

# PRZEGLĄD TECHNICZNY

TYGODNIK

poświęcony sprawom techniki i przemysłu.

---

## TREŚĆ.

Nowy typ szyny stalowej drogi żel. Warsz.-Wiedeńskiej. — Kilka uwag do projektu Lindley'a (dok.). — *Kronika bieżąca*: Długotrwałość parowozów. — Wypadek pęknięcia koła rozgędownego. — Odzież H. Lion'a w Düsseldorfie przy rewizji kotłów. — Sposób Haskin'a konserwacji drzewa. — Przewóz drzewa. — Badanie cementu. — *Górnictwo i hutnictwo*: Uwagi nad obliczaniem kosztów własnych w przemyśle wydobywalnym (c. d.). — Ubezpieczenia robotników od wypadków nieszczęśliwych. — Ruch węgla donieckiego w marcu r. 1898. — Produkcja szyn w Stanach Zjednoczonych. — Przewóz węgla kamiennego drogami żelaznymi w Państwie Rosyjskiem w r. 1892.

---

## NOWY TYP SZYNY STALOWEJ

drogi żelaznej Warsz.-Wiedeńskiej

ważącej 38 kg metr bieżący (28,3 funta stopa bieżąca).

NAPISAL

A. WASIUTYŃSKI, inż. komunikacyi.

---

**Przyczyny, które wywołały na drodze żelaznej Warszawsko-Wiedeńskiej zmianę typu szyny.**

*Dawny typ szyny, ważący 23,4 funt. stopa bieżąca i jego braki.*

W r. 1875 zostały wprowadzone na drodze żelaznej Warszawsko-Wiedeńskiej szyny stalowe wagi 22,4 funta stopa bieżąca, w zamian szyn żelaznych, w wyłącznem do tego czasu użyciu będących.

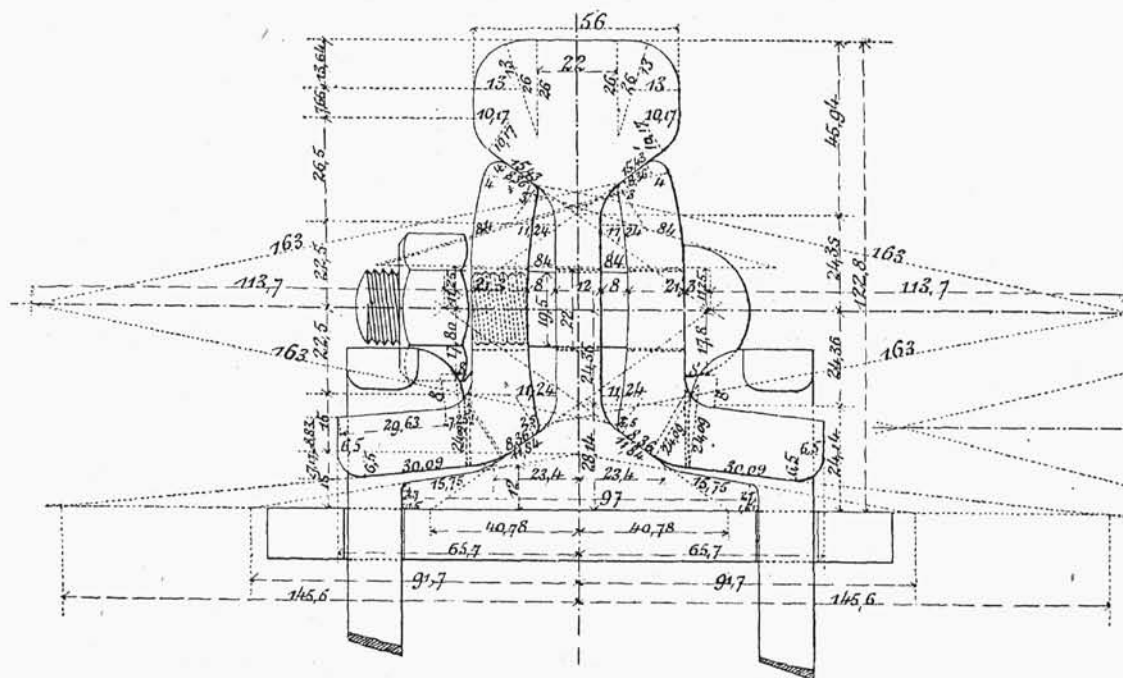
Typ szyny stalowej zaprojektowany został w taki sposób, że akcesorya, które były w użyciu przy starej szynie żelaznej, mogły pozostać bez zmiany. W cztery lata później, t. j. w roku 1879, wskutek nieznacznego zgrubienia końca podstawy (z 6,3 do 7 mm), waga szyny stalowej zwiększoną została do 23,4 fun., lecz typ pozostał w zasadzie niezmienny i przetrwał aż dotąd. W roku 1885 została tylko zwiększoną długość szyny z 6 do 9 m.

Jak widać na rysunku, do najważniejszych braków tego typu należy zaliczyć zbyt wielkie nachylenie płaszczyzn przylegania lasz (1:1,45) i zbyt duże promienie najbliższych zaokrągleń, wskutek czego lasze przylegają tylko na szerokości 8,4 mm.

Z powodu tak niekorzystnego przylegania lasz, sztos (styk) szyny nie posiada należytej sztywności, główki na końcach zbijają się bardzo szybko i szyna staje się niezdolną do dalszej służby, pomimo bardzo nieznacznego zużycia.

Ale dawny typ szyny jest wadliwy jeszcze i z innego względu: okazuje się on już wogóle za słabym i wzmocnienie szyny było niezbędnem dla nadania budowie wierzchniej tego stopnia trwałości i stateczności, jakiego wymagają znacznie w ostatnich czasach zmienione warunki ruchu na drodze.

Profil szyny stalowej ważącej 23,4 funtów stopa bieżąca, czyli 31,45 kg metr bieżący, w połowie naturalnej wielkości — wymiary w milimetrach.



#### **Zmiana warunków ruchu w ostatnim dwudziestopięcioleciu.**

Ponieważ materiał szyny doznaje natężenia przy przejściu każdej osi taboru, przeto warunki wytrzymałości szyny zmieniają się nie tylko z powiększeniem obciążenia na oś i szybkości ruchu, ale i z ilością przepuszczonych po niej osi.

Jak wiadomo, doświadczenia Wöhlera dowiodły, że przez kolejne obciążanie i zwalnianie 30 do 40 milionów razy można spowodować rozerwanie żelaza nawet przy obciążeniu nie dochodzącem do granicy sprężystości, t. j. dwa razy mniejszem od wytrzymałości materiału na ciągnięcie przy spokojnem obciążeniu. Jeżeli przyjąć pod uwagę, że liczba osio-wiorst wagonów na dr. żel. Warsz.-Wiedeńskiej w trzechleciu 1889—1891 wynosiła średnio około 260 milionów, i że na różnych częściach drogi ożywienie ruchu jest bardzo niejednakowe, to okaże się, że w częściach drogi o ruchu najbardziej ożywionym ilość osi, przepuszczonych rocznie przez szynę, wyraża się również w milionach, a więc po kilku latach służby szyny może nastąpić znużenie materiału nawet wtedy, gdy doznawane natężenia nie dosięgają granicy sprężystości.

Przed laty dwudziestu kilku średnia szybkość ruchu pociągów na drodze żel. Warsz.-Wiedeńskiej i największe obciążenie na oś niewiele się różniły od obecnie przyjętych; ale ożywienie ruchu było znacznie mniejsze. Naprzykład w ciągu okresu trzyletniego 1872—1874, bezpośrednio przed wprowadzeniem dawnego typu szyny stalowej, ilość średnia roczna osio-wiorst wynosiła zaledwo 90 milionów, a zatem 2,4 razy mniej niż obecnie. Wskutek zwiększenia pracy, materyał szyny w ostatnich czasach zużywał się 2,4 razy szybciej, niż wtedy.

### *Statystyka szyn pękniętych.*

Dowodzi tego także statystyka szyn pękniętych, która wykazuje, że szyn wyrobu z r. 1875 i 1879 wymieniono wskutek pęknięcia:

	z r. 1875 — 1879	
	sztuk	
w r. 1890 . . . . .	51	35
„ 1891 . . . . .	83	55
„ 1892 . . . . .	106	84

że zatem liczba pęknięć szyn stalowych z pierwszych obstalunków wzrastała z roku na rok, jakkolwiek całkowita ilość tych szyn w drodze stale się zmniejszała. Szyny nowe, naturalnie, pękają o wiele rzadziej; jednakże ilość ogólna szyn stalowych pękniętych wynosiła w ostatnich latach około 350 sztuk rocznie. Ilość ta odpowiada ładunkowi przewiezionemu (włącznie z tarą taboru), wyrażonemu liczbą 100 000 milionów pудо-wiorst czyli 1748 milionów tonno-kilometrów; a zatem na 1 milion tonno-kilometrów wypada 0,2 sztuk szyn pękniętych.

Tymczasem według danych statystycznych Związku Niemieckiego w okresie czasu od r. 1879—1887<sup>1)</sup> ilość średnia pęknięć wynosiła na drogach, należących do Związku, tylko 0,045 sztuk na 1 milion tonno-kilometrów rocznie. A więc na drodze żel. Warsz.-Wiedeńskiej liczba pęknięć była  $4\frac{1}{2}$  raza większą niż na drogach, należących do wyżej wspomnianego Związku.

Tak znaczna liczba pęknięć nie mogła pozostać bez wpływu ujemnego na prawidłowość i bezpieczeństwo ruchu, nie mówiąc już o przysporzeniu wydatków.

I tak, naprzykład w r. 1892, z powodu pęknięcia szyn, w 97 wypadkach miało miejsce zatrzymanie pociągów, co oczywiście pociągało za sobą konieczność wzmocnienia nadzoru nad drogą.

Wszystkie te dane naprowadzały na myśl, że dawna szyna pracuje nad możność i że materyał w niej podlega natężeniom bliskim granicy sprężystości, jeżeli zgoła nie przekraczającym takowej. Przypuszczenie to potwierdziły poniższe obliczenia, w których przyjęto obciążenie na oś 15 tonn.

To samo obciążenie przyjęto w ostatnich czasach przy projektowaniu wzmocnienia budowy wierzchniej mostów. Rzeczywiste obciążenie w kursujących na drodze (r. 1894) parowozach osobowych fabryki b. Schwarzkopfa, wynosi właśnie 15 tonn.

### *Obliczenie natężeń dla szyny 23,4 funtowej przy obciążeniu 15 tonn na oś<sup>2)</sup>.*

#### *Natężenia od sił pionowych.*

a) *Szyna uważana jako belka ciągła na kilku podporach nieruchomych. Wzór Winklera.* Według Winklera, największy moment dla szyny, uważanej

<sup>1)</sup> Statistik über die Dauer der Schienen. Erhebungsjahre 1879—87. Berlin 1890.

<sup>2)</sup> Tonna odpowiada 61,05 pudom.

jako belka ciągła na kilku podporach, wynosi dla jednego z przęseł środkowych

$$M = \gamma \cdot 0,189 Pl,$$

gdzie  $P$ —obciążenie statyczne na koło = 7500 kg,

$l$  — odległość między osiami podkładów = 80 cm,

$$\gamma = 1 + 0,189 \cdot \frac{Plv^2}{EIg},$$

$v$  = szybkość pociągu na sekundę (dla szybkości 60 wiorst na godzinę  $v = 17,7$  m na sekundę),

$E$ —spółczynnik sprężystości stali = 2 200 000 kg na 1 cm<sup>2</sup>,

$g$  — przyspieszenie siły ciężkości = 980 cm,

$I$  — moment bezwładności przekroju szyny,

$$\gamma = 1 + 0,189 \cdot \frac{7500 \cdot 80 \cdot 1770^2}{2\,200\,000 \cdot 768 \cdot 980} = 1 + \frac{5\,921\,181}{27\,596\,800} = 1,215,$$

$$M = 1,215 \cdot 0,189 \cdot 7500 \cdot 80 = 137\,781 \text{ kg/cm}.$$

Dla omawianego typu szyny moment bezwładności:

$$I = 768 \text{ cm}^4.$$

Odległość osi obojętnej od spodu podstawy:

$$Z = 6,2 \text{ cm}.$$

Moment wytrzymałości

$$\frac{I}{z} = 123,6 \text{ cm}^3,$$

a więc największe natężenie w spodzie:

$$\frac{Mz}{I} = \frac{137\,781}{123,6} = 1111 \text{ kg na 1 cm}^2.$$

Natężenie szyny w przęśle sztosowym  $l'$  (nie uwzględniając lasz) otrzymamy, według Winklera<sup>1)</sup>, zawsze mniejsze niż w przęśle środkowym  $l$ , gdyż, według jego obliczeń, natężenia te są sobie równe, gdy  $l' = 0,863 l$ ; tymczasem w praktyce przęsło sztosowe wynosi zazwyczaj około 0,6 środkowego.

Przy danym stosunku  $l'$  do  $l$ , największy moment sił, działających na szynę, wynosi w przęśle sztosowym:

$$M_1 = \frac{0,259 + 0,248 \xi}{1 + 1,733 \xi} Pl',$$

gdzie

$$\xi = \frac{l'}{l}.$$

W naszym przypadku:

$$\frac{l'}{l} = \frac{0,50}{0,80} = 0,625$$

$$M_1 = \frac{0,259 + 0,155}{1 + 1,083} Pl' = \frac{0,414}{2,083} Pl' = 0,199 \cdot 0,625 Pl = 0,124 Pl < M.$$

b) *Szyna, jako belka na kilku podporach sprężystych. Osiedlanie podkładów i wzór Engessera.* Niedokładność formuł Winklera wykazują obserwacje nad osiadaniami podkładów podczas przejścia pociągów, poczynione niedawno na drogach żelaznych Alzacko-Lotaryńskich<sup>2)</sup>.

<sup>1)</sup> A. Stane. Theorie und Praxis des Eisenbahngeleises. Str. 22.

<sup>2)</sup> Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens z roku 1889. Wyniki tych obserwacji zgadzają się z obserwacjami podobnemi, dokonanemi na drodze żel. Tambowsko-Saratowskiej. Patrz prace inż. Stecewicza. Żurn. Min. Putiej Soobszczienia rok 1891 i 92.

Z tych obserwacyj wynika, że wielkość osiadania podkładów może być wyrażoną zapomocą wzoru:

$$y = \frac{p}{c},$$

gdzie  $y$  — osadzka w centymetrach,  $p$  — ciśnienie na  $1 \text{ cm}^2$  podstawy podkładu w kilogramach i  $c$  — współczynnik, zależny od rodzaju balastu i materiału nasypu (Bettungsziffer) i wynoszący dla balastu żwirowego 3, a dla takiegoż balastu na podstawie z suchego maru z kamienia—8.

Na podstawie tych danych i wzorów, wyprowadzonych przez Schwedlera dla określenia największego momentu, działającego na belkę na kilku podporach sprężystych <sup>1)</sup>, największy moment w szynie, otrzymał Engesser podług wzoru:

$$M = Pl \left( 0,226 \sqrt[4]{\phi} + \frac{0,171}{1 + 4,5 \sqrt[4]{\phi}} \right);$$

gdzie  $P$  — największe ciśnienie na koło,  
 $l$  — odległość pomiędzy podkładami pośrednimi,

$\phi$  — wyrażenie  $\frac{6EI}{wc l^3}$ ,

$E$  — współczynnik sprężystości stali = 2 200 000  $\text{kg/cm}^2$ ,

$I$  — moment bezwładności przekroju szyny,

$w$  — połowa powierzchni podstawy podkładu, t. j. powierzchnia, na którą się rozkłada ciśnienie jednego koła.

Dla podkładów drogi żel. W.-Wied., jeżeli przyjąć, że środek podkładu jest nie podbity na długości 20  $\text{cm}$ :

$$w = \frac{1}{2} (244 - 20) \cdot 25 = 2800 \text{ cm}^2;$$

$c$  — współczynnik osiadania (Bettungsziffer) dla żwiru na nasypie gliniastym może być przyjęty = 3.

Dla szyny dr. żel. W.-Wied. otrzymujemy:

$$\phi = \frac{6 \cdot 2200000 \cdot 768}{2800 \cdot 3 \cdot 80^3} = 2,36 \sqrt[4]{\phi} = 1,24,$$

$$M = 7500 \cdot 80 \left( 0,226 \cdot 1,24 + \frac{0,171}{1 + 4,5 \cdot 1,24} \right) = 183600 \text{ kg/cm}.$$

Największe natężenie w spodzie szyny  $R' = \frac{Mz}{I} = \frac{183600}{123,6} = 1485 \text{ kg/cm}^2$ .

c) *Określenie natężeń w szynie na podstawie bezpośrednich pomiarów wygięć pomiędzy podporami. Spostrzeżenia Couard'a.* Wzory powyższe otrzymane zostały drogą rozumowania, z uwzględnieniem danych empirycznych o osiadaniu podkładów. Jednocześnie z obserwacjami na drogach Alzacko-Łotaryńskich, przedsięwzięte zostały przez inżyniera Couard'a na drodze żelaznej Paryż-Morze Śródziemne <sup>2)</sup>, obserwacje nad rzeczywistym wygięciem szyn pomiędzy podporami i na podstawie otrzymanych danych obrachowaniem zostało teoretycznie natężenie materiału. A więc metoda określenia natężeń, obrana przez Couard'a, jest wprost odwrotna od poprzedniej. Couard mierzył wielkość

<sup>1)</sup> Patrz Zeitschrift f. Bauwesen 1887 i 1889.

<sup>2)</sup> Recherches experimentales des conditions de stabilité des voies en acier par M. Couard. Revue générale des chemins de fer; Sept. 1889 a. Por. również *Ж. М. И. С.* et 1888 r. B.

wygięć spodu szyny między dwoma podkładami względem linii, łączącej spody szyn na tychże podkładach.

Okazało się przytem co następuje:

1) że względna (sprowadzona do jednostajnej długości przęsła—1 m) wielkość wygięcia wzrasta ciągle od środka szyny ku końcom, gdzie staje się prawie cztery razy większą niż w środku. Coüard wyciąga stąd wniosek, że lasze nie okazują żadnego wpływu na linię wygięcia i że końce szyny winny być uważane jako zamocowane jednym końcem, czyli, co na jedno wychodzi, przęsło sztosowe—jako belka, wolno leżąca na dwóch podporach;

2) że szyna 10-metrowa daje w przęśle środkowem t. j. tam, gdzie może być z dostatecznem przybliżeniem uważana jako belka zamocowana dwoma końcami, wygięcie 6,5 razy większe niż otrzymane rachunkiem, przyjmując odległość osi podkładów za odległość punktów zamocowania i przypuszczając obciążenie statyczne.

W przęśle sztosowem (szyna na podkładkach) wygięcie okazuje się 5 razy większem niż wypadłoby z rachunku dla belki, leżącej wolno na dwóch podporach, o oddaleniu równem oddaleniu osi podkładów sztosowych, i obciążonej statycznie.

Coüard przypuszcza, że to należy przypisać dynamicznemu działaniu obciążenia, które, według Résal'a, przy średniej szybkości ruchu 54 km na godzinę, powiększa strzałkę wygięcia w stosunku 1,7 w porównaniu ze strzałką przy obciążeniu statycznym.

(C. d. n.).

## Kilka uwag do projektu p. Lindley'a.

(Dokończenie,—por. Nr. 28 z r. b., str. 479).

Starałem się powyżej dowieść, iż system tryfazowy da się doskonale zastosować w Warszawie i że co do regularnej działalności stacyi i co do dobroci światła nie ma się czego obawiać.

W dalszym ciągu postaram się wykazać zalety systemu tryfazowego na zasadzie materiału cyfrowego.

Różnica między generatorem tryfazowym a jednofazowym polega na tem, że generator tryfazowy, działający jako jednofazowy, posiada tylko  $\frac{3}{4}$  swojej normalnej sprawności. Jest to przeciętny stosunek dziś przyjęty i miarodajny, jeżeli przyjąć za podstawę porównania jednakową reakcję zbroi, t. j. jednakowy spadek napięcia między stanem nieobciążonym a pełnem obciążeniem. Większość też dzisiejszych konstruktorów nie robi żadnej różnicy w budowie obu systemów generatorów i poprostu łączy dwie fazy generatora tryfazowego szeregiem, usuwając trzecią.

Trzy poważne firmy: niemiecka, francuska i belgijska, które budują maszyny o prądach zmiennych według moich obliczeń, trzymają się między innymi tej zasady. Wychodząc z tego punktu widzenia, przypatrzmy się nieco skutkowi użytecznemu i cenom generatorów obu systemów.

Generator o 1350 kilowat. tryfazowy, przy 75 obrotach, ma przy obciążeniu nieindukcyjnem skutek użyteczny dosięgający mniej więcej 95%, straty energii wynoszą zatem przy pełnem obciążeniu około 70000 watt., w tem mniej więcej 15000 watt. w zwojach miedzianych zbroi, 20000 w zwojach wzbudzających ma-