sin \beta_1 = \sin \omega = \frac{z}{l} \quad \dots \quad (185)$$

¹⁾ Na wszystkich rysunkach, gdzie szyny uwidoczniiono linią pojedynczą, linia ta wyobraża wewnętrzną krawędź główki szyny, t. j. krawędź prowadzącą koło.

Przy iglicy krzywej, oznaczając przez

- r' promień krzywizny iglicy,
- ω kąt, który tworzy styczna do iglicy w osadzie z opornicą,
- l_1 rzut iglicy na opornicę,

otrzymujemy następujące zależności:

$$l_1 = r' (\sin \omega - \sin \beta) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (186)$$

$$z = r' (\cos \beta - \cos \omega) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (187)$$

W równaniu (187) dostawy mogą być rozwinięte w szeregi:

$$\cos \beta = (1 - \sin^2 \beta)^{\frac{1}{2}} = 1 - \frac{1}{2} \sin^2 \beta - \frac{1}{8} \sin^4 \beta - \dots$$

$$\cos \omega = (1 - \sin^2 \omega)^{\frac{1}{2}} = 1 - \frac{1}{2} \sin^2 \omega - \frac{1}{8} \sin^4 \omega - \dots$$

Zadowolając się pierwszymi dwoma wyrazami szeregów ze względu na małą wielkość kątów i biorąc ich różnicę, otrzymujemy

$$\cos \beta - \cos \omega = \infty \frac{1}{2} (\sin^2 \omega - \sin^2 \beta).$$

Podstawiając tę wielkość w równanie (187) i dzieląc je przez (186), otrzymujemy:

$$2z = l_1 (\sin \omega + \sin \beta) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (188)$$

z równań zaś 186 i 188:

$$\sin \omega = \frac{z}{l_1} + \frac{l_1}{2r'} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (189)$$

$$\sin \beta = \frac{z}{l_1} - \frac{l_1}{2r'} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (190)$$

Jako wielkości wiadome przyjmuje się zwykle odległość w osadzie iglicy z , kąt oparcia β i promień iglicy r' lub jej długość $l = r' (\omega - \beta)$, praktycznie nie różniącą się od l_1 , poczem z równań (189) i (190) mogą być określone dwie pozostałe wielkości niewiadome.

Położenie środka krzywizny iglicy otrzymuje się z równań (patrz rys. 356):

$$h = r' (1 - \cos \beta) = 2r' \sin^2 \frac{\beta}{2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (191)$$

$$c = r' \sin \beta \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (192)$$



Rys. 356.

Długość, na której iglica krzywa winna być ostrugana, aby przylegała do opornicy, określi się, gdy zauważymy (rys. 356), że przy szerokości główki szyny równej w :

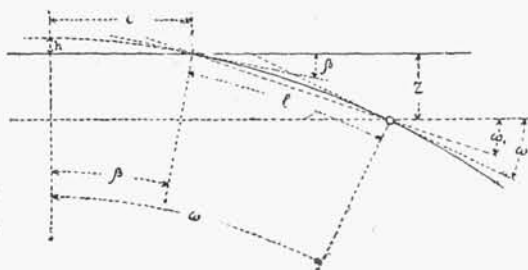
$$c + i = \sqrt{(w + h)(2r' + w - h)} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (193)$$

$$h = r' (1 - \cos \beta) \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (191)$$

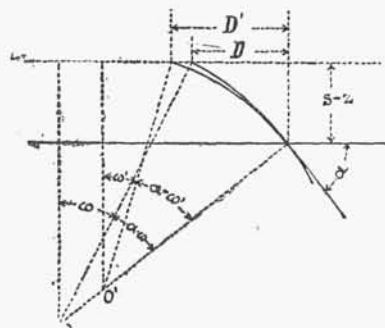
$$i = \sqrt{(w + h)(2r' + w - h)} - r' \sin \beta \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (194)$$

Oczywiście, że przy wejściu taboru na zwrotnicę nastawioną na odgałęzienie, uderzenie koła o iglicę będzie tem silniejsze, im większy jest kąt oparcia iglicy o opornicę. Wskutek tego jazda po zwrotnicy, której iglica zewnętrzna

jest zakrzywiona, będzie spokojniejsza, niż po zwrotnicy o iglicach prostych. Nadto, przy tymże odstępzie z (rys. 357) pomiędzy krawędziami wewnętrznymi opornicy i iglicy w osadzie i przy tejże długości l iglicy, kąt ω , zawarty między nimi w tem miejscu, będzie mniejszy w przypadku iglicy prostej, niż w przypadku iglicy krzywej. Wynika stąd, że aby przejść na krzyżownicę, mającą określony kąt α (rys. 358), należy przyjąć długość łuku zwrotnego, a więc i całego rozjazdu, większą, promień zaś krzywizny tegoż toru mniejszym przy prostej iglicy, niż przy krzywej.

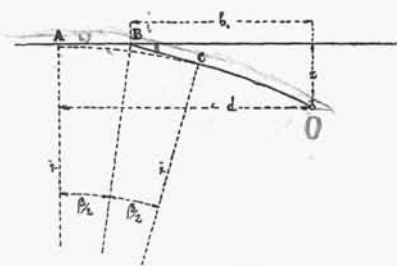


Rys. 357.



Rys. 358.

Kształt iglicy krzywej w planie określany jest niekiedy w ten sposób, że łuk ACO , którym się zatacza jej krawędź wewnętrzną, jest styczny do opornicy i tylko na pewnej długości BC oparcia iglicy krawędź ta ma kształt prosty, styczny do łuku zakrzywienia (rys. 359).



Rys. 359.

Oznaczając przez d rzut łuku ACO na opornicę i zachowując inne oznaczenia, otrzymujemy

$$d = \sqrt{z(2r' - z)}$$

$$\operatorname{tg} \frac{\beta}{2} = \frac{d - b_1}{r'} = \frac{\sqrt{z(2r' - z)} - b_1}{r'} \quad (195)$$

$$\operatorname{tg} \omega = \frac{d}{r' - z} = \frac{\sqrt{z(2r' - z)}}{r' - z} \quad (196)$$

$$AB = BC = r' \operatorname{tg} \frac{\beta}{2} = \sqrt{z(2r' - z)} - b_1$$

Długość i , na której iglica winna być ostrugana, wyrazi się:

$$i = \sqrt{w(2r' - w)} - r' \operatorname{tg} \frac{\beta}{2} \quad (197)$$

Przy takim kształcie iglicy długość jej otrzymuje się niewiele co większa, niż gdy jest ona całkowicie zakrzywiona. Promień, którym jest zatoczona iglica, określa wymaganą zwrotność taboru.

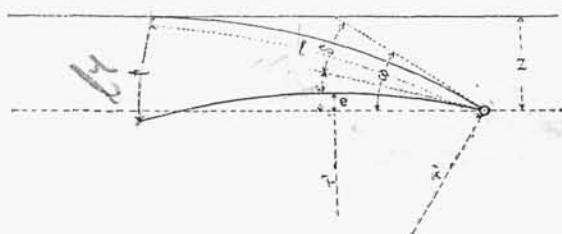
Ważną zaletą iglic prostych jest ich kształt jednakowy dla odgałęzień w lewo i w prawo, przez co zmniejsza się ilość poszczególnych części zwrotnicy, które należy mieć w zapasie. Ze względu na tę okoliczność, iglice proste są

bardzo rozpowszechnione, nawet na pierwszorzędnych liniach dróg żelaznych francuskich, angielskich i amerykańskich, i ogólnie stosowane na drogach żelaznych znaczenia miejscowego.

2. Odstęp pomiędzy opornicą a iglicą w osadzie; jego zwiększenie w przypadku iglic krzywych. Poszerzenie toru w łuku zwrotnym, w osadzie iglicy oraz przy wejściu na zwrotnicę. Sprawdzenie przejścia taboru po łukach zwrotnych małego promienia sposobem wykreślnym Roy'a. Przejście od toru normalnego do poszerzonego. Względna wysokość i boczne nachylenie szyn w rozjazdach.

W celu, ażeby iglica, kierująca na odgałęzienie, nie była narażona w położeniu odsuniętem od opornicy na boczne uderzenia kół, toczących się po opornicy, odstęp pomiędzy nimi powinien być dostateczny do swobodnego przejścia obrzeży kół. Najmniejszą wielkość tego odstępu otrzymamy, gdy od szerokości toru odejmiemy odległość pomiędzy wewnętrznymi krawędziami kół i grubość obrzeża obręczy, przyjmując dla dwóch ostatnich wymiarów wartości najmniejsze. Tym sposobem przy torze normalnym odstęp ten winien wynosić:

$$1435 - \frac{1357 + 1410}{2} = 51,5 \text{ mm}^1).$$



Rys. 360.

Dla iglic prostych najmniejszy odstęp pomiędzy opornicą a iglicą w położeniu odsuniętem otrzymuje się w osadzie iglicy. Gdy iglica jest krzywa, to przy określeniu odstępu pomiędzy opornicą a iglicą w osadzie należy uwzględnić zwiększenie tego odstępu, pochodzące z krzywizny iglicy.

Jeżeli oznaczmy (rys. 360) przez:

- ω kąt zawarty pomiędzy opornicą a iglicą w osadzie,
- δ kąt obrotu iglicy,
- l długość iglicy,
- r' promień krzywizny iglicy,
- t przesuw ostrza iglicy,
- e szukane zwężenie odstępu pomiędzy iglicą a opornicą,
- $\varepsilon = \omega - \delta$, to

$$\delta = \frac{t}{l} \cdot \frac{180^\circ}{\pi}$$

$$e = r' (1 - \cos \varepsilon) = 2r' \sin^2 \frac{\varepsilon}{2} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad (198)$$

Poszerzenie toru przy ostrzu iglicy i wogóle w łukach rozjazdów przyjmuje

¹⁾ Według przepisów obowiązujących na polskich drogach żelaznych, przy niejednakowym zużyciu obrzeży obu kół zestawu dopuszcza się najmniejsza grubość obrzeża 20 mm, jednakże odległość pomiędzy krawędziami zewnętrznymi obrzeży nie może wynosić mniej jak 1410 mm (por. str. 269).

się o ile można jak najmniejsze ze względu na niedogodności konstrukcyjne, jakie ono zwykle za sobą pociąga. Z tego powodu poszerzenie to bywa wogóle mniejsze, niż wypadłoby z wzorów doświadczalnych, stosowanych dla łuków w torach poza stacjami. Taka niejednostajność w poszerzeniu toru ma swoje uzasadnienie również i w tem, że na szlakach pomiędzy stacjami pewien nadmiar szerokości toru w łuku, po którym pociągi przebiegają z dużą szybkością, przyczynia się do zmniejszenia zużycia szyn, gdy tymczasem w rozjazdach, ze względu na bardziej złożony ustrój toru kolejowego, należy dbać przede wszystkim o zachowanie należytego bezpieczeństwa i spokoju jazdy.

Jak zaznaczono wyżej (por. str. 272), tabor dróg żelaznych toru normalnego jest wogóle przystosowany do przejścia w łukach o promieniu 180 m. Wobec tego poszerzenie toru w rozjazdach jest niezbędne tylko w tych przypadkach, gdy zakrzywienie toru jest większe. Strzałka łuku o promieniu 180 m, odpowiadająca cięciwie, jaką odcina wagon trzosiowy o rozstawie osi skrajnych 7,5 m (por. str. 272), wynosi przybliżenie:

$$E = \frac{8}{180} = 0,0445 \text{ m},$$

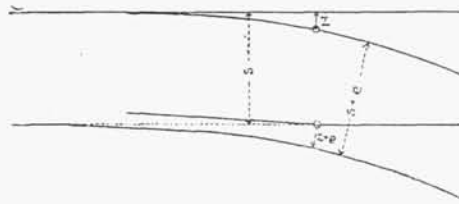
a więc niezbędne poszerzenie toru w łuku o promieniu $r' < 180 \text{ m}$ wyniesie:

$$e = \frac{8}{r'} - 0,0445 \text{ m} \dots \dots \dots (199)$$

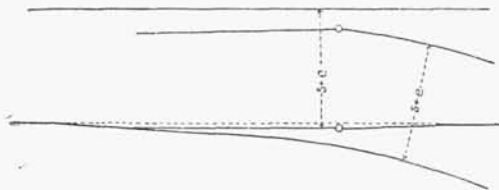
Przy przejściu przez osadę iglicy prostej, środkowej osi tegoż wagonu (rys. 361), największe odchylenie tej osi od osady iglicy w przypuszczeniu, że osie są nieprzesuwne, wyniesie o połowę mniej, niż przy iglicach krzywych. Wy-



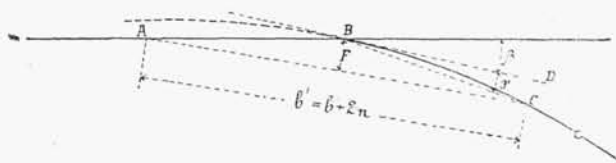
Rys. 361.



Rys. 362.



Rys. 363.



Rys. 364.

nika stąd, że przy stosowanych wielkościach promienia r' poszerzenie toru w osadzie iglicy prostej nie jest wogóle niezbędne, gdyż według wzoru

$$e_1 = \frac{4}{r'} - 0,0455 \text{ m} \dots \dots \dots (200)$$

otrzymuje się dla niego wartości ujemne.

Wskutek poszerzenia toru, odstęp pomiędzy opornicą a iglicą w osadzie otrzymuje się dla jednej iglicy większy niż dla drugiej (rys. 362). W przypadku iglic prostych, aby umocowanie iglic w osadach było jednakowe, poszerza się tor prosty na długości zwrotnicy na tyleż, co i tor krzywy (rys. 363).

Poszerzenie toru przy wejściu na zwrotnicę należy określać w zależności od kąta oparcia β i promienia krzywizny iglicy r' . Jeżeli długość podstawy sztywnej wagonu trzyosiowego oznaczmy przez $b_1 = b + 2n$ (patrz rys. 153, str. 271), to gdy jego oś średnia znajduje się naprzeciw ostrza iglicy, całkowity luz F (rys. 364) pomiędzy obrzeżem obręczy a szyną powinien wynosić co najmniej:

$$F = \frac{b_1}{2} \operatorname{tg} \angle BAC = \frac{b_1}{2} \operatorname{tg} \frac{1}{2} (\beta + \gamma)$$

$$\gamma = \frac{BC}{2r'} \approx \frac{b_1}{4r'}$$

a wobec nieznaczonej wielkości kątów β i γ :

$$F = \frac{b_1}{2} \left(\operatorname{tg} \frac{\beta}{2} + \frac{b_1}{8r'} \right) \dots \dots \dots (201)$$

Przyjmując dla wagonu trzyosiowego, jak wyżej, $b' = 8$ i uwzględniając przesuwność osi, odpowiadającą promieniowi 180 m, otrzymamy, że poszerzenie toru przy ostrzu iglicy, niezbędne do przejścia taboru, powinno wynosić dla toru normalnego:

$$e_2 = 4 \left(\operatorname{tg} \frac{\beta}{2} + \frac{1}{r'} \right) - 0,0445 \text{ m} \dots \dots \dots (202)$$

przy iglicach zaś prostych:

$$e'_2 = 4 \operatorname{tg} \frac{\beta}{2} - 0,0445 \text{ m} \dots \dots \dots (203)$$

Poszerzenia, określone według wzorów 199, 201, 202 i 203, zwiększa się o 8 mm do 10 mm, o ile to okaże się możliwym, dla ułatwienia przejścia taboru. W łuku, łączącym zwrotnicę z krzyżownicą, poszerzenie toru nie przedstawia zwykle trudności. Natomiast przy ostrzu iglicy, ze względu, że punkt ten jest wspólny dla łuku i toru prostego, poszerzenie nie powinno być większe jak 15 mm, w osadzie zaś iglicy, ze względów konstrukcyjnych, wymienionych powyżej, jeżeli się stosuje, to wogóle jaknajmniejsze.

W wątpliwych przypadkach, sprawdzenie przejścia taboru w łukach małych promieni, w zależności od zwrotności taboru i wielkości luzu pomiędzy obrzeżami jego kół a szynami, może być najprościej zrobione wykreślnie sposobem inż. Roy'a.

Nakreślmy łuk promieniem R (rys. 365) i z tegoż środka drugi łuk promieniem mniejszym od R o wielkość $E = e' + e''$ całkowitego luzu pomiędzy obrzeżem koła a szyną, składającego się z luzu e' w linii prostej i poszerzenia e'' w łuku. Niech b_1 oznacza długość sztywnej podstawy rozpatrywanej jednostki taboru, naprz.

parowozu, to jest rozstawu sztywnych osi skrajnych, zwiększonego o cięciwę, jaką odcina krawędź górna szyny na obwodzie zewnętrznym obrzeża koła (por. str. 271). Przypuśćmy, że parowóz toczy się w kierunku AC tak, że gdy koło przednie naciska na szynę w punkcie C , to oś tylna, przechodząca przez punkt A , skierowana jest



Rys. 365.

według promienia łuku. W tem położeniu obrzeże koła tylnego, toczonego się po szynie zewnętrznej, będzie od niej oddalone o strzałkę

$$f = \infty \frac{b_1^2}{2R}$$

Jeżeli promień R kreślić będziemy w podziałce $\frac{1}{n^2}$, podstawę zaś b_1 w podziałce $\frac{1}{n}$, to strzałka f i luz $E > f$, niezbędny do takiego przejścia parowozu, otrzyma się:

$$f = \frac{b_1^2}{n^2} : \frac{2R}{n^2} = \frac{b_1^2}{2R}$$

to jest w wielkości naturalnej.

Wybierając odpowiednio podziałkę, na przykład przy $R \leq 300 \text{ m}$, $\frac{1}{n^2} = \frac{1}{400'}$ można sporządzić wykres na arkuszu zwyczajnego papieru rysunkowego. Jeżeli tor ma załamania, jak naprz. przy wejściu na zwrotnicę, to kąty tych załamania należy kreślić w podziałce $\frac{1}{n} : \frac{1}{n^2} = n$ razy wielkość naturalna. Jeżeli parowóz ma przednią oś D zwrotną około punktu O o wielkość DD' , to wykres ujawni, czy da się ona wpisać w łuk bez nacisku na szynę zewnętrzną. W podobny sposób ujawni



Rys. 366.



Rys. 367.

się również położenie względem szyny osi pośredniej B . Wielkości przesuwu bocznego i zwrotu osi i półwosaków oraz zmniejszenia grubości obrzeży podane były na str. 70 i 72.

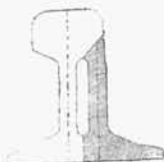
Jeżeli przy osadzie iglicy zachowana jest normalna szerokość toru prostego, to przejście od toru poszerzonego przy wejściu na zwrotnicę do toru normalnego może być uskutecznione albo na całej długości iglicy prostej (rys. 366), albo też na pewnej tylko części ab (rys. 367) tejże długości (zwykle na długości ac przylegania iglicy do opornicy) zapomocą wygięcia lub ostrugania iglicy od wewnętrznej strony toru.

Dla ułatwienia ostrugania iglicy prostej, opornica krzywa wygina się w ten sposób, aby jej część na długości przylegania iglicy pozostała prostą.

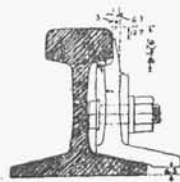
Z powodu trudności konstrukcyjnych *wzniesienie szyny zewnętrznej nad wewnętrzną* prawie nigdy nie jest stosowane w łukach rozjazdów. Jeżeli zauważy-



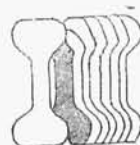
Rys. 368a.



Rys. 368b.



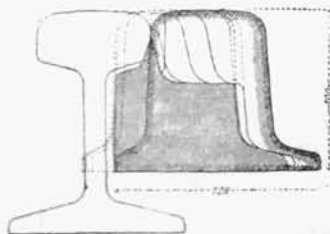
Rys. 368c.



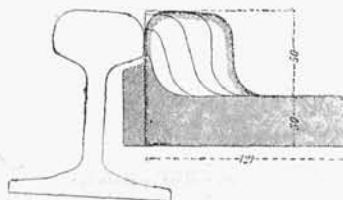
Rys. 369.

my, że pociągi przebiegają po tych łukach ze zmniejszoną szybkością i że brak wzniesienia szyny zewnętrznej nie przedstawia wogóle niebezpieczeństwa dla ruchu, to pomienione odstępstwo nie ma istotnego znaczenia.

Nadto *boczne nachylenie szyn* przeważnie nie zachowuje się w rozjazdach

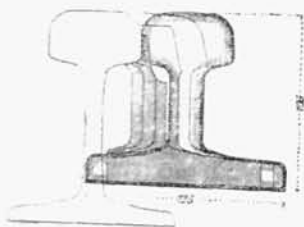


Rys. 370.

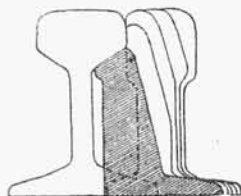


Rys. 371.

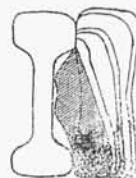
i szyny układa się pionowo. Ustrój taki ułatwia niewątpliwie budowę zwrotnic i krzyżownic, nie pozostaje on jednak bez wpływu na spókoj jazdy. Tymczasem zachowanie w rozjazdach bocznego nachylenia szyn jest zupełnie możliwe i bywa stosowane na wielu drogach żelaznych zagranicznych (rys. 376, 377 i 383).



Rys. 372.



Rys. 373.



Rys. 374.

3. Szyny do wyrobu iglic. Kształty przekrojów specjalnych. Struganie iglic. Podparcie iglic. Płytki i siodełka podiglicowe. Płyty podłużne, ich połączenie i przytwierdzenie. Umocowanie iglic w osadzie. Łubki, czopy i łożyska przegubów. Iglice sprężyste.

Szyny do wyrobu iglic stosuje się o przekroju specjalnym albo takie same, z jakich jest ułożony tor. Zastosowanie szyn zwykłego przekroju nie jest dogodne, zwłaszcza w przypadku szyn o podstawie płaskiej (rys. 368a i b), bo na długości