

szyjki do główki i do stopy, ograniczają niekiedy szyjkę powierzchniami wklęsłymi (por. rys. 234, 236 i 237).

3. Ciężar szyn ze względu na wytrzymałość materiału i stateczność toru. Odształcenia stałe budowy wierzchniej; ich wpływ na koszt utrzymania toru. Wzmocnienie budowy wierzchniej, a ciężar szyn. Budowa wierzchnia jako całość. Trudność teoretycznego określenia warunków stateczności toru. Ciśnienie na podłożu, ilość podkładów i ciężar szyn, stosowane w praktyce. Wielość typów szyn. Typy normalne. Dane dotyczące nowszych typów szyn, stosowanych na drogach żelaznych polskich i zagranicznych.

Siły zewnętrzne, działające na szynę, osiągają wielkości, podane wyżej (patrz str. 314), stosunkowo rzadko, przy wyjątkowym zbiegu okoliczności niekorzystnych. Jeżeli więc siły te przyjmujemy do obliczenia i uwzględnimy nadto sprężystość oddzielnych części budowy wierzchniej, to wolno nam będzie dopuścić *naprężenia w szynie* bliskie granicy sprężystości, zwłaszcza że, jak wskazuje doświadczenie, pęknięcie szyny jest nierównie mniej niebezpieczne dla ruchu kolejowego, niż naprz. zawalenie się dźwigara mostu.

Według doświadczeń *Bach'a*, *Contamin'a* i in. można przyjąć, że granica sprężystości stali szynowej przy gięciu równa się około $\frac{2}{3}$ jej wytrzymałości. Jeżeli, na przykład, wytrzymałość stali szynowej wynosi 60 kg/mm^2 , to granica jej sprężystości odpowiada naprężeniu około 40 kg/mm^2 . Według danych, przytoczonych powyżej (str. 314), przyjęto oceniać największe ciśnienie dynamiczne koła na 2,4 ciśnienia statycznego. Odpowiednio do tego, na wniosek *Ast'a*, przyjmuje się zwykle, że przy obciążeniu statycznym naprężenie dozwolone szyny nie powinno przekraczać $\frac{1}{3}$ granicy sprężystości przy gięciu.

Dla szyn ze stali, której wytrzymałość jest nie mniejsza jak 65 kg/mm^2 , jak to przyjęto według przepisów dróg żelaznych polskich, warunek ten odpowiada ograniczeniu naprężenia w szynie przy obciążeniu statycznym do $14,4 \text{ kg/mm}^2$. Największa odległość pomiędzy osiami podkładów wynosi zwykle od 75 cm do 85 cm. Przy takiej odległości podpór, przy zwykle stosowanych wymiarach tychże, współczynnika podłoża podkładów $C = 3$ i przy statycznym nacisku koła 7,5 t do 9 t, ograniczenie naprężenia w szynie do $14,4 \text{ kg/mm}^2$ można osiągnąć, przyjmując ciężar szyny od 32 do 38 kg/m.

Jednakże ciężar szyn na pierwszorzędných drogach żelaznych europejskich jest obecnie zwykle większy i wynosi przeważnie od 40 do 46 kg/m, na niektórych zaś dochodzi do 58 kg/m.

To zwiększenie ciężaru szyn, ponad niezbędny ze względu na dopuszczalne naprężenia materiału, wywołane jest dążeniem do uniknięcia odkształceń stałych i do zapewnienia odpowiedniej *trwałości i stateczności budowy wierzchniej*, niezbędnych ze względu na bezpieczeństwo i spokój jazdy i wpływających przeważnie na koszt utrzymania i naprawy budowy wierzchniej.

Wprawdzie określenie sił wewnętrznych w poszczególnych częściach budowy wierzchniej, podobnie jak w innych konstrukcjach, ma właśnie na celu nadanie im takich kształtów i wymiarów, aby naprężenia materiału pozostawały w granicach sprężystości i nie powodowały odkształceń stałych. W rzeczywistości jednak *odkształcenia stałe w budowie wierzchniej* nie dają się w zupełności uniknąć, lecz ty ko ograniczyć w większym lub mniejszym stopniu.

Wynika to przede wszystkim z bezpośredniego działania taboru na tor kolejowy; skutkiem którego normalne zużycie materiałów, w postaci ścierania szyn przez toczące się koła oraz ścierania szyn, złączy, podkładów i podsypki w miejscach, gdzie się one stykają, jest w budowie wierzchniej znacznie większe, niż w innych konstrukcjach. Pozatem jednak, tor kolejowy podlega odkształceniom stałym w kierunku pionowym i poziomym, prostopadłym do osi, pod wpływem wód deszczowych, zmniejszających tarcie pomiędzy cząsteczkami podsypki i gruntu pod nią, oraz wskutek zmian temperatury, które w pewnych warunkach wprost powodują ruch gruntu.

W płaszczyźnie poziomej szczególnie duże siły i spowodowane przez nie przesunięcia kolei szynowej prostopadle do jej osi występują przy dużych szybkościach w związku z ruchami szkodliwymi parowozu. W kierunku zaś pionowym odkształcenia stałe toru występują przeważnie pod działaniem dużego ciężaru pociągów i obciążenia osi.

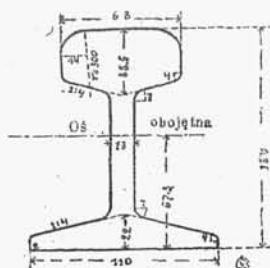
O niebezpieczeństwie dla ruchu, jakie wyniknąć może wskutek stałych odkształceń toru w przekroju podłużnym i w planie, było już mówione przy rozpatrzeniu dynamicznego działania nań taboru. Wpływ tych odkształceń na spokój jazdy jest sam przez się zrozumiały. Aby zaś odkształcenia usunąć, niezbędne jest nasuwanie i podnoszenie szyn, podbijanie osiadłych podkładów, dobijanie haków lub dokręcanie wkrętów i śrub złączowych, oraz inne roboty przy naprawie toru, o których będzie mowa niżej. Roboty te sprawiają, że koszt utrzymania toru jest tem większy, im większe są jego odkształcenia stałe i im częściej się powtarzają.

Jak widać z powyższego, warunki, którym winien odpowiadać ustrój budowy wierzchniej dla zabezpieczenia odpowiedniej stateczności toru, mogą być w pewnych razach cięższe od tych, które zachować należy ze względu na wytrzymałość materiałów. Dobra budowa wierzchnia winna odpowiadać nie tylko naciskowi pojedynczych osi lub układu osi, lecz także ciężarowi pociągów, ich ilości i szybkości oraz szeregowi warunków miejscowych. Też zasady trzymać się należy przy *wzmocnieniu budowy wierzchniej*, którego potrzeba ze wzrostem ruchu stale odczuwać się daje.

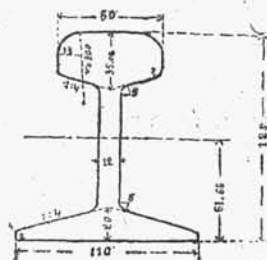
W ustroju budowy wierzchniej ciężar szyny ogólny i na metr bieżący ważną odgrywa rolę. Szyna o większym przekroju może być wogóle lepiej zaprojektowana pod względem sztywności i wytrzymałości (por. dwie ostatnie kolumny tab. 19), oraz stateczności podparcia i trwałości przymocowania na podporach. Im szyna zaś jest sztywniejsza, tem większa jest ilość punktów, które przyjmują nacisk jej od sił działających, i tem równomierniej nacisk ten rozkłada się na podłoże. Według spostrzeżeń na dr. żel. Warszawsko-Wiedeńskiej dało się zauważyć że, przypuszczalnie wskutek tejsz przyczyny, ze zwiększeniem ciężaru szyny zwiększała się również sztywność podłoża. Zwiększenie ciężaru szyny na metr bież. i długości szyny zmniejsza jej ugięcie pod obciążeniem, gdyż część szyny nieobciążona działa na podobieństwo przeciwwagi. Wreszcie zwiększenie długości szyny zmniejsza ilość złączy, w których tor jest najsłabszy, i zapewnia większy spokój jazdy.

Pod wzmocnieniem budowy wierzchniej nie zależy jednak bynajmniej ro-

zumieć wyłącznie zwiększenia wytrzymałości, sztywności i stateczności szyny. Osuszenie torowiska, zwiększenie grubości warstwy podsypki i ilości podkładów, polepszenie gatunku podsypki, typu podkładów i przytwierdzenia do nich szyn, oraz udoskonalenie ustroju złączy, są to środki nie mniej skuteczne do zmniejszenia odkształceń toru i naprężeń w poszczególnych częściach budowy

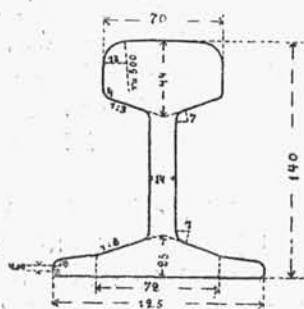


Rys. 225. Dr. żel. Warszawsko-Wiedeńska 1894 r. Ciężar 38 kg/m.

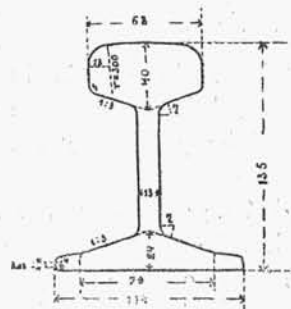


Rys. 226. Dr. żel. Warszawsko-Kaliska 1901 r. Ciężar 38 kg/m.

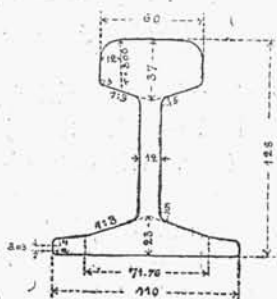
Typy szyn normalne rosyjskie (1908 r.).



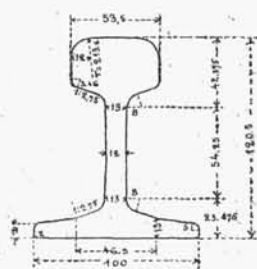
Rys. 227. Typ Ia. Ciężar 43,6 kg/m.



Rys. 228. Typ IIa. Ciężar 38,4 kg/m.



Rys. 229. Typ IIIa Ciężar 33,48 kg/m.

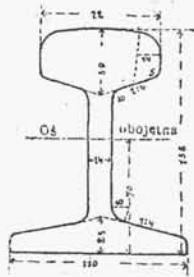


Rys. 230. Typ IVa Ciężar 30,9 kg/m.

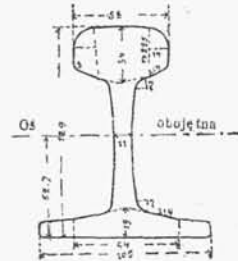
wierzchniej i środki te należy stosować niezależnie od wzmocnienia szyny. Przy wyborze zaś, w poszczególnych przypadkach, najodpowiedniejszych środków wzmocnienia należy rozpatrywać budowę wierzchnią jako całość i brać pod uwagę, która część jej jest względnie najsłabsza i której wzmocnienie, w zależności od warunków miejscowych, będzie dla ogólnej stateczności budowy wierzchniej

najskuteczniejsze. Wskutek wymienionych okoliczności, przy projektowaniu budowy wierzchniej drogi żelaznej nie można kierować się wyłącznie obliczeniem, lecz w znacznym stopniu również doświadczeniem istniejących dróg żelaznych i porównawczą oceną spostrzeżeń. Zależność bowiem stałych odkształceń toru od ciężaru i szybkości pociągów, typu szyn, ilości i wymiarów podkładów, rodzaju podsypki, zmiennych właściwości gruntu i in. nie da się rachunkowo wyznaczyć. Z drugiej zaś strony, koszt nabycia materiałów budowy wierzchniej i utrzymania toru są w różnych miejscowościach niejednakowe.

Przy obliczeniach należy przyjąć pod uwagę, że jakkolwiek współczynnik podsypki piaszczysto żwirowej jest większy, niż szabrowej, to jednak ze względu na odkształcenia stałe i nierównie lepsze opieranie się im szabru w porównaniu z piaskiem i żwirem, dopuszczalne ciśnienie na podłożu podkładu winno być dla podłoża piaszczysto-żwirowatego bardziej ograniczone, niż dla szabrowego. Ciśnienie to winno być nadto mniej lub bardziej ograniczone w zależności od



Rys. 231. Pruskie dr. żel. rządowe 1890 r.
Ciężar 41 kg/m.



Rys. 232. Pruskie drogi żel. drugorzędne.
Ciężar 31,61 kg/m.

grubości warstwy podsypki, stateczności torowiska, jego odwodnienia i t. p. W dobrych konstrukcjach współczesnych na pierwszorzędnych drogach żelaznych największe ciśnienie statyczne na podsypkę, przy $C = 3$, nie przewyższa 1 do 1,25 kg/cm².

Zwiększenie stateczności podpór szynowych przeciw odkształceniom stałym może być osiągnięte nie tylko przez polepszenie gatunku podsypki, zwiększenie grubości jej warstwy, odwodnienie torowiska i t. p., lecz również przez zwiększenie powierzchni, ciskającej na podsypkę, zapomocą zwiększenia wymiarów i ilości podkładów.

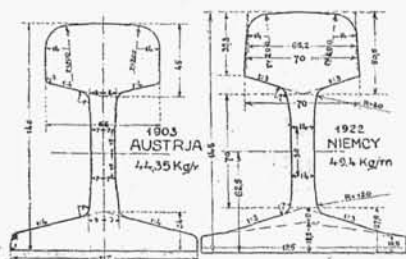
Sprawa wymiarów podkładów była już szczegółowo wyjaśniona. Co się tyczy ich ilości, to wynosi ona obecnie na liniach pierwszorzędnych średnio od 1,25 do 1,5 sztuki i dochodzi do 1,75 sztuki na m bież. Odpowiada to odległości pomiędzy osiami podkładów pośrednich 85 do 75 cm i co najmniej 60 cm, która zależy od możliwości dobrego ich podbijania.

Co się tyczy ciężaru szyn, to praktyka dróg żelaznych europejskich wskazuje, że przy współczesnych warunkach obciążenia osi, oraz ciężaru i szybkości pociągów, zwiększenie ciężaru szyn ponad 47 do 50 kg/m nie przedstawia korzyści i może być uzasadnione tylko w pewnych przypadkach wyjątkowo szyb-

kiego zużycia szyn, naprz. w tunelach. Natomiast w Stanach Zjednoczonych A. P., gdzie nacisk osi parowozów dochodzi do 34 t, ciężar zaś pociągów do 6000 t, niektóre drogi żelazne uznają za odpowiednie stosować szyny znacznie cięższe, a mianowicie o ciężarze dochodzącym do 70 kg/m.

Na pruskich dr. żel. państwowych przyjęto stosować następujące typy budowy wierzchniej w zależności od nacisku osi i rodzaju ruchu:

	Nacisk osi t	Rodzaj ruchu	Ciężar szyn kg/m	Najw. odległość pom. podkładami mm	Podparcie w złączu
Dr. żel. pierwszorzędne	18	Ruch b. duży. Pociągi pośp.	45	600	Podkład podwójny
	17	Ruch słabszy. " "	41	600	" "
	16	" " " "	41	630	Podkłady rozstawione
	15,2	Pociągi pośp. nie kursują	33,4	630	" "
Dr. żel. drugorzędne	15,2	Pociągi pośp. nie kursują	33,4	680	Podkłady rozstawione
	14	" " " "	"	720	" "



Rys. 233.

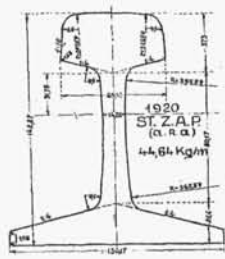
Austrjackie dr. żel. 1903 r.

Ciężar 44,35 kg/m.

Rys. 234.

Niemieckie dr. żel. 1922 r.

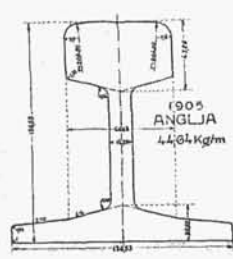
Ciężar 49,42 kg/m.



Rys. 235

Angielskie dr. żel. 1920 r.

Typ norm. 100 f/y.



Rys. 236.

Stany Zjedn. A. P. 1920 r.

Typ norm. 100 f/y.

Różnorodność warunków technicznych i ekonomicznych eksploatacji dróg żelaznych, po części zaś różnice zdań co do najodpowiedniejszego ustroju budowy wierzchniej i przekroju szyn, sprawiają, że ilość typów szyn, stosowanych na drogach żelaznych, jest bardzo wielka. Wielość typów szyn wpływa na ich cenę, jest bardzo uciążliwa dla fabryk, które do walcowania szyn każdego typu muszą przygotowywać kosztowne walce, i bardzo niedogodna w gospodarstwie kolejowym.

Przejście do innego typu szyn pociąga za sobą zwykle również zmianę typu złączek, jakkolwiek dla uniknięcia tej niedogodności szyny wzmocnionego typu projektują niekiedy tak, aby te same złączki nadawały się do obu.

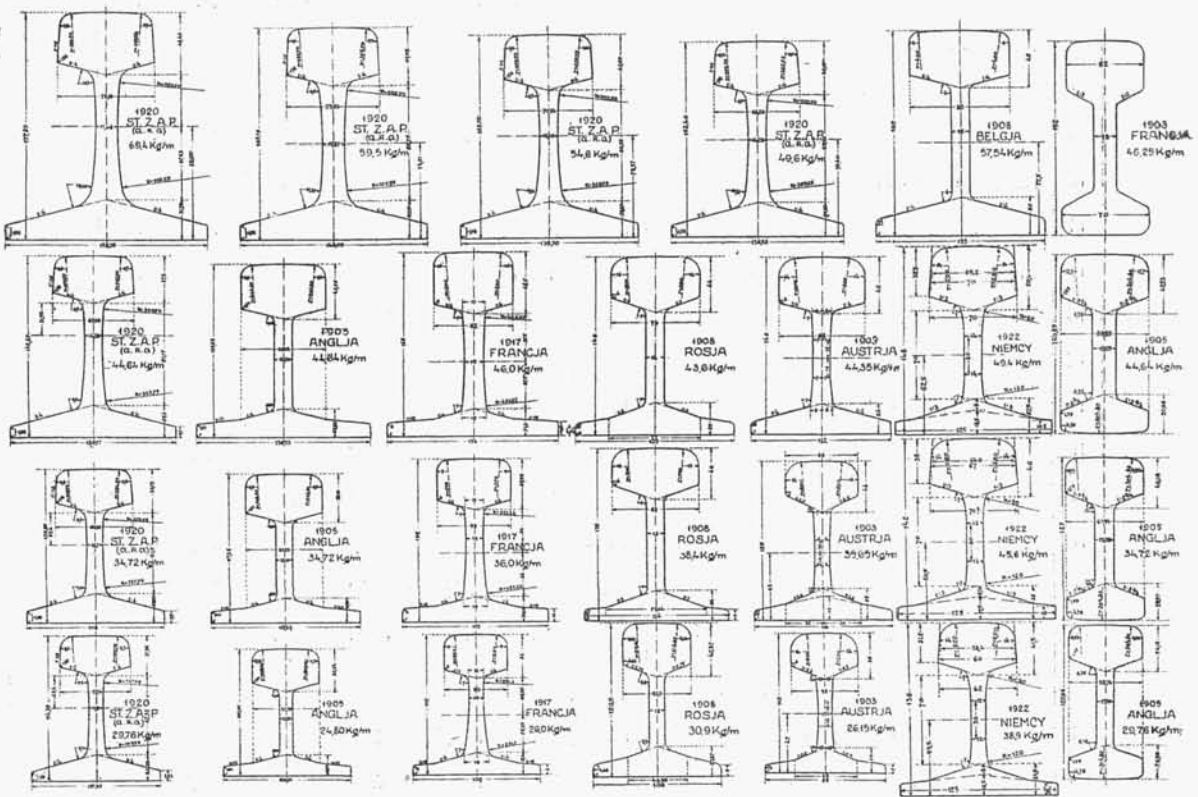
W celu ujednostajnienia typów szyn, amerykański związek inżynierów kolejowych opracował jeszcze w ósmym dziesiątku lat ubiegłego stulecia serię typów normalnych, które następnie stopniowo ulepszano. W Europie dążono również do tego celu, zwłaszcza w miarę zcalania lub wykupu przez państwo sieci prywatnych dróg żelaznych.

W Rosji związek inżynierów wydziału drogowego zaaprobował w roku 1899 normalne typy szyn, opracowane przez inż. Wasiutyńskiego, z których typ 38 kg/m był już wówczas przyjęty od r. 1894 na dr. żel. Warszawsko-Wiedeńskiej (rys. 225), typ zaś 32 kg/m (rys. 226) przyjęto w r. 1900 na nowobudującej się dr. żel. Warszawsko-Kaliskiej. Po wprowadzeniu nieznacznych zmian przez ministerjum, cztery typy szyn, opracowane na jednakowych zasadach (I do IV w r. 1904 i Ia do IVa w r. 1908), przyjęto w całym państwie jako normalne (rys. 227 do 230).

W Prusach, gdzie w r. 1868 znajdowało się w użyciu przeszło 50 różnych typów szyn, ustalono stopniowo trzy główne typy, wprowadzając różnice się co do zasad projektowania (por. rys. 231 i 232). Podobnie postąpiono w Austrii (por. rys. 233 i tab. 19 N. 5 i 6). W r. 1922 opracowano normalne typy szyn dla państwowych dr. żel. Niemieckich (patrz rys. 234 i 237).

W Anglii normalizacja typów szyn nastąpiła w r. 1905, we Francji zaś w r. 1917.

W Polsce, w której ilość typów szyn, będących w użyciu w b. trzech dzielnicach wynosi przeszło 70, ministerjum kolei żelaznych opracowało w r. 1919 normalne typy szyn, które jednak nie zostały wprowadzone w obawie trudności przy obstalunkach. Nowe szyny dla linii pierwszorzędnych zamawiano prze-
ważnie typu rosyjskiego 38,4 kg/m i pruskiego 41 kg/m. Obecnie sprawa normalizacji szyn i łączek jest ponownie rozpatrywana.



Rys. 237.

Normalne typy szyn.

Tabl. 19. Dane o nowszych typach szyn stosowanych

N. porządkowy	NAZWA TYPU	Rok zastosowania	Ciężar	Wysokość	Szerokość stopy lub główki dolnej	Stosunek szerokości stopy do wysokości szyny	Szerokość główki	Grubość szynki
			kg/m	mm	mm		mm	mm
Szyny o stopie płaskiej.								
1	Rosyjskie dr. żel. Typ normalny Ia	1908	43,57	140	125	0,89	70	14
2	" " " " " IIa	"	38,42	135	114	0,84	68	13
3	" " " " " IIIa	"	33,48	128	110	0,87	60	12
4	" " " " " IVa	"	30,89	120,5	100	0,86	53,5	12
5	Austriackie dr. żel. państw. Typ A.	1903	44,35	140	112	0,89	68	14
6	" " " " " Xa.	—	35,65	125	110	0,88	58	12
7	Niemieckie dr. żel. pańs. Typ norm. III	1922	49,4	148	125	0,84	67	14
8	" " " " " " II	"	45,6	142	125	0,88	67	13
9	" " " " " " I	"	38,9	136	125	0,92	60	12
10	Belgijskie drogi żelazne państwowe	1907	57,54	160	135	0,84	80	15
11	" " " " "	1910	50,00	150	140	0,93	72	15
12	Francuskie dr. żel. Typ normalny	1920	46,02	145	134	0,92	62	15
13	" " " " "	"	36,09	128	115	0,90	58	13
14	" " " " "	"	26,10	110	100	0,91	50	10
15	Angielskie dr. żel. Typ normal, 100 f/y	1905	49,61	146	146	1,00	69,8	14,7
16	" " " " " 90 f/y	"	44,64	136,5	136,5	1,00	66,7	14,3
17	" " " " " 70 f/y	"	34,72	117,5	117,5	1,00	60,3	13,1
18	Stany Zjedn. A.P. Typ normalny 120 f/y	1920	60,3	165,1	146,0	0,88	73,0	15,9
19	" " " " " 100 f/y	"	51,1	152,4	136,5	0,89	68,3	14,3
20	" " " " " 90 f/y	"	44,63	142,9	130,2	0,91	65,1	14,3
Szyny o dwóch główkach.								
21	Angielskie dr. żel. Typ normalny 90 f/y	1922	44,53	140,9	69,9	—	69,9	19
22	" " " " " 70 f/y	1905	34,79	127	61,9	—	61,9	15
23	Francuskie drogi żelazne Zachodnie	1903	46,25	152	70	—	62	18

na polskich i zagranicznych drogach żelaznych.

Pochylenie płaszczyny przylegania łubków	Środek ciężkości wyżej (+) lub niżej (-) środka wysokości	Rozmieszczenie materiału			Moment bezwładności względem osi poziomej	Moment wytrzymałości względem osi poziomej	Moment bezwładności względem osi poziomej na jednostkę ciężaru	Moment wytrzymałości względem osi poziomej na jednostkę ciężaru	N. rysunku	N. porządkowy
		główna	sztyka	stopa						
	mm	g	g	g	cm ⁴	cm ³	cm ⁴ /kg	cm ³ /kg		
1:3	— 0,4	45,0	19,0	36,0	1476	210	31,5	4,82	227	1
1:3	+ 0,3	46,0	20,0	34,0	1222,5	180,3	31,7	4,70	228	2
1:3	— 1,9	44,0	19,0	37,0	968	147	28,9	4,39	229	3
1:2,75	— 1,0	45,0	20,0	35,0	751	122,6	24,3	3,97	230	4
1:4	+ 0,2	46,6	19,8	33,6	1442	205,0	32,6	4,65	231	5
1:2,5	— 1,5	47,0	16,1	36,9	925	144,6	26,0	4,06	237	6
1:3	— 2,0	47,5	17,7	39,8	1800	237,0	36,4	4,80	237	7
1:3	— 1,2	45,0	18,0	37,0	1540	212,4	33,8	4,66	"	8
1:3	— 4,0	42,4	17,1	40,5	1273	176,8	32,7	4,55	"	9
1:4	— 4,4	43,7	16,5	39,8	2700	320	47,4	5,61	237	10
1:3	— 5,0	43	18	38	2030	254	40,6	5,06	—	11
1:4	— 1,7	44,0	22,0	34,0	1620,1	218,3	35,2	4,75	237	12
1:4	— 1,7	43,3	23,3	33,4	1009,1	153,7	28,0	4,24	"	13
1:4	— 1,5	43,8	21,1	35,1	551,5	97,6	21,1	3,74	"	14
1:4	—	45,2	18,4	36,4	—	—	—	—	235	15
1:4	—	44,5	18,5	37,0	—	—	—	—	237	16
1:4	—	45,4	18,6	36,0	—	—	—	—	"	17
1:4	— 8,2	37,1	22,7	40,2	2812,5	309,7	46,7	5,14	"	18
1:4	— 6,2	38,2	22,6	39,2	2039,0	247,4	39,9	4,85	236	19
1:4	— 6,8	36,2	24,0	39,8	1610,5	205,8	36,1	4,60	237	20
1:2 ³ / ₄	—	48,4	22,3	29,3	—	—	—	—	"	21
1:2 ³ / ₄	—	46,7	20,7	32,6	—	—	—	—	"	22
1:2	+ 2,6	46,3	19,4	33,3	1618	206	35,1	4,46	"	23

Przekroje nowszych typów szyn rosyjskich, austriackich i pruskich, będących w użyciu na polskich drogach żelaznych, oraz typów normalnych niektórych innych dróg żelaznych zagranicznych, zestawiono porównawczo na rys. 237, dane zaś do nich się odnoszące podano w tab. 19.

ROZDZIAŁ X.

Przytwierdzenie szyn do podkładów.

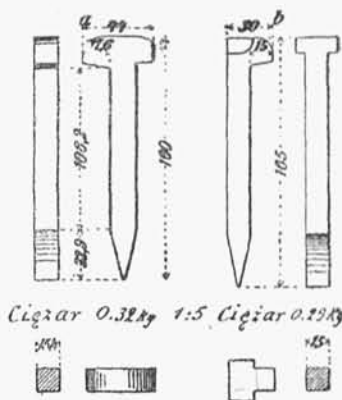
Przytwierdzenie do podkładów drewnianych szyn o stopie płaskiej. Haki i wkręty. Podkładki płaskie i klinowate; ich obrzeża. Siodełka. Przekładki sprężyste. Szyny o dwóch główkach: siodełka, gwoździe, kołki i kliny. Przytwierdzenie do podkładów metalowych szyn o stopie płaskiej. Łapki i śruby. Poszerzenie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

Szyny o stopie płaskiej kładzie się na podkładach bezpośrednio lub też podkładając pod nie podkładki. W obu przypadkach przytwierdza się je do podkładów hakami lub wkrętami.

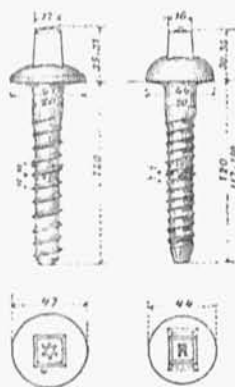
Wszystkie te złączki wyrabiane są z żelaza zlewnego lub spawalnego.

Haki i wkręty winny opierać się bocznemu przesunięciu szyny na podporach oraz jej wywrotowi około zewnętrznej krawędzi stopy pod działaniem poziomego nacisku kół. Przy bocznym przesunięciu szyny, haki i wkręty pracują na przecinanie, przy jej wywrocie zaś na wrywanie.

Haki (rys. 238) używane są prawie wyłącznie o przekroju kwadratowym. Mają one szerokie płaszczyzny boczne, które cisną na drzewo prostopadle do



Rys. 238.



Rys. 239.

włókien, wskutek czego opierają się odchyleniu bocznemu lepiej niż wkręty, te zaś mają większą wytrzymałość na wrywanie niż haki.

Hak ma u dołu kształt klina, który przy wbijaniu go w podkład nie rozszczepia włókien drewnianych, lecz je przecina prostopadle. Taki hak lepiej się trzyma w drzewie, niż gdy jest zaokrąglony stożkowato, na podobieństwo gwoździa.