

## PRZEGŁĄD TECHNICZNY

TYGODNIK

poświęcony sprawom techniki i przemysłu.

T R E Ś Ć.

Nowy typ szyny stalowej drogi żel. Warsz.-Wiedeńskiej (c. d.). — Szkoły rzemieślnicze i przemysłowe w Belgii (dok.). — Krzyżowanie torów kolejowych. — *Górnictwo i hutnictwo*: Eksploatacja cienkich pokładów węgla w zagłębiu Dąbrowskiem (dok.). — Przewóz węgla kamiennego drogami żelaznymi w Państwie Rosyjskiem w r. 1893 (c. d.).

## NOWY TYP SZYNY STALOWEJ

drogi żelaznej Warsz.-Wiedeńskiej

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

NAPISAL

A. WASIUTYŃSKI, inż. komunikacyi.

(Ciąg dalszy, — por. Nr. 31 z r. b., str. 521).

*Promienie zaokrąglen.*

Niema żadnej racyi, któraby nie dozwalała zmniejszyć promienie zaokrąglen: w przejściu od główki do szyjki do 6—8 mm, a w dolnem zaokrągleniu główki do 4 mm, jak to przyjęto w typach amerykańskich. Sandberg proponuje nawet, aby dolne kąty główki zostawiać zupełnie ostremi, celem powiększenia płaszczyzny przylegania lasz<sup>1)</sup>. Zaokrąglenie górnego kąta główki winno być opisane promieniem 14 mm, t. j. takim samym, jak i zaokrąglenie obrzeża koła, zgodnie z § 5 „Technische Vereinbarungen“. Zdaniem Sandberga możliwemby było zaokrąglenie tego miejsca promieniem mniejszym, np. 6 mm, jak to bywa w Ameryce, gdyby parowozy posiadały wózki; w braku ostatnich możnaby się obawiać wykolejenia pociągów na łukach<sup>2)</sup>. Zaokrąglenie wierzchu główki powinno być dokonane promieniem większym — od 200 do 300 mm. Przy zaokrągleniu łagodniejszym ciśnienie koła rozkłada się na większą powierzchnię. Pomimo tego główki zupełnie płaskiej dawać nie należy, gdyż obręcz wskutek zużycia otrzymują profil nieco wklęsły; przeto główka winna być wypukłą. Szyna

<sup>1)</sup> Porównaj postanowienia związku inżynierów amerykańskich w „Railroad Gazette“ z r. 1889 i „Organ“ z r. 1890.

<sup>2)</sup> „Инженеръ“ z r. 1891, № 6, str. 278.

pod działaniem obciążenia zawsze się przechyla cokolwiek w bok, a więc żeby obciążenie działać mogło normalnie do powierzchni główki, należy tej ostatniej dać powierzchnię wypukłą. Promień zaokrąglenia 300 mm, według Jules Michel'a <sup>1)</sup> odpowiada właśnie formie główki po zużyciu. Ten sam promień (właściwie 305 mm) przyjęty został przez Zgromadzenie Inżynierów amerykańskich dla typu normalnego <sup>2)</sup>.

#### *Wysokość główki.*

W ostatnich czasach daje się zauważyć dążność do zmniejszania wysokości główki, co po części jest skutkiem zwiększenia jej szerokości, ale głównie przyczynia się do tego chęć uniknięcia nagromadzenia materiału w jednym miejscu, gdyż inaczej otrzymuje się główka z wnętrzem o mniejszej gęstości niż powłoka zewnętrzna. Zresztą wybór wysokości główki zależy także od przyjętej dopuszczalnej grubości zużycia szyny. Ta ostatnia kwestya, jako zbyt obszerna, winna być rozważona oddzielnie.

#### *Największe dopuszczalne zużycie główki i oznaczenie najkorzystniejszej wysokości takowej.*

Wielkość dopuszczonego przy projektowaniu różnych typów szyn zużycia takowych jest wiadomą tylko dla bardzo nielicznych wypadków i przyjmuje się zazwyczaj około 10—12 mm. W nowym typie dróg żel. saskich przyjęto 15 mm zużycia, a w szynie „Goliat“ — nawet 20 mm. W Anglii jako normalne przyjmuje się zużycie do  $\frac{3}{8}$  „ = 9 mm <sup>3)</sup>. Oczywiście, że dopuszczalne mniejsze lub większe zużycie zależy od ilości ruchu, profilu drogi, szybkości pociągów i innych warunków, mających wpływ na szybkość zużycia szyn. Jeżeli przyjąć pewną szybkość zużycia, wartość starych i nowych szyn, i wysokość stopy procentowej, to można obliczyć dla każdego typu właściwą mu najkorzystniejszą wielkość dopuszczalnego zużycia szyny. Jednakże przytem nie należy zapominać, że nawet przy zupełnie prawidłowem używaniu się szyn nie można rachować na zbyt długotrwałą służbę takowych, gdyż doświadczenie uczy, że zmieniające się z biegiem czasu warunki eksploatacyi wymagają nieraz przedwczesnej wymiany szyn. Wobec tego duża wysokość dopuszczalnego zużycia szyny może znaleźć usprawiedliwienie jedynie przy wielkiej ilości ruchu i bardzo trudnym profilu drogi.

Nazwijmy:

$\Omega$  — płaszczyznę przekroju szyny przy największem zużyciu, w metrach kwadratowych;

$\alpha \Omega$  — płaszczyznę rocznego zużycia w metrach kw.;

$\xi$  — liczbę lat służby szyny do czasu największego dopuszczalnego zużycia;

$\Omega (1 + \alpha \xi)$  — będzie wyrażać płaszczyznę przekroju szyny nowej;

$k$  — koszt dostawy i ułożenia 2000 m<sup>3</sup> szyn, w rublach;

$k (1 - \lambda)$  — wartość sprzedażna 2000 m<sup>3</sup> szyn starych, zmniejszona o koszt zdjęcia starych i ułożenia nowych szyn, w rublach;

$(p - 1)$  — procent roczny od 1 rubla.

Koszt 1 km szyn wyniesie wtedy

$$k \Omega (1 + \alpha \xi) \text{ rubli,}$$

a koszt wymiany na nowe tej samej ilości szyn po upływie  $\xi$  lat:

$$k \Omega (1 + \alpha \xi) - k (1 - \lambda) \Omega = k \Omega (\lambda + \alpha \xi).$$

<sup>1)</sup> R. Gen. d. Ch. de f. Juin 1889.

<sup>2)</sup> Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens 1889, V.

<sup>3)</sup> Według Rüppel'a na angielskiej Midland Railway szyny wymieniają się po zużyciu na 4 mm.

Wydatek roczny na 1 km drogi, składający się:

1) Z procentów od kapitału na nabycie szyn:

$$k \Omega (1 + \alpha \xi) (p - 1) - i$$

2) z wkładu na wytworzenie kapitału celem wymiany szyn:

$$k \Omega (\lambda + \alpha \xi) \frac{p-1}{p^\xi - 1},$$

wyniesie w sumie:

$$K = k \Omega (p - 1) \left( 1 + \alpha \xi + \frac{\lambda + \alpha \xi}{p^\xi - 1} \right).$$

Wielkości:  $k$ ,  $\Omega$ ,  $p$  i  $\lambda$  są stałe. W ten sposób wydatek roczny  $K$  przedstawia funkcję dwóch zmiennych: zużycia rocznego  $\alpha$  (t. j. szybkości, z jaką szyny się zużywają) i liczby lat służby  $\xi$  (t. j. wielkości dopuszczalnego największego zużycia).

Dla nowego typu szyny dr. żel. Warsz.-Wied. stałe  $k$ ,  $\lambda$ ,  $p$  i  $\Omega$  wynoszą:

Przy cenie szyn 1 rub. 68 kop. za pud, koszt 2000 m<sup>3</sup> wynosi:

$$2000 \cdot 7850 \cdot 0,061 \cdot 1,68 = 1\,609\,000 \text{ rub.}$$

Koszt ułożenia tej ilości szyn, licząc po 1 rub. za saż. bież., wynosi:

$$\frac{2000}{0,00487} \cdot \frac{1,00}{4,27} = 96\,000 \text{ rub.,}$$

a zatem

$$k = 1\,705\,000 \text{ rubli.}$$

Przyjmując stosunek wartości szyn starych i nowych  $\frac{1,15}{1,68}$ , t. j. 0,68,

i przyjmując koszt rozbiórki i ułożenia w sumie po 80 kop. za 1 saż. bież., otrzymujemy:

$$k(1 - \lambda) = 0,68k - \frac{2000}{0,0049} \cdot \frac{0,80}{4,27},$$

skąd

$$\lambda = 0,36.$$

Za stopę procentową można przyjąć 4½%, wtedy:

$$p = 1,045.$$

Płaszczyna przekroju szyny nowej równa 48,66 cm<sup>2</sup>.

Przyjmując pierwiastkowo wysokość dopuszczalnego zużycia równą 6 mm i zważając, że szyna zużywa się także i z boków, wobec czego, jak wskazują pomiary, dla otrzymania rzeczywistej płaszczyzny zużycia, należy pomnożyć wysokość zużycia przez szerokość główki, powiększoną o 30 mm (w przybliżeniu),— otrzymujemy płaszczyznę przekroju szyny po największem zużyciu:

$$\Omega = 48,66 - 0,6(6,8 + 3,0) = 42,78 \text{ cm}^2 = 0,0043 \text{ m}^2.$$

Według wzoru Couard'a <sup>1)</sup> wysokość  $\epsilon$  zużycia rzeźzonego jest równa:

$$\epsilon = \frac{Gv}{10^6} \cdot \frac{L^3}{I} \cdot \frac{1 + ai^{-2}}{c},$$

gdzie  $G$ —ilość w tonnach ciężaru brutto, przewiezionego po szynach,

$v$ —średnia szybkość na godzinę w kilometrach,

$I$ —moment bezwładności przekroju szyny w centymetrach,

$L$ —największa odległość pomiędzy podkładami w metrach,

<sup>1)</sup> Rewue gen. des Ch. de fer Juillet 1889.

$i$ —spadek w tysięcznych,

$a$ —spółczynnik, równy 0,023 dla spadków i 0,012 dla wzniesień,

$c$ —spółczynnik, zależny od sposobu fabrykacji i wahający się pomiędzy 0,37 i 1,20.

Statystyka szyn na przestrzeniach obserwacyjnych dr. żel. W.-Wied. za dziesięciolecie r. 1877—1887 wykazuje, że średnie zużycie roczne szyn, zależne od warunków miejscowych, gatunku materiału, profilu szyny, szybkości ruchu i t. d., wynosiło  $\epsilon' = 0,088 \text{ mm}$  na wysokość i  $7,66 \text{ mm}$  w płaszczyźnie przekroju. (Zużycie na  $1 \text{ mm}$  odpowiadało 37 milionom tonn ciężaru brutto). W r. 1893 przewóz węgla na dr. żel. W.-Wied. dochodził do 100 milionów pudów rocznie. Jeżeli uważać tę cyfrę za średnią z dziesięciolecia 1887—1897, i porównać ją z liczbą 71 milionów pudów, przedstawiającą średni roczny transport węgla przez dziesięciolecie 1877—1887 r. (p. Sprawozdanie z eksploatacji drogi), to okaże się, że transport węgla powiększył się o 29%. Transport innych ładunków powiększył się mniej więcej w tym samym stosunku. Można przypuścić, że za lat 15 ilość przewożonych ładunków zwiększy się znowu w takim samym stosunku, t. j. jeszcze o  $29\% \cdot 1,5 = 44\%$  względem stanu obecnego, a zatem otrzyma się ładunków o przeszło 100% więcej niż przez dziesięciolecie 1877—1887 r.

Ponieważ czas służby szyn nowego typu może osiągnąć lat 30-tu, więc można przypuścić, że po tych szynach przejdzie średnio rocznie ilość ładunków o 100% większa niż w dziesięcioleciu 1877—1887.

Zważywszy następnie, że:

- 1) szybkość ruchu pociągów  $v$  może się zwiększyć średnio o 50%;
- 2) moment bezwładności szyny, wynoszący na obserwowanych przestrzeniach drogi  $I' = 750 \text{ cm}^4$ , zwiększy się dla typu nowego do  $I'' = 1141 \text{ cm}^4$ ;
- 3) największa odległość pomiędzy podkładami  $L$  pozostaje w nowym typie budowy wierzchniej =  $80 \text{ cm}$ , t. j. taką samą, jaką była i dawniej;
- 4) profil drogi, a więc i wyrażenie  $ai^2$ , pozostaje bez zmiany—i
- 5) ze wzmocnieniem budowy wierzchniej i ulepszeniem wyrobu szyn, współczynnik  $c$  zwiększy się przynajmniej o 10%; otrzymamy, że stosunek grubości zużycia rocznego szyn nowego i dawnego typu wyniesie:

$$\frac{\epsilon''}{\epsilon'} = \frac{G'' v''}{G' v'} \cdot \frac{I' c'}{I'' c''} = 2 \cdot 1,5 \cdot 0,658 \cdot 0,19 = 1,78,$$

a ponieważ

$$\epsilon' = 0,088 \text{ mm},$$

przeto

$$\epsilon'' = 0,088 \cdot 1,78 = 0,16 \text{ mm rocznie}.$$

Dodając do szerokości główki  $30 \text{ mm}$  na zużycie boczne, otrzymamy dla płaszczyzny zużycia rocznego współczynnik:

$$\alpha = \frac{0,16 \cdot (68 + 30)}{4300} = 0,00365.$$

Przyjmując otrzymaną szybkość zużycia, można obliczyć, jak to wyżej wskazano, przy jakiej wielkości dopuszczalnego zużycia otrzyma się najmniejszy rozchód  $K_{\min}$ .

Profesor Mohr podaje sposób do względnie prostego rozwiązania graficznego tego zadania<sup>1)</sup>.

Wprowadzając do otrzymanego powyżej wzoru wydatku rocznego:

$$K = k \Omega (p - 1) \left( 1 + \alpha \xi + \frac{\lambda + \alpha \xi}{p \xi - 1} \right)$$

<sup>1)</sup> Ueber die Berechnung der Kosten der Ansehaffung und Erneuerung der Eisenbahnschienen, von Prof. Mohr. „Civilingenieur“ 1891—I.

nowe zmienne  $x, y, z$ , związane z obecnymi zapomocą równań:

$$\begin{aligned}\frac{K}{k\Omega(p-1)} &= \frac{z}{z_1} \\ \xi &= \frac{y}{y_1} \\ \alpha\xi &= \frac{x}{x_1} \\ \frac{1}{p} &= p_1\end{aligned}$$

gdzie  $x_1, y_1, z_1$  oznaczają ilości stałe dowolne, — otrzymamy równanie:

$$\frac{x + \lambda x_1}{z - (1 - \lambda)z_1} = \frac{x_1}{z_1} \left(1 - p_1^{\frac{y}{y_1}}\right).$$

Powierzchnia rozchodu, którą to równanie wyraża, przedstawiona jest graficznie na rys. 2 zapomocą rzutów na płaszczyznę spółrzednych  $xz$  jej przecięć z szeregiem płaszczyzn, równoległych do  $xz$ , przyczem dla zmiennych przyjęto skalę następującą:

dla  $K$ , mierzonego po osi  $z$ , w 1  $mm$ —13 rubli,  
dla  $\xi$ , mierzonego po osi  $y$ , w 1  $mm$ — $\frac{3}{4}$  roku,  
a dla płaszczyzny zużycia  $\alpha\xi\Omega$ , mierzonej po osi  $x$ , w 1  $mm$ —0,0000323  $m^2$ ,  
co jest równoznaczne z nadaniem stałym  $x_1, y_1, z_1$ , wartości następujących:

$$\begin{aligned}x_1 &= 133 \\ y_1 &= \frac{4}{3} \\ z &= 25,38.\end{aligned}$$

Rzuty na płaszczyznę  $xz$  przecięć powierzchni rozchodu z płaszczyznami, równoległymi do  $xz$ , i odpowiadającymi wartościom  $\xi = 5, 10, 15, 20$  i t. d. lat, przedstawiają się graficznie zapomocą linii prostych  $EA, EB, EC \dots$

Przecinając powierzchnię rozchodu płaszczyzną  $ZOL$ , odpowiadającą zużyciu rocznemu  $\alpha = 0,00365$ , otrzymujemy krzywą rozchodu  $PRSTUM$ , a najmniejszy rozchód, odpowiadający tej szybkości zużycia, otrzymamy, prowadząc styczną do tej krzywej, równoległą do osi  $OX$  <sup>1)</sup>. Wielkość jego  $MW$ , otrzymamy, według przyjętej skali:

$$K_{min} = 442 \text{ ruble.}$$

Tej wartości najmniejszej  $K$  odpowiada  $\xi = 48$  lat i wysokość największego zużycia:  $\epsilon''\xi = 48 \cdot 0,16 = 7,7 \text{ mm.}$

Jeżeli się oznaczy czas służby szyny na lat 30, t. j. weźmie  $\xi = 30$ , to rozchód odpowiedni, wzięty na skalę z rysunku, będzie  $K = 465$  rubli, a wysokość zużycia:

$$\epsilon''\xi = 0,16 \cdot 30 = 4,8 \text{ mm.}$$

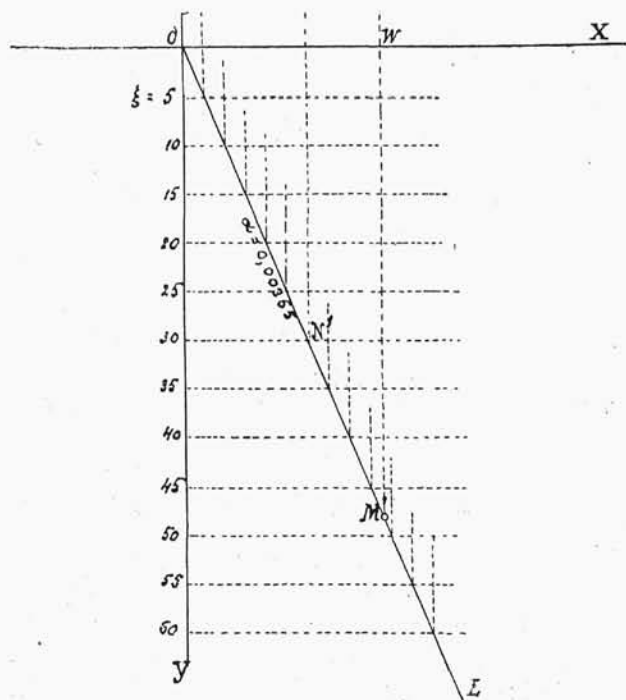
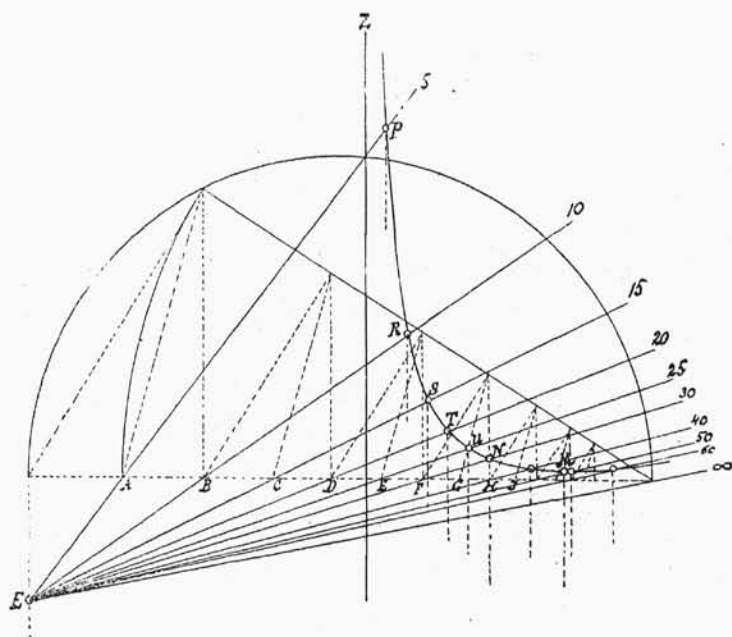
Tym sposobem  $K$  powiększy się tylko o 5,2% w porównaniu z rozchodem najmniejszym.

Wskutek wzmocnienia budowy wierzchniej, a przeważnie akcesoryów szynowych, zużycie szyny nowego typu postępować będzie znacznie prawidłowiej, niż typu dawnego; jednakże na zupełną prawidłowość zużycia rachować nie można.

Ponieważ z przykładu powyższego okazuje się, że zmniejszenie lat służby szyny wpływa bardzo nieznacznie na zwiększenie rozchodu rocznego, i ponieważ

<sup>1)</sup> Sposób dokładnego oznaczenia punktu styczności, wskazany w artykule prof. Mohra.

Rys. 2.



10 5 0 10 20 30 40 50 milimetrov.

ciągła i szybka zmiana warunków eksploatacji nie pozwala spodziewać się bardzo długiej służby jednego typu budowy wierzchniej, to w dalszych wywodach przyjęto termin 30-letni jako ostateczny kres służby szyny nowego typu.

Z rachunku powyższego wynika, że przy istniejących warunkach ruchu na dr. żel. Warsz.-Wied., nawet z punktu widzenia ekonomicznego byłoby niepożądanem dopuszczenie zużycia większego niż 5—6 mm. Z punktu widzenia technicznego zwiększenie wysokości główki (przy danej wadze szyny) pociąga za sobą zmniejszenie jej szerokości, a zatem i zmniejszenie płaszczyzny toczenia koła, skupienie materiału w jednym punkcie i obniżenie osi obojętnej przekroju. Wszystkiego tego, jak objaśniono wyżej, należy przy projektowaniu szyny unikać—a więc mała grubość dopuszczalnego zużycia i z tego względu okazuje się pożądaną.

Na zasadzie wywodów powyższych wysokość główki w nowym typie szyny dr. żel. Warsz.-Wied. przyjęta została 38,5 mm, przy zużyciu dopuszczalnym do 6 mm.

## Szkoły rzemieślnicze i przemysłowe w Belgii.

(Ciąg dalszy, — por. № 30 z r. b., str. 509).

### C) WNIOSKI.

#### Zarząd.

Nietylko inicjatywę ale i kierownictwo szkoły pozostawia się miejscowym władzom. Zarząd znajduje się w rękach komisji administracyjnej. W skład jej wchodzi przedstawiciele stron interesowanych, na pierwszym planie przemysłowcy, następnie przedstawiciele miasta lub gminy i na koniec przedstawiciele państwa.

Sądzę, że należałoby również dopuścić do kierownictwa szkołę, rzemieślników—dawnych wychowalców szkoły. Ci, nauczeni doświadczeniem, najlepiej mogą wykazać braki i zalety instytucji; wskazówki tych ludzi należałoby częściej brać pod uwagę.

Komisja administracyjna dzierży najwyższą władzę. Ona mianuje dyrektora i personel wychowawczy, ustanawia i zmienia programy, sporządza lub potwierdza budżet, decyduje o kupnie materiałów i instrumentów.

Od członków tej komisji zależy w większej części pomyślny rozwój szkoły.

#### Nauczanie.

Nauczanie jest przede wszystkim praktyczne. Wykładający powinien mieć ciągle w pamięci, że się zwraca do rzemieślników i do ludzi w większej części dojrzałych. Powinien wykazać krótko i jasno w czym i jak może nauka-teorya przyjąć w pomoc praktyce. Sam wykład zaś należy popierać jaknajczęściej przykładami i zastosowaniami wziętymi z fabryki—przykładami mniej więcej znanymi większości słuchaczy.

Powinien profesor wybierać jaknajwięcej takich przykładów, któreby słuchaczy dobitnie przekonały, że nauka może i doprowadza do tychże rezultatów, które praktyka dawno uświęciła. Powinien tak poprowadzić wykład, by nawrócić rzemieślników do teorii, by z mniejszą pogardą i z większą ufnością przyjmowali oni owoce długich badań i trudów ludzi, pracujących na polu czysto naukowym. Między pracownią czy gabinetem uczonego a fabryką musi istnieć ciągła styczność, bezustanna wymiana myśli i obserwacji.

Trzeba, by rzemieślnik wyniósł ze szkoły wiarę w swe siły, przekonanie, że praktyka i rutyna ustępują pierwsze miejsce *rozumowaniu*, opartemu na dokładnej znajomości główniejszych praw natury.