

# PRZEGLĄD TECHNICZNY

CZASOPISMO POŚWIĘCONE SPRAWOM TECHNIKI I PRZEMYSŁU

Nr. 6

WARSZAWA, 27 MARCA 1935 R.

Tom LXXIV

TREŚĆ:

- Sposób doświadczalno-obliczeniowy dozowania betonu i zapraw cementowych (dok.) prof. inż. W. Paszkowski.
- Pomiary kół zębatach i centrowanie ich przy szlifowaniu, technol. mech. R. Giełżyn.
- Zastosowanie teorii ruchu potencjalnego do obliczania prędkości wody w łukach koryt sztucznych i przyrodzonych, dr. A. Pareński.
- Podniesienie przęsła mostu drogowego rozpiętości 50 m, inż. W. Wachniewski.
- Przegląd pism technicznych.
- Listy do Redakcji.
- Kronika.

SOMMAIRE:

- Méthode pour le calcul empirique du dosage du béton et des mortiers (suite et fin), par M. le prof. W. Paszkowski.
- Mesures des roues dentées et leur rectification cylindrique pendant le meulage, par M. R. Giełżyn.
- L'application de la théorie du mouvement potentiel pour le calcul de la vitesse de l'eau dans les courbures des lits artificiels et naturels, par M. A. Pareński.
- Élévation des travées d'un pont pour route d'une portée de 50 m. par M. W. Wachniewski.
- Revue documentaire.
- Lettres reçues par la Rédaction.
- Chronique.

Prof. inż. W. PASZKOWSKI

## Sposób doświadczalno-obliczeniowy dozowania betonów i zapraw cementowych\*)

Zadanie I. Obliczyć ilości składników betonu, gdy jest dany piasek i żwir oraz warunek, ażeby w gotowym betonie stosunek  $c/w$  posiadał założoną wartość. Grubość warstwy otulającej, to znaczy wartość  $r$ , należy założyć ze względu na żądaną urabialność betonu; pożądana ciekłość betonu gotowego musi również być zgóry założona i zastosowane odpowiednie wartości  $w_1$  (Tabela I).

Zapomocą przesiania kruszyw przez normalną serję sit ustalamy uziarnienie piasku i uziarnienie żwiru, obliczamy żądaną ilość wody  $w_f$  i  $w_g$ , wyznaczamy pomiarem ciężar  $F_1$  litra piasku i ciężar  $G_1$  litra żwiru, wreszcie obliczamy spęcznienie  $m$  wywołane otuleniem  $r/2$ .

Dalej obliczamy

$$b = \frac{c}{w_k} = \frac{\frac{c}{w}}{1 - 0,23 \frac{c}{w}} \dots (4)$$

oraz z równania szczelności mamy

$$X = \frac{Z_1 - w_g G_1 (1 + 0,55 b)}{0,38 + w_f (1 + 0,55 b)} \dots (5)$$

gdzie objętość zaprawy w  $m$  litrach betonu będzie:

$$Z_1 = m - \frac{G_1}{2,65} \dots (6)$$

dalej ciężar cementu w  $m$  litrach betonu będzie

$$c = b w_k = b (w_f x + w_g G_1) \dots (7)$$

wreszcie

$$w = w_k + 0,23 c \dots (8)$$

Powyższe ilości wagowe w kg:  $G_1, x, c, w$  przypadają na  $m$  litrów betonu; mnożąc je przez  $\frac{1000}{m}$

otrzymamy ilości na 1 m<sup>3</sup> betonu.

Jest oczywiste, że istnieje granica stosowalności wzoru (5); mianowicie ciężar piasku w pewnej objętości nie może być nigdy większy od  $F_1$ , czyli:

$$\frac{x}{Z_1} \leq F_1 \dots (9)$$

Przy każdym obliczeniu należy to sprawdzić. Warunek ten stawia granicę ochudzenia betonu przy zachowaniu warunku szczelności.

Jeżeli wzór (5) pomnożymy przez  $\frac{1000}{m}$  i wstawimy wyraz (6), to otrzymamy wyraz dla ciężaru piasku w 1 m<sup>3</sup> betonu przy przyjętych założeniach:

$$\frac{1000 x}{m} = F_{kg} = \frac{1000}{0,38 + w_f (1 + 0,55 b)} - \frac{1000 G_1}{m} \frac{0,38 + w_g (1 + 0,55 b)}{0,38 + w_f (1 + 0,55 b)} \dots (10)$$

Granicę stosowalności tego wzoru otrzymamy przekształcając wzór (9). Mianowicie powinna być spełniona nierówność

$$F_{kg} \leq 1000 F_1 \frac{Z_1}{m}$$

albo inaczej

$$F_{kg} \leq 1000 F_1 \left( 1 - \frac{0,38}{m} G_1 \right) \dots (11)$$

W miarę powiększania spęcznienia  $m$  we wzorze (10) będziemy otrzymywali beton coraz bardziej ubogi w żwir (każde ziarnko będzie otulone coraz grubszą warstwą zaprawy), wkońcu przy  $m = \infty$

\*) Dok. do str. 84 w zesz. 5 z r. b.

otrzymamy równanie dla betonu bez żwiru, czyli dla zaprawy szczelnej:

$$F_{kg} = \frac{1000}{0,38 + w_f(1 + 0,55b)} \dots (12)$$

Wzór (12) wyraża ciężar piasku o danym uziarnieniu w 1 m<sup>3</sup> zaprawy szczelnej przy danym stosunku  $c/w$ .

Granice stosowalności tego wzoru stawia oczywiście warunek:

$$F_{kg} \leq 1000 F_1 \dots (13)$$

Jeżeli prawą część równania (10) przyrównamy wartości  $1000 F_1 \frac{Z_1}{m}$  z (11) i rozwiążemy względem

$b$ , to otrzymamy wartość najmniejszego  $b$ , przy której otrzymamy jeszcze szczelny beton z danych

kruszyw. Stąd najmniejsze  $\frac{c}{w} = \frac{b}{1 + 0,23b}$ .

Podobnie otrzymamy najmniejszą wartość  $c/w$  dla zaprawy z danego piasku, gdy przyrównamy prawą część równania (12) wartości  $1000 F_1$  ze wzoru (13).

Przykład. Obliczyć ilości składników zaprawy z danego piasku przy  $c/w = 1,9$ . Zapomocą przesiewania badamy uziarnienie danego piasku i obliczamy  $w_f$  (Tabela I); powiedzmy:  $w_f = 0,135$ ; ważymy jednostkę objętości suchego najciślej ułożonego (utrąsionego) piasku i otrzymujemy, powiedzmy:  $F_1 = 1,75$ .

$$b = \frac{1,9}{1 - 0,23 \times 1,9} = 3,37, \text{ stąd } 1 + 0,55b = 2,85,$$

$$F_{kg} = \frac{1000}{0,38 + 0,135 \times 2,85} = 1310 < 1750 \text{ kg/m}^3,$$

$$w_k = 1310 \times 0,135 = 177 \text{ kg},$$

$$\frac{c}{w_k} = b = 3,37, \text{ skąd } c = 177 \times 3,37 = 595 \text{ kg},$$

$$w = 0,23 \times 595 + 177 = 314 \text{ l}.$$

Sprawdzenie sumy objętości:

$$\frac{595}{3,1} + \frac{1310}{2,65} + 314 = \sim 1000 \text{ litrów}.$$

Sprawdzenie  $c/w$ :  $595 : 314 = 1,9$  — jak założono.

Objętościowo na budowie będzie:

$$C_0 = \frac{595}{1,2} = 495 \text{ l}; \quad F_0 = \frac{1310}{1,75} \times 1,3 \cong 975 \text{ l}.$$

Stosunek objętościowy wypada 1 : 1,97, czyli prawie 1 : 2.

Zadanie II. Obliczyć ilości składników betonu, gdy jest dany piasek i żwir oraz warunek, ażeby w gotowym betonie zawartość cementu wynosiła  $C_{kg}$  na 1 m<sup>3</sup> betonu. Pozatem zmienną, która może być zadana albo którą należy założyć, jest stopień urabialności betonu, czyli otulenie  $r$ .

Ustalamy doświadczalnie: uziarnienie oraz  $F_1$  i  $G_1$ ; obliczamy:  $w_f$ ,  $w_g$  i  $m$ .

Biorąc pod uwagę, że  $Z_1 = m - 0,38 G_1$  oraz  $c = \frac{m C_{kg}}{1000}$ , mamy następujące równanie szczelności:

$$Z_1 = m - 0,38 G_1 = 0,38x + w_f x + w_g G_1 + \frac{m C_{kg}}{1000 \times 3,1} + 0,23 \frac{m C_{kg}}{1000},$$

skąd

$$x = \frac{m \left( 1 - \frac{0,54 C_{kg}}{1000} \right) - G_1 (0,38 + w_g)}{0,38 + w_f} \dots (14)$$

Ciężar zaś piasku, przypadający na 1 m<sup>3</sup> betonu, będzie:

$$F_{kg} = \frac{1000 x}{m} = \frac{1000 - 0,55 C_{kg}}{0,38 + w_f} - \frac{1000 G_1}{m} \frac{0,38 + w_g}{0,38 + w_f} \dots (15)$$

Ciężar żwiru na 1 m<sup>3</sup> betonu będzie

$$G_{kg} = \frac{1000 G_1}{m} \dots (16)$$

ilość wody zaś

$$W = 0,23 C_{kg} + w_f F_{kg} + w_g G_{kg} \dots (17)$$

Oczywiście granicą stosowalności wzoru (15) będzie nierówność (11).

Jeżeli we wzorze (15) założymy  $m = \infty$ , to otrzymamy wyraz ciężaru piasku w 1 m<sup>3</sup> zaprawy

$$F_{kg} = \frac{1000 - 0,55 C_{kg}}{0,38 + w_f} \dots (18)$$

Granice stosowalności tego wzoru wskaże wzór (13).

Przykład. Obliczyć ilości składników zaprawy z danego piasku przy zawartości cementu 600 kg/m<sup>3</sup>.

Po znalezieniu uziarnienia piasku zapomocą analizy mechanicznej obliczamy  $w_f$  i powiedzmy, że wypada  $w_f = 0,135$  oraz ważymy jednostkę objętości i powiedzmy, że otrzymujemy  $F_1 = 1,75$  kg/l, wówczas

$$F_{kg} = \frac{1000 - 0,55 \times 600}{0,38 + 0,135} = \frac{670}{0,515} = 1300 < 1750 \text{ kg/m}^3$$

$$W = 0,135 \times 1300 + 0,23 \times 600 = 314 \text{ l}.$$

Sprawdzenie absolutnych objętości

$$0,38 \times 1300 + \frac{600}{3,1} + 314 \cong 1000 \text{ l},$$

przyczem mamy

$$\frac{c}{w} = \frac{600}{314} = 1,91.$$

Najmniejszą ilość cementu, która z naszym piaskiem da beton szczelny (ale nie wodoszczelny) otrzymamy z równania

$$\frac{1000 - 0,55 C_{kg}}{0,515} = 1750 \text{ kg},$$

$$\text{skąd } C_{kg} = \frac{1000 - 0,515 \times 1750}{0,55} = 182 \text{ kg},$$

$$W = 0,135 \times 1750 + 0,23 \times 182 = 278 \text{ l},$$

$$\frac{c}{w} = \frac{182}{278} = 0,657.$$

Sprawdzenie absolutnych objętości

$$\frac{1750}{2,65} + \frac{182}{3,1} + 278 \cong 1000 \text{ l}^8).$$

<sup>8)</sup> Małe różnice w obliczeniu powstają stąd, że zaokrągliśmy do dwóch znaków dziesiętnych niektóre współczynniki. n. p.:  $\frac{1}{2,65} = 0,3774$ , przyjmujemy 0,38, albo  $\frac{1}{3,1} + 0,23 = 0,553$ , przyjmujemy 0,55.

Zadanie III. Obliczyć ilości składników betonu, gdy jest dana pospółka (naturalna mieszanina piasku ze żwirem) oraz żądany stosunek  $c/w$ .

Ciężar pospółki na 1 m<sup>3</sup> betonu niech będzie  $P_{kg}$ , —ustalony laboratoryjnie ciężar 1 litra —  $P_1$  suchej i najściślej ułożonej pospółki. Znajdziemy uziarnienie i obliczymy wodę  $w_p$ , żadaną przez 1 kg pospółki. Wówczas oczywiście zastosujemy wzór (12) w postaci:

$$P_{kg} = \frac{1000}{0,38 + w_p(1 + 0,55b)} \dots (19)$$

Granica stosowalności analogicznie do wzoru (13) będzie

$$P_{kg} \leq 1000 P_1 \dots (20)$$

Gdy ten warunek jest spełniony, dalsze obliczenie będzie:

$$W_k = P_{kg} w_p; \quad C_{kg} = b W_k; \\ W = P_{kg} w_p + 0,23 C_{kg}.$$

Ażeby wyjaśnić sobie stopień urabialności danego betonu z rozpatrywanej pospółki, obliczymy objętość zaprawy.

Niech w  $P_{kg}$  pospółki będzie  $f P_{kg}$  piasku, wówczas objętość zaprawy będzie  $Z = \frac{f P_{kg}}{2,65} + \frac{C_{kg}}{3,1} + W$  przy warunku, że ta objętość jest większa od objętości użytego piasku czyli

$$Z \geq \frac{f P_{kg}}{F_1}$$

Żwiru odsianego z pospółki będzie  $(1-f) P_{kg}$  o wadze 1 litra równej  $G_1$ .

Dlatego, żeby przynajmniej pory w żwirze były wypełnione zaprawą, trzeba żeby

$$Z = 1000 - \frac{(1-f) P_{kg}}{G_1} \dots (21)$$

Gdy  $Z$  jest większe, wówczas powstaje pewne otulenie ziaren żwiru zaprawą, gdy  $Z$  jest mniejsze w betonie są duże pory, wywołane brakiem zaprawy.

Pozatem zachodzą tu okoliczności, omówione wyżej w związku z rys. 2 i podobnie jak przy mieszaniu piasku ze żwirem należy je wziąć pod uwagę.

Zadanie IV. Obliczyć ilość składników betonu, gdy jest dana pospółka oraz warunek, żeby w gotowym betonie zawartość cementu wynosiła  $C_{kg}$  na 1 m<sup>3</sup> betonu.

Po dokonaniu pomiarów, jak w zadaniu III, zastosujemy wzór analogiczny do (18), mianowicie:

$$P_{kg} = \frac{1000 - 0,55 C_{kg}}{0,38 + w_p} \dots (22)$$

z uwzględnieniem granicy stosowalności (20).

Z równania

$$\frac{1000 - 0,55 C_{kg}}{0,38 + w_p} = 1000 P_1$$

mamy

$$C_{kg} = \frac{1000 - (0,38 + w_p) \times 1000 P_1}{0,55} \dots (23)$$

otrzymujemy więc najmniejszą ilość cementu  $C_{kg}$ , przy której otrzymujemy jeszcze szczelny beton.

Przy użyciu mniejszej ilości cementu od tej minimalnej otrzymamy w betonie duże pory, których procentową zawartość można obliczyć.

Przykład. Niech będzie pospółka, której  $P_1 = 1,87$  kg/l i z uziarnienia obliczono  $w_p = 0,07$ .

Najmniejsza ilość cementu, odpowiadająca warunkowi szczelności (23)

$$C_{kg} = \frac{1000 - (0,38 + 0,07) \times 1000 \times 1,87}{0,55} = 291 \text{ kg/m}^3$$

Jeżeli do 1870 kg pospółki dodamy np. tylko 230 kg cementu, to objętość brakującego materiału będzie

$$\frac{291 - 230}{3,1} + 0,23(291 - 230) = 32,5 \text{ l,}$$

czyli, 3,25% będzie stanowiło duże pory w betonie.

Na 1 m<sup>3</sup> betonu będzie potrzeba 1870 kg pospółki, 230 kg cementu, oraz wody

$$W = 0,07 \times 1870 + 0,23 \times 230 = 184 \text{ l.}$$

Sprawdzenie objętości:

Abs. obj. pospółki  $1870 \times 0,38 = 710,0$

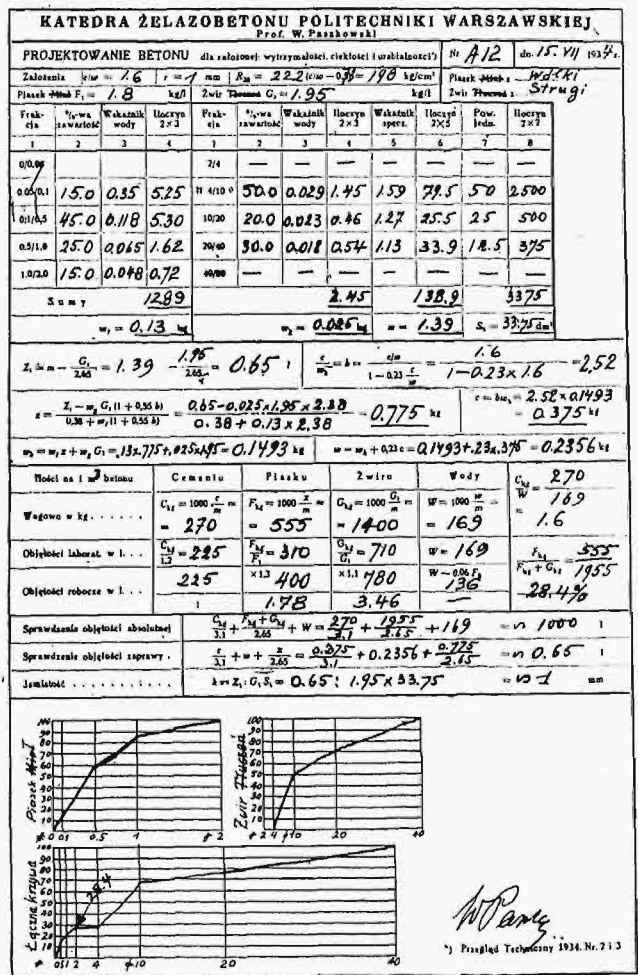
Abs. obj. cementu  $230 \times \frac{1}{3,1} = 74,2$

Obj. wody  $184,0$

Obj. porów  $32,5$

Razem  $1000,7$

Stosowanie opisanej wyżej metody doświadczalno-rachunkowej dozowania betonu wymaga bardzo nieskomplikowanej i łatwej do nabycia aparatury, na którą się składają następujące przedmioty:



Rys. 3. Schemat obliczenia mieszanki betonowej.

1) komplet normalnych sit podług PN/B-196,

2) waga na 8 do 10 kg z odważnikami,

3) naczynie o kształcie foremnym, pojemności ok. 3 litrów do mierzenia objętości kruszyw i betonu; stosujemy do tego celu odcinek rury stalowej średnicy wewnętrznej 100 mm i długości około 400 mm, zaopatrzone w dno, umocowane śrubami, i ubijak w postaci żelaznego dysku średnicy 97 mm z rękojeścią,

4) menzurka szklana kalibrowana na 300 do 500 cm<sup>3</sup> do odmierzania wody.

Obliczenia te nadają się do ułożenia w schemat ułatwiający pracę. Podobiznę zmniejszoną takiego schematu drukowanego, wypełnionego obliczeniem mieszanki stosownie do zadania I-go przedstawia rys. 3. Na dole mamy siatkę, na której wykreślamy krzywe przesiewu danych kruszyw oraz łączną krzywą przesiewu, otrzymaną z obliczenia.

Technol. mech. R. GIEŁAŻYN

## Pomiary kół zębatach i centrowanie ich przy szlifowaniu

Artykuł inż. W. Szrajbera, zamieszczony w zeszytach lipiec-sierpień r. ub. czasopisma „Mechanik”, w sposób wyczerpujący oświetla sprawę pomiaru kół zębatach zapomocą przesuwki, lecz jednocześnie nasuwa kilka refleksyj, któremi tutaj chciałbym podzielić się z czytelnikami.

Autor powyższego artykułu zupełnie pomija bardzo ważny moment, a mianowicie to, że dokładność pomiaru koła zębatego jest w pierwszym rzędzie uzależniona od dokładności samej przesuwki. Wprowadzenie w użycie przesuwki optycznych Zeiss'a, zamiast zwykłych przesuwki nonjuszowych, w niczem zasadniczo nie zmienia sytuacji, gdyż przy użyciu przesuwki, jako narzędzia pomiarowego, występują dwa czynniki, które decydująco wpływają na zniekształcenie dokładności samego pomiaru.

Pierwszym czynnikiem jest zużycie się końcówek przesuwki, drugim zaś — niedokładność wykonania zewnętrznej średnicy koła zębatego.

Przy pomiarze grubości pojedynczego zęba skalę pionową przesuwki opieramy na zewnętrznym obwodzie koła zębatego, czyli uzależniamy się od tego, z jaką dokładnością wykonano zewnętrzną średnicę wieńca koła, z drugiej zaś strony, mierząc grubość zęba przy pomocy skali poziomej, uzależniamy się od tego, w jakim stanie znajdują się końcówki przesuwki.

Każdy, kto ma do czynienia z pomiarami warsztatowymi, dokładnie wie o tem, jak szybko ulegają zniszczeniu narzędzia pomiarowe i jak szybko ulegają zużyciu, a nieraz nawet i skałeczeniu, końcówki tak prymitywnego narzędzia pomiarowego, jakim jest przesuwka; co się zaś tyczy dokładnego wykonywania zewnętrznej średnicy koła zębatego, to jest ono wysoce niewskazane, ze względu na podniesienie ceny samego wyrobu.

Względy powyższe zmuszają przeto do zaniechania mierzenia grubości każdego pojedynczego zęba na kole zębatego i zastąpienia go mierzeniem cięciwy dla kilku zębów naraz. Jest to bardziej dogodne, ze względu na to, że błąd pomiarowy, powstający na skutek zużycia się końcówek przesuwki, zostaje całkowicie usunięty. Jeżeli do dziś dnia w wielu jeszcze fabrykach stosuje się do pomiaru kół zębatach przesuwki nonjuszowe, to zjawisko powyższe należy złożyć jedynie na karb pewnego bezkrytycznego konserwatyizmu, który niestety w naszych warsztatach jest jeszcze dość szeroko rozpowszechniony.

Należy z całą stanowczością stwierdzić, że używanie przesuwki nonjuszowej powinno być bezwzględnie skasowane tam, gdzie produkcja kół zębatach nosi charakter masowy, lub nawet seryjny, i zastąpione przez metodę pomiarową tańszą i dokładniejszą. Metodą taką jest pomiar koła zębatego zapomocą rolek stalowych, zahartowanych i dokładnie oszlifowanych na wymiar, zgóry dla danej koła zębatego określony.

Dwie takie rolki zakłada się we wnęki zębów, naprzeciw siebie leżące i dokonywuje pomiaru zapomocą zwykłego mikromierza.

Wśród wielu rozmaitych sposobów określania wymiaru średnicy rolki pomiarowej jednym z najbardziej prostych, jest sposób J. Gruenberga.

Samego pomiaru dokonywuje się rolkami takiej średnicy, aby dotykały profilu zęba w punkcie przecięcia się ewolwenty ze stałą cięciwą, położoną powyżej obwodu koła podziałowego.

Mierzenie koła zębatego rolkami, któreby dotykały profilu zęba na obwodzie koła podziałowego, nie jest wskazane z tego względu, że ewolwenta od koła zasadniczego do koła podziałowego posiada charakter linii prawie prostej i dopiero od koła podziałowego poczynając, przybiera charakter krzywej, tembardziej zdecydowany, im dalej od koła podziałowego leży dany punkt ewolwenty.

Weźmy koło zębate ewolwentowe o pewnej podziałce  $t = \pi m$ , gdzie  $m$  — moduł koła zębatego oraz  $\varphi$  — kąt przyporu tworzącej ewolwenty (p. rys. 1).

Rozpatrując rys. 1, widzimy, że

$$\overset{\frown}{af} = ad,$$

gdyż to wpływa z charakteru tworzenia samej ewolwenty, oraz

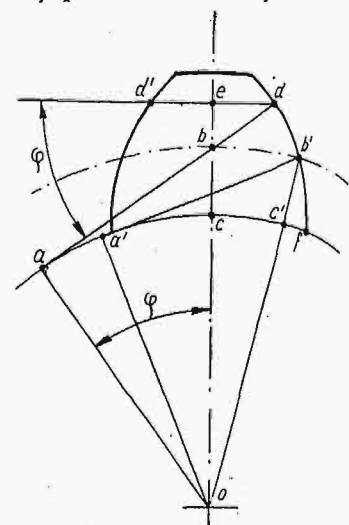
$$\overset{\frown}{a'f} = a'b',$$

$$\text{ale } ab = a'b',$$

$$\text{zaś } bd = \overset{\frown}{aa'} = \overset{\frown}{cc'}.$$

Z geometrii wiadomo, że

$$\frac{cc'}{ao} = \frac{bb'}{bo}$$



Rys. 1.

lub też inaczej

$$cc' = bb' \cdot \frac{ao}{bo} = bd.$$

Ponieważ  $\frac{ao}{bo} = \cos \varphi$ , więc  $bd = bb' \cdot \cos \varphi$ .

Wobec tego, że  $bb' = \frac{\pi m}{4}$ , gdzie  $m$  — moduł koła zębatego, więc

$$bd = \frac{\pi m}{4} \cdot \cos \varphi \dots \dots \dots (1)$$

Odcinek  $ed = bd \cdot \cos \varphi = \frac{\pi m}{4} \cdot \cos^2 \varphi$ ,

zaś  $dd' = \frac{\pi m}{2} \cdot \cos^2 \varphi \dots \dots \dots (2)$

Jak widzimy, wielkość tej cięciwy, będzie wielkością stałą dla zęba o danym module i kącie przyporu.

Z rys. 1 widzimy dalej, że

$$be = bd \cdot \sin \varphi.$$

Podstawiając wartość  $bd$  z r-nia (1), otrzymamy:

$$be = \frac{\pi m}{4} \cdot \sin \varphi \cdot \cos \varphi.$$

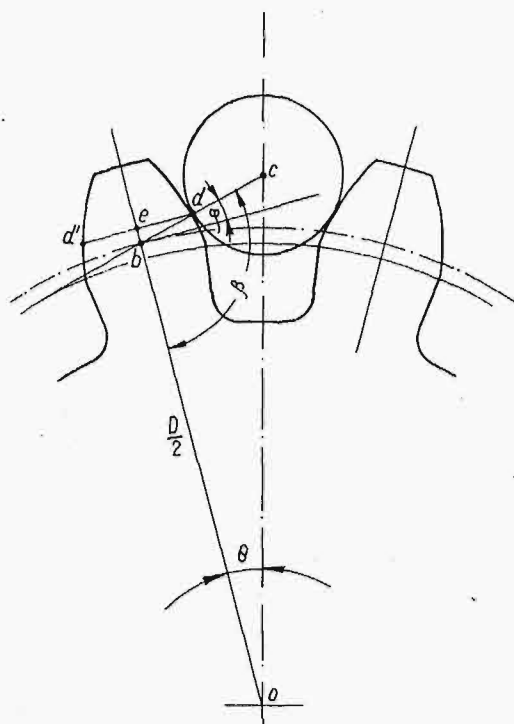
A ponieważ  $\sin 2\varphi = 2 \sin \varphi \cos \varphi$ , więc

$$be = \frac{\pi m}{8} \cdot \sin 2\varphi \dots \dots \dots (3)$$

Z równania (3) nietrudno widzieć, że dla zęba o danym module i kącie przyporu odcinek  $be = \text{const.}$

Ponieważ grubość zęba, mierzona po łuku koła podziałowego, nie uwzględniając luzu międzyzębowego, przedstawia się jako

$$S = \frac{\pi m}{2},$$



Rys. 2.

Przeto wzór (3) przybiera postać

$$be = \frac{S}{4} \cdot \sin 2\varphi \dots \dots \dots (4)$$

Niech teraz rolka o promieniu  $dc$  dotyka zębów koła zębatego w punkcie  $d$  przecięcia się stałej cięciwy z ewolwentą (p. rys. 2).

Wprowadzamy oznaczenia następujące:

$\varphi$  — kąt przyporu,  $Z$  — ilość zębów koła,  $S$  — grubość zęba (mierzona po łuku),  $D$  — średnica podziałowa.

Wówczas mamy (p. rys. 2):

$$\theta = \frac{180^\circ}{Z}; \quad \Delta = \frac{90^\circ}{Z}; \quad \beta = 90^\circ + \varphi.$$

Według równania (2) stała cięciwa wyraża się, jako:

$$dd' = \frac{\pi m}{2} \cdot \cos^2 \varphi,$$

a ponieważ, jak wyżej powiedziano, grubość zęba  $S = \frac{\pi m}{2}$ , więc

$$dd' = S \cdot \cos^2 \varphi,$$

ale  $ed = \frac{dd'}{2} = \frac{S \cdot \cos^2 \varphi}{2}$ , zaś  $bd = \frac{ed}{\cos \varphi}$ , czyli że

$$bd = \frac{S}{2} \cdot \cos \varphi \dots \dots \dots (5)$$

Z  $\Delta obc$  mamy, że  $bc = \frac{D}{2} \cdot \frac{\sin \theta}{\sin (\theta + \beta)}$ ,

a ponieważ  $\sin (\theta + \beta) = \cos (\theta + \varphi)$ , więc

$$bc = \frac{D}{2} \cdot \frac{\sin \theta}{\cos (\theta + \varphi)} \dots \dots \dots (6)$$

Z rysunku 2 widzimy, że

$$dc = bc - bd = \frac{D \cdot \sin \theta}{2 \cos (\theta + \varphi)} - \frac{S \cdot \cos \varphi}{2},$$

a więc średnica rolki pomiarowej będzie

$$d = 2dc = \frac{D \cdot \sin \theta}{\cos (\theta + \varphi)} - S \cdot \cos \varphi \dots \dots (7)$$

Dalej z rys. 2 widzimy, że

$$oc = \frac{D}{2} \cdot \frac{\sin \beta}{\sin (\theta + \beta)},$$

a ponieważ  $\sin \beta = \cos \varphi$ , zaś  $\sin (\theta + \beta) = \cos (\theta + \varphi)$ ,

więc  $oc = \frac{D}{2} \cdot \frac{\cos \varphi}{\cos (\theta + \varphi)} \dots \dots \dots (8)$

W takim razie wymiar dla mikromierza przy pomiarze rolkami koła zębatego o parzystej ilości zębów będzie:

$$L = d + 2oc = d + \frac{D \cdot \cos \varphi}{\cos (\theta + \varphi)}, \dots \dots (9)$$

dla koła zaś o nieparzystej ilości zębów będzie:

$$L = d + \cos \Delta \left( \frac{D \cdot \cos \varphi}{\cos (\theta + \varphi)} \right) \dots \dots (10)$$

Należy zauważyć, że wzory wyprowadzone dają wymiary rolek i mikromierza dla koła zębatego o teoretycznej grubości zęba, w wypadku zaś mierzona kół produkcyjnych, dla których jest wymagany luz międzyzębowy  $\delta$ , należy wymiary te odpowiednio skorygować, co nie następuje żadnych trudności.

Dla kół śrubowych i ślimaków podamy bez wprowadzenia, zresztą dosyć skomplikowanego, wzory sprawdzone w amerykańskiej praktyce warsztatowej.

Stosując następujące oznaczenia:

- $\pi m_n$  — podziałka normalna,
- $\alpha$  — kąt linii śrubowej,
- $\varphi_n$  — normalny kąt przyporu,
- $\varphi$  — czołowy kąt przyporu,
- $Z$  — ilość zębów koła,
- $D$  — średnica podziałowa,
- $S_n$  — normalna grubość zęba (mierzona po łuku),

będziemy mieli:

$$\theta = \frac{180^\circ \cdot \cos^3 \alpha}{Z}; \quad \Delta = \frac{90^\circ}{Z};$$

średnica rolki pomiarowej

$$d = \frac{D \cdot \sin \theta}{\cos^2 \alpha \cdot \cos(\theta + \varphi_n)} - S_n \cdot \cos \varphi_n \quad (11)$$

Wymiar dla mikromierza przy parzystej ilości zębów

$$L = d + D + \frac{D \cdot \cos \varphi_n}{\cos^2 \alpha \cdot \cos(\theta + \varphi_n)} - \frac{D}{\cos^2 \alpha} \quad (12)$$

oraz  $Z$  — nieparzystej

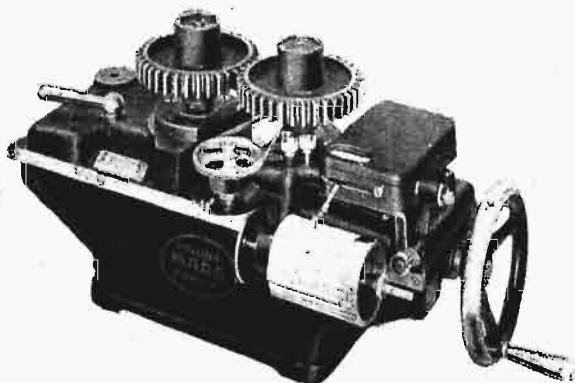
$$L = d + \cos \Delta \left[ D + \frac{D \cdot \cos \varphi_n}{\cos^2 \alpha \cdot \cos(\theta + \varphi)} - \frac{D}{\cos^2 \alpha} \right] \quad (13)$$

O ile nam wiadomo, jedyna z fabryk krajowych, stosująca do pomiaru kół zębatych metodę rolek, używa wzorów bardziej zawiłych, niż wyżej wprowadzone, i dostosowanych tylko do pomiaru kół zębatych czołowych z zębami prostymi.

\*

Pomiarem, dokonywanym zazwyczaj zaraz po kontroli grubości zębów, jest sprawdzenie na specjalnym przyrządzie czujnikowym, czy koło produkcyjne dokładnie współpracuje z kołem t. zw. „wzorcowym”.

Szeroko rozpowszechnione są: przyrząd firmy Maag, przedstawiony na rys. 3, oraz podobne do niego przyrządy Parkinsona i Saurera.



Rys. 3.

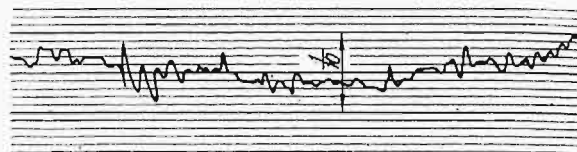
Na kontrolnym przyrządzie czujnikowym koło produkcyjne, osadzone na trzpieniu, jest obracane ręcznie, pozostając w zazębieniu z kołem „wzorcowym”, osadzonem na drugim trzpieniu przyrządu. Strzałka czujnika oraz rysik, kreślący na bębnie krzywą odchyłek, wskazują, jak dalece praca koła sprawdzanego odbiega od pewnego wymaganego ideału.

Zdaniem naszym, używanie tych przyrządów tylko wtedy ma jakąś rację bytu, gdy koło „wzorcowe” ma zęby dokładnie szlifowane po uprzednim zahartowaniu.

W praktyce stan rzeczy przedstawia się w ten sposób, że naogół koła „wzorcowe” są wykonywane niedokładnie na tych samych niedokładnych maszynach, na których następnie będą obrabiane koła produkcyjne, aby zaś nie wprowadzać odkształceń hartowniczych, mają zęby miękkie.

Tego rodzaju koło bynajmniej nie może być uważane za wzorcowe, gdyż posiadając wszystkie błędy maszynowego wykonywania już przy wykonaniu, będzie stawało się z biegiem czasu, wskutek zużywania się miękkich zębów, coraz bardziej niedokładnym. Niestety nieliczne fabryki mogą sobie pozwolić na wykonywanie kół wzorcowych hartowanych i szlifowanych, gdyż cena szlifierek do kół zębatych Maaga wynosi około zł. 70 000.

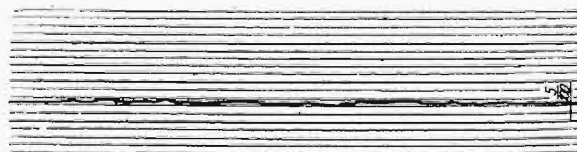
Wykres krzywej odchyłek dla sprawdzanego koła zębatego podaje rys. 4. Zauważmy, iż jest to ko-



Rys. 4.

ło, którego zęby były starannie dłutowane i następnie poddane obróbce termicznej. Widzimy, że krzywa błędów waha się w granicach blisko 0,10 mm, nic też dziwnego, że koła zębate tego rodzaju wmontowane do samochodowej skrzynki biegów, będą „wyły” podczas pracy.

Dla porównania podajemy na rys. 5 wykres błędów koła zębatego z zębami szlifowanymi, gdzie widzimy, że sumaryczny błąd zazębienia waha się w granicach tylko 0,01 mm.



Rys. 5.

Mając na uwadze z jednej strony, że wykonywanie hartowanych kół wzorcowych z zębami szlifowanymi nie w każdej fabryce, dla braku szlifiarki, jest możliwe, z drugiej zaś strony, aby nie ulegać konieczności kupowania kosztownych zagranicznych przyrządów czujnikowych, proponujemy zamiast czujnikowego sprawdzania kół zębatych sprawdzanie luzu międzyzębowego na przyrządzie specjalnym, co dla normalnych konstrukcji przemysłowych zupełnie wystarcza. Tego rodzaju przyrząd z łatwością można wykonać w każdej fabryce, posiadającej narzędziownię o normalnym wyposażeniu.

Schemat konstrukcyjny tego przyrządu do sprawdzania luzu międzyzębowego dla danego koła produkcyjnego przedstawia rys. 6.

W podstawie A osadzony jest, w tuleji stożkowej o zbieżności 1:20, trzpień B, na którego górnej części obrotowej zamocowuje się koło sprawdzane. Tulejka pośrednia dla koła sprawdzanego, jeżeli ono posiada otwór dokładnie szlifowany, może być nierozprężna. Na przesuwającym bloku C, przymocowywanym do podstawy A zapomocą śruby ze

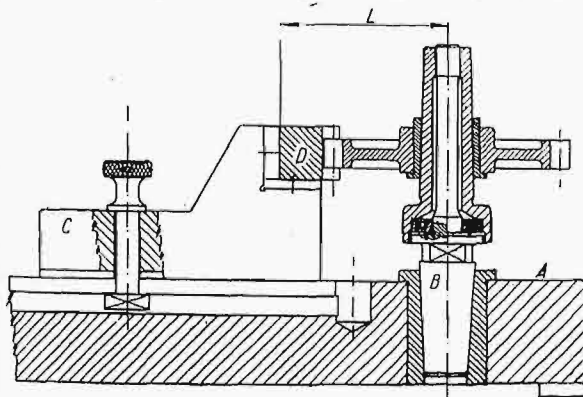
łbem młoteczkowym, wpuszczonym w rowek teowy, jest wykonany stopień o kącie prostym, do którego są przytwierdzone na stałe dwie listewki hartowane i szlifowane.

W prowadzeniu tych listewek, opierając się tylną swoją stroną, przesuwają się wzorcowa zębatka *D*. Zębatka ta może być zarówno jednostajna jak i składana z poszczególnych zębów. Zębatka wzorcowa po hartowaniu powinna być zupełnie dokładnie oszlifowana, co dla narzędziowców, przy zastosowaniu bardzo nieskomplikowanych przyrządów, nie przedstawia żadnych trudności.

Naturalnie dla każdego koła winniśmy używać odpowiedniej zębatki o tym samym module i kącie przyporu. Długości zębatek mogą być jednakowe dla wszystkich kół produkcyjnych. Dla kół czołowych z zębami prostymi stosować będziemy zębatkę o zębach prostych, zaś dla kół śrubowych i z zębami śrubowymi — zębatkę z zębami o odpowiednim skłębieniu.

Dokładną odległość *L* pomiędzy listewką oporową na bloku *C* oraz osią obrotu trzpienia *B* można ustalić każdorazowo za pomocą kołków i tulejek, osadzonych w bloku *C* i w podstawie *A*, co nie zostało uwidocznione na rysunku.

Sprawdzanie luzu międzyzębowego dla każdego kąтового położenia koła produkcyjnego można teraz dokonać z wielką łatwością za pomocą zwykłego szczelinomierza i ręcznego przesuwania zębatki wzorcowej *D*. Oczywiście, przyrząd powyżej opisany, może być zrekonstruowany w ten sposób, iż umożliwi również sprawdzanie czujnikowe. Tego rodzaju kontrola koła produkcyjnego, poza prostotą i łatwością, posiada jeszcze tę zaletę w porównaniu do sposobu czujnikowego na przyrządzie



Rys. 6.

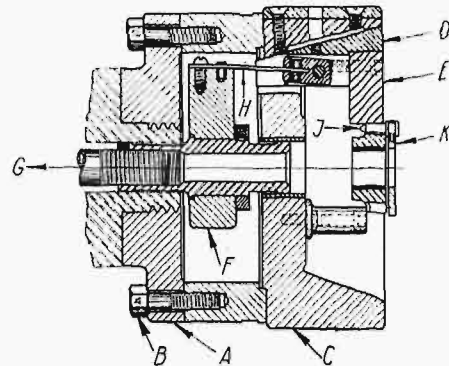
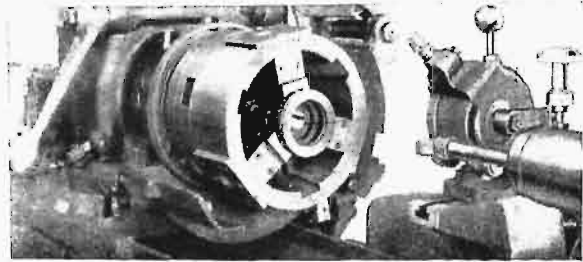
Maaga i t. p. że daje wykonawcy zupełnie realne wskazówki co do tego, jak dane koło produkcyjne będzie pracowało w zespole i gdzie leżą błędy wykonania, względnie hartownicze.

\*

Należy jednak mieć na uwadze, że prawidłowa praca koła zębatego, odkształconego po hartowaniu, które nie będzie szlifowane, w dużym stopniu zależy od tego, jak dokładnie oszlifowano otwór w piaście koła.

Najbardziej właściwym sposobem centrowania koła zębatego przy szlifowaniu otworu jest centrowanie na zębach, co w powszechnej praktyce amerykańskiej znalazło zastosowanie i skutecznia się w specjalnym przyrządzie samocentrującym.

Przyrząd tego rodzaju, w jego oryginalnej konstrukcji firmy amerykańskiej „The Heald Machine Co.”, przedstawia rys. 7. Składa się on z zabiera-



Rys. 7.

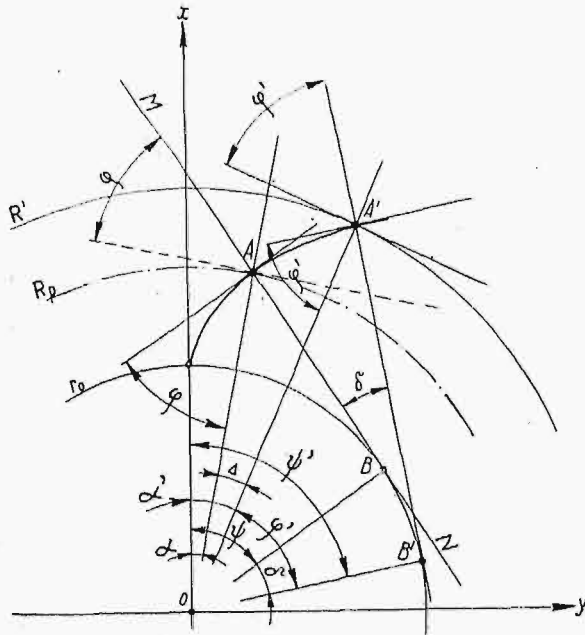
ka *A*, umocowanego bezpośrednio na wrzecionie szlifierki do otworów. Śrubami *B* do zabieraka jest przymocowany korpus przyrządu *C*, który posiada trzy rowkowe prowadzenia dla przesuwanych kamieni *D*, zakończonych szczękami wymiennymi *E*, które mogą być każdorazowo dostosowane dożądanego wymiaru średnicy i na ten wymiar przeszlifowane na maszynie. Przesuwanie kamieni *D* skutecznia się za pomocą łącznika *F* oraz dźwigni *G*, trzy zaś płaskie sprężyny *H* służą, jako giętkie połączenie pomiędzy kamieniami *D* oraz łącznikiem *F*. Mocowanie koła, obrabianego w przyrządzie, odbywa się za pomocą rolek, luźno osadzonych w pierścionku *K*. Najważniejszym elementem tego przyrządu jest rolka *J*, lub też sprężynka, jeżeli mamy do czynienia z kołem o zębach spiralnych.

Zauważmy, że warstwa cementacyjna na ściankach zębów jest jednakowej grubości, grubość zęba zaś zmniejsza się ze zwiększeniem odległości od środka koła zębatego, to też największe odkształcenia hartownicze występują na obwodzie wieńca koła zębatego. Jest to właśnie jednym z główniejszych powodów, dla którego rolka centrująca powinna centrować koło zębate możliwie najdalej od średnicy podziałowej koła.

Przejdźmy obecnie do obliczenia tego rodzaju rolki, która umożliwiłaby nam centrowanie koła zębatego na średnicy zgóry przez nas obranej.

Niech tworząca profilu ewolwentowego będzie *MN*, zaś kąt przyporu tworzącej =  $\varphi$  (p. rys. 8).

Wówczas, jak nietrudno widzieć z rysunku, kąt pomiędzy styczną do profilu zęba w punkcie *A* i prostą promieniową *OA* będzie również kątem  $\varphi$ . Gdy tworząca *MN*, tocząc się bez poślizgu po kole zasadniczym o promieniu  $r_{11}$  przesunie swój punkt styczności z *p. B* do *p. B'*, to *p. A* przesunie się po



Rys. 8.

ewolwencie w położeniu p. A', który będzie leżał na kole o promieniu R'.

Określmy teraz katowe przesunięcie Δ dla nowego położenia p. A. Jak wiemy, równania parametryczne ewolwenty w osiach XY będą:

$$x = r_0 (\cos \psi + \psi \sin \psi) \dots (1)$$

$$y = r_0 (\sin \psi - \psi \cos \psi) \dots (2)$$

Podnosząc powyższe równania do kwadratu, otrzymamy

$$x^2 = r_0^2 (\cos^2 \psi + 2\psi \sin \psi \cos \psi + \psi^2 \sin^2 \psi)$$

oraz

$$y^2 = r_0^2 (\sin^2 \psi - 2\psi \sin \psi \cos \psi + \psi^2 \cos^2 \psi)$$

skąd, dodając jedno do drugiego, otrzymamy

$$x^2 + y^2 = (1 + \psi^2) r_0^2 \dots (3)$$

Równanie (3) pozwala nam dla p. A napisać, że

$$x^2 + y^2 = (1 + \psi^2) r_0^2 = R_p^2 \dots (4)$$

gdzie R<sub>p</sub> — promień koła podziałowego.

Z równania (4) mamy:

$$\psi = \sqrt{\left(\frac{R_p}{r_0}\right)^2 - 1} \dots (5)$$

Powracając do rysunku 8, otrzymamy z Δ AOB, że

$$\cos(\psi - \alpha) = \frac{r_0}{R_p}$$

skąd mamy:

$$(\psi - \alpha) = \arccos \frac{r_0}{R_p} \dots (6)$$

ale również

$$(\psi - \alpha) = \varphi, \dots (7)$$

a w takim razie kąt XO A będzie to

$$\alpha = \psi - \varphi, \dots (8)$$

promień zaś koła zasadniczego określi się ze wzoru

$$r_0 = R_p \cdot \cos \varphi \dots (9)$$

Z równania (5) oraz (9) możemy dać wyrażenie dla ψ w zależności od kąta przyporu φ, jak poniżej

$$\psi = \frac{1}{\cos \varphi} \sqrt{1 - \cos^2 \varphi} \dots (10)$$

Dla p. A' ewolwenty otrzymamy z Δ A'OB'

$$\varphi' = \arccos \frac{r_0}{R'} \dots (11)$$

przez analogię z równaniem (5) mamy prawo napisać, że

$$\psi' = \sqrt{\left(\frac{R'}{r_0}\right)^2 - 1} \dots (12)$$

Wówczas, jak to wynika z rysunku, mamy:

$$\delta = \psi' - \psi$$

Analogicznie zaś do równania (8) mamy

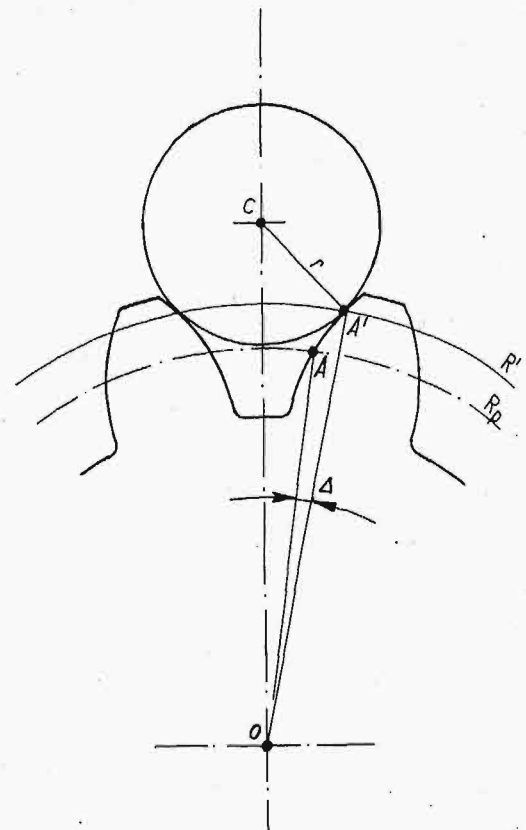
$$\alpha' = \psi' - \varphi' \dots (13)$$

Ponieważ przesunięcie katowe Δ = α' - α, więc po podstawieniu wartości z (8) i (13) otrzymamy:

$$\Delta = (\psi' - \psi) - (\varphi' - \varphi) \dots (14)$$

Jeżeli teraz dla danego koła zębatego wprowadzimy poniższe oznaczenia:

- Z — ilość zębów,
- φ — kąt przyporu tworzącej,
- R<sub>p</sub> — promień koła podziałowego,
- r — promień rolki centrującej,
- L — odległość środków koła zębatego i rolki,
- R' — promień koła centrowania, obrany przez nas, to jak widzimy z rys. 9, sprawa wyznaczenia r oraz L sprowadza się tylko do rozwiązania Δ OAC.



Rys. 9.

Zauważmy pomiędzy innymi, że kąt COA = 90°/Z

Ponieważ promień rolki centrującej r = C<sub>a</sub> musi być prostopadły do profilu ewolwenty w p. A więc mamy:

$$\sphericalangle CA'O = 90^\circ + \varphi'$$



Oznaczając

$$\begin{aligned} \star \alpha &= \star CA'O = 90^\circ + \varphi', \\ \star \beta &= \star OCA' = 180^\circ - (\alpha + \gamma) = 90^\circ - \left(\frac{90^\circ}{Z} + \Delta + \varphi'\right), \\ \star \gamma &= \star COA' = \frac{90^\circ}{Z} + \Delta, \end{aligned}$$

otrzymamy z równania sinusów dla  $\Delta OA'C$

$$r = \frac{R'}{\cos\left(\frac{90^\circ}{Z} + \Delta + \varphi'\right)} \cdot \sin\left(\frac{90^\circ}{Z} + \Delta\right) \quad (15)$$

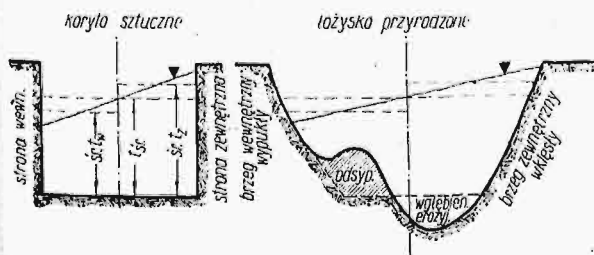
Dr. A. PAREŃSKI

## Zastosowanie teorii ruchu potencjalnego do obliczania prędkości wody w łukach koryt sztucznych i przyrodzonych

Na podstawie wyników dotychczasowych badań prędkości wody w łożyskach przyrodzonych oraz korytach sztucznych, przyjęło się mniemanie wśród hydrotektów, że w przekroju łukowym największe prędkości występują przy brzegu zewnętrznym wklęsłym (w kierunku prostopadłym do największych promieni krzywizny) a najmniejsze przy brzegu wewnętrznym wypukłym (prostopadle do najmniejszych promieni krzywizny).

To zjawisko — dotychczas matematycznie nie opisane — tłumaczono sobie intuicyjnie w następujący sposób:

Siła odśrodkowa — w przekrojach symetrycznych otwartych — wypierając pewną objętość wody w kierunku zewnętrznej ściany koryta wzgl. brzegu łożyska zewnętrznego (wklęsłego), powoduje niesymetryczny rozdział masy przepływającej wody i powiększa tem samem głębokość średnią (śr.  $t_z$ ) połowy przekroju leżącego przy brzegu wewnętrznym. Przez powiększenie głębokości średniej zwiększa się także prędkość wody, której wielkość jest wprost proporcjonalna do głębokości. Oczywiście rzecz, że w łożyskach przyrodzonych wyrzeźbionych w materiale — pod względem geologicznym — mało spoiłym, niesymetryczny rozkład prędkości powoduje erozję i akumulację poprzeczną (w płaszczyźnie przekroju) deformując symetryczny kształt przekroju (rys. 1), mianowicie pogłębia



Rys. 1.

dno przy brzegu zewnętrznym (wklęsłym) i tworzy odsypiska przy brzegu wewnętrznym (wypukłym). Z tej to przyczyny rośnie wartość współczynnika szorstkości przy brzegu zewnętrznym, a maleje prędkość wody, której wartość jest odwrotnie pro-

oraz

$$L = \frac{R'}{\cos\left(\frac{90^\circ}{Z} + \Delta + \varphi'\right)} \cdot \cos \varphi' \quad (16)$$

Przy obliczeniach, które zaleca się prowadzić z pomocą tablic logarytmicznych 6-cio lub nawet 7-mio cyfrowych, należy kolejno przeliczać równania (9), (5), (12), (11), (14), (15) i (16).

porcjonalna do wartości współczynnika szorstkości. Przy brzegu zewnętrznym obserwujemy zjawisko wprost przeciwne, tu bowiem maleje wartość współczynnika szorstkości, a tem samem rośnie prędkość wody wraz z rosnącą głębokością średnią.

Oczywiście przypadki takie zdarzają się w przyrodzie w tych miejscach, w których prąd rzeki rzeźbi łożysko w mało związłym materiale geologicznym. W łożyskach przyrodzonych wyrzeźbionych w materiałach spoiłych, stawiających erozji znaczny opór, oraz w korytach sztucznych, nie podlegających zmianom kształtu przekroju, sprawa przedstawia się wprost przeciwie a rozkład prędkości w takich przekrojach wykazuje znaczną zgodność z ruchem potencjalnym cieczy doskonałej.

Zastosowanie praw ruchu potencjalnego do obliczania tochoidy w przekrojach łożysk biegnących w łukach kołowych opublikował Böss<sup>1)</sup>, stwierdzając wystarczającą zgodność tych obliczeń z doświadczeniami wykonanymi na modelach oraz zupełnie wystarczającą dokładność do celów hydrotechnicznych.

Nim przystąpię do szczegółowego opisu toku rozważań opartych na ruchu cieczy doskonałej oraz wyników doświadczeń Böss'a przypomnę — dla jaśniejszego oświetlenia sprawy — zasadnicze pojęcia, dotyczące się ruchu potencjalnego cieczy doskonałej.

Otóż, ponieważ wyznaczenie składowych prędkości cieczy w zależności od miejsca i czasu, a więc funkcji argumentów  $x, y, z$  i  $\tau$ , nie zawsze prowadzi do zamierzonego celu, przeto ograniczamy się do matematycznego opisu t. zw. ruchu potencjalnego, który jest niewirowym.

Jeżeli bowiem chwilowy ruch jakiegokolwiek elementu jest tylko elementarnem przesunięciem w kierunku chwilowego obrotu, to jego prędkość kąta  $\gamma = 0$ , czyli także składowe tej prędkości w kierunkach trójwymiarowego układu prostokątnego

$$\gamma_x = \gamma_y = \gamma_z = 0 \quad (1)$$

muszą być równe zeru.

Jeżeli jakaś funkcja  $\Phi$  jest taką funkcją argumentów  $x, y, z, \tau$ , że jej pochodne cząstkowe wzglę-

<sup>1)</sup> Dr. Böss „Anwendung der Potentialtheorie auf die Bewegung des Wassers in gekrümmten Kanal — oder Flussstrecken“. Der Bauingenieur, Berlin 1934.

dem współrzędnych dają odpowiednie składowe prędkości, to warunek podany w równaniu 1 będzie spełniony jeżeli:

$$\left. \begin{aligned} \frac{\partial v_x}{\partial y} = \frac{\partial v_y}{\partial z}, \quad \frac{\partial v_x}{\partial z} = \frac{\partial v_z}{\partial x}, \quad \frac{\partial v_y}{\partial x} = \frac{\partial v_x}{\partial y} \\ \text{a więc} \quad v_x = \frac{\partial \Phi}{\partial x}, \quad v_y = \frac{\partial \Phi}{\partial y} \quad \text{i} \quad v_z = \frac{\partial \Phi}{\partial z} \end{aligned} \right\} \quad (2)$$

Ta funkcja  $\Phi$  określa nam istnienie potencjału prędkości, który jest potencjałem wewnętrznym cieczy w odróżnieniu od potencjału sił, który działa na ciecz jako potencjał zewnętrzny.

Zaznaczyć tu jeszcze należy, że każdy ruch niewirowy cieczy doskonałej może być utrzymany zewnętrznym potencjałem sił oraz, że taki ruch, który w pewnej chwili był niewirowym, pozostaje nim tak długo, jak długo z zewnątrz działają na ciecz tylko siły zachowawcze. Powyższe twierdzenie *La-grangé'a* jest tu ważne ze względu na dalsze rozważania.

W ruchu potencjalnym płaskim, którego *Böss* użył do swoich rozważań, zanika oczywiście składowa prędkość w kierunku osi  $z$ , czyli

$$v_x = \frac{\partial \varphi}{\partial x} \quad \text{i} \quad v_y = \frac{\partial \varphi}{\partial y} \quad \dots \quad (3)$$

oraz

$$\frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \varphi}{\partial y^2} = 0, \quad \dots \quad (4)$$

z czego wynika, że potencjał prędkości w całym obszarze poruszającej się cieczy będzie:

$$\varphi = \varphi(x, y) = \text{const.} \quad \dots \quad (5)$$

Obraz równania 5 przedstawia nieskończenie wiele krzywych płaskich, nazwanych krzywymi równego potencjału, których przyrost określamy różniczką zupełną

$$\partial \varphi = \frac{\partial \varphi}{\partial x} dx + \frac{\partial \varphi}{\partial y} dy = v_x dx + v_y dy. \quad \dots \quad (6)$$

Przejściu temu odpowiada linja prądu, opisana równaniem różniczkowym:

$$v_x dy - v_y dx = 0, \quad \dots \quad (7)$$

które będzie różniczką zupełną, jeżeli jakkolwiek funkcja  $\psi$  spełni warunek

$$d\psi = v_x dy - v_y dx, \quad \dots \quad (8)$$

a jeżeli analogicznie do ruchu potencjalnego

$$\psi = \psi(x, y) = \text{const.} \quad \dots \quad (9)$$

to otrzymamy układ krzywych, nazwanych liniami prądu, w którym funkcja  $\psi$  jest funkcją prądu.

Jeżeli tu znajdzie jeszcze warunek

$$v_x = \frac{\partial \psi}{\partial y} \quad \text{i} \quad v_y = \frac{\partial \psi}{\partial x}, \quad \dots \quad (10)$$

to równanie różniczkowe prądu

$$d\psi = \frac{\partial \psi}{\partial x} dx + \frac{\partial \psi}{\partial y} dy \quad \dots \quad (11)$$

jest zupełnie zgodne z równaniem krzywych równego potencjału, czyli

$$\frac{\partial \varphi}{\partial x} = \frac{\partial \psi}{\partial y} \quad \text{oraz} \quad \frac{\partial \varphi}{\partial y} = -\frac{\partial \psi}{\partial x}, \quad \dots \quad (12)$$

a obydwie powyższe równania pomnożone przez siebie

$$\frac{\partial \varphi}{\partial x} \cdot \frac{\partial \psi}{\partial x} + \frac{\partial \varphi}{\partial y} \cdot \frac{\partial \psi}{\partial y} = 0 \quad \dots \quad (13)$$

określają warunek ortogonalności dwu układów krzywych

$$\varphi = \varphi(x, y) \quad \text{i} \quad \psi = \psi(x, y) \quad \dots \quad (14)$$

Z powyższego wynika, że linie prądu są trajektorją ortogonalną układu linii ekwipotencjalnych, a więc oba układy określają się wzajemnie, t. zn. teoretycznie możemy układ linii prądu zamienić na układ linii równego potencjału i odwrotnie.

O te twierdzenia z dziedziny mechaniki cieczy doskonałej oparł *Böss* swoje rozważania, przyjmując, że woda swojemi charakterystycznymi cechami zbliża się do cieczy doskonałej. Nie uwzględnia natomiast *Böss* zupełnie prawa hydromechaniki cieczy rzeczywistych, mianowicie bezwładności i lepkości cieczy. Poza to rozważania swoje ogranicza do krzywizn kołowych koryt sztucznych otwartych i ruchu potencjalnego płaskiego.

Funkcja ruchu potencjalnego płaskiego w krzywiznie kołowej posiada kształt

$$\varphi = -C \cdot \text{arc tg} \frac{y}{x} \quad \dots \quad (15)$$

w czem  $C$  jest stałą, a funkcja prądu

$$\psi = C \ln \sqrt{x^2 + y^2} \quad \dots \quad (16)$$

w czem  $\sqrt{x^2 + y^2} = \rho$  == promieniowi krzywizny, w omawianym przypadku promieniowi koła.

Składową prędkości w kierunku osi  $y$  otrzymamy z równań 3:

$$v_y = \frac{\partial \varphi}{\partial y} = -\frac{Cx}{x^2 + y^2} = -\frac{Cx}{\rho^2} \quad \dots \quad (17)$$

podobnie w kierunku osi  $x$

$$v_x = \frac{\partial \varphi}{\partial x} = \frac{Cy}{x^2 + y^2} = \frac{Cy}{\rho^2} \quad \dots \quad (18)$$

czyli wypadkowa obu składowych, która jest stałe prostopadła do promienia, a więc musi być styczna do kół ekwipotencjalnych, przedstawi się równaniem:

$$v = \sqrt{\frac{C^2 x^2}{\rho^4} + \frac{C^2 y^2}{\rho^4}} = \frac{C}{\rho} \quad \dots \quad (19)$$

Stosując funkcję prądu, której obraz, jak poprzednio wykazano, jest trajektorją ortogonalną funkcji potencjału, a więc obie te funkcje są sprzężone i wzajemnie zamienne — otrzymamy analogicznie:

$$v = \frac{\partial \psi}{\partial \rho} = \frac{\partial (C \ln \rho)}{\partial \rho} = \frac{C}{\rho} \quad \dots \quad (20)$$

Oba te ostatnie równania stwierdzają jednoznacznie, że wielkość prędkości wody w krzywiznach kołowych jest odwrotnie proporcjonalna do wielkości promienia krzywizny, czyli że większemu promieniowi opisującemu brzeg zewnętrzny t. j. wklęsły koryta odpowiada prędkość mniejsza w tym samym przekroju, a mniejszemu promieniowi opisującemu brzeg

wewnętrzny (wypukły) koryta odpowiada prędkość większa, ponieważ prędkość wody w przekroju koryta biegnącego w łuku kołowym jest odwrotnie proporcjonalna do wielkości promienia łuku.

A zatem, zastosowanie — do obliczania prędkości wody, w korytach sztucznych, a zarazem niektórych łożyskach przyrodzonych, biegnących w łukach kołowych — funkcji równego potencjału, którego geometrycznym obrazem jest płaski, zawierających między sobą kąty równej wielkości, oraz funkcji prądu, której geometrycznym obrazem jest układ kół współśrodkowych o rosnącym promieniu, których środek pokrywa się z wierzchołkiem pęku promieni funkcji ruchu potencjalnego, musi wpłynąć na zmianę mniemania — do tychczas wśród hydrotektów rozpowszechnionego — o rosnącej wartości prędkości średniej, w krzywiznach kołowych koryt i łożysk otwartych, w kierunku zewnętrznym t. zn. wraz ze wzrostem wartości promienia krzywizny.

Jak już wyżej wspomniano, w tem stosowaniu teorii cieczy doskonałej, ruch wody przed i po krzywiznie kołowej odbywa się w korycie prostym między ścianami równoległymi, a więc na tych odcinkach prostych funkcja prądu będzie miała wartość

$$\psi = 0$$

czyli linie prądu pokrywają się wzajemnie i wpadają w oś x-ów, zaś promień krzywizny  $\rho = \infty$ , przeto wartość funkcji potencjału będzie:

$$\varphi = -\infty,$$

a woda poruszać się będzie z prędkością o stałej wartości  $= v_0$ , wreszcie na krawędziach wypływu, t. j. w punktach o współrzędnych

$$\left( -\frac{1}{v_0} \pm \frac{\pi}{v_0} \right)$$

wartości obydwóch funkcji i prędkości będą:

$$\varphi = 0, \quad \psi = \pm \pi, \quad v = \pm \infty.$$

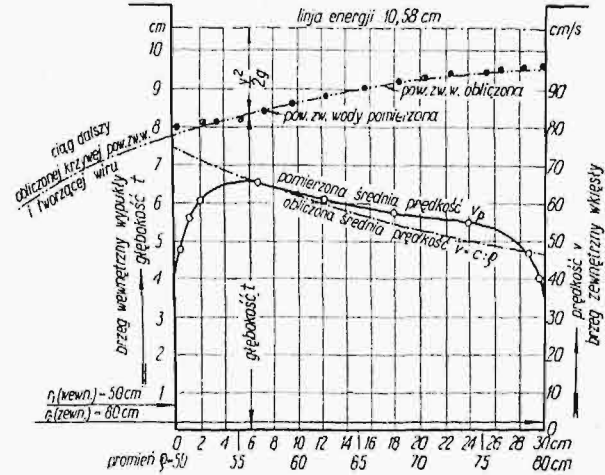
Oczywista rzecz, że powyższe wyniki będąc czysto teoretycznymi dla cieczy doskonałej, nie uwzględniają wpływu choćby najmniejszych oporów tarcia. W rzeczywistości jednak opory takie istnieją i wywierają znaczny wpływ na prędkość wody szczególnie na obwodzie zwilżonym.

Według powyższego ruch wody równoległy (w rzeczywistości prawie równoległy) na pierwszym prostym odcinku przechodzi w ruch chwilowego obrotu na odcinku kołowym, a następnie zamienia się znowu na ruch równoległy w końcowym prostym odcinku koryta.

Tę obliczeniowo zawiłą sprawę krzywych przejściowych, upraszcza Böss w swoich rozważaniach jak następuje:

Przyjmuje, że linie prądu z równoległych przechodzą w kołowe za pośrednictwem linii zbliżonych kształtem do parabol trzeciego stopnia, których równań jednak nie podaje. Podobne przekształcenie linii prądu następuje przy wypływie wody z krzywizny w ostatni odcinek prosty. Badany przekrój obiera w środku krzywizny twierdząc, że w tym przekroju linie prądu będą kołami, a to ze

względów symetrycznych. Przypuszcza również, że we wszystkich innych przekrojach krzywizny, t. zn. w przekrojach, w których linie prądu będą liniami parabolicznymi, wyniki obliczeń prędkości wody tylko nieznacznie będą się różniły od wyników, otrzymanych w przekroju obranym. W dalszych uproszczeniach pomija opory tarcia oraz wszelkie zmiany niemi wywołane.



Rys. 2.

Uproszczenia te są powodem pewnych (na obwodzie zwilżonym nawet dość znacznych) różnic między wynikami rachunku a pomiaru. Różnice te uwidoczniono graficznie na rysunku 2-gim.

Celem obliczenia stałej C należy tu uwzględnić ciśnienie atmosferyczne, które w korytach otwartych wywiera znaczny wpływ na kształt zwierciadła wody w przeciwieństwie do przewodów zamkniętych, w których rozkład ciśnienia — do pewnej granicy — jest niezależny od ciśnienia zewnętrznego, w danym razie atmosferycznego.

Oznaczając więc dla ruchu równoległego położenie t. zw. linii energii zapomocą jej wysokości

$$h = \frac{p}{\gamma} + \frac{v^2}{2g}, \dots \dots \dots (21)$$

gdzie  $p$  = ciśnieniu, otrzymuje się dla koryt otwartych

$$v_{max} = \sqrt{2gh},$$

gdzie dla przewodów zamkniętych wartość ta jest większa, mianowicie:

$$v_{max} = \sqrt{2g(h + 10,33)}.$$

Dalsza różnica między korytami otwartymi a przewodami zamkniętymi istnieje w rozkładzie ciśnienia. Ponieważ w rozważanym ruchu płaskim (dwuwymiarowym) nie uwzględniamy przyrostu przyspieszeń w kierunku trzeciej osi z, przeto — w przekroju otwartym — musi panować statyczny rozkład czyli równowaga ciśnień.

Nawet najmniejsze zakłócenie tej równowagi wyrównuje natychmiast ruch zwierciadła wody, mianowicie, zwierciadło wody podnosi się wskutek zwiększonego ciśnienia w kierunku strony zewnętrznej wklesłej koryta, a opada przy stronie wewnętrznej wypukłej (rys. 1).

Oczywiście, że przy małych prędkościach i małych krzywiznach (o wielkich promieniach), które Böss rozpatruje, sprawa ta nie odgrywa znacznej roli, natomiast przy wielkich prędkościach i krzy-

wiznach może się zdarzyć, że cała objętość przepływającej wody przylgnie do zewnętrznego brzegu, pozostawiając wewnętrzną stronę przekroju pustą, a dno w tym miejscu suche.

Takie zjawisko jest charakterystyczne tylko dla koryt otwartych, ponieważ w przewodach zamkniętych nie występuje.

Stała wartość  $C$  da się obliczyć ze znanej relacji na objętość przepływu

$$Q = F \times v \dots \dots \dots (22)$$

czyli

$$Q = \int_{r_1}^{r_2} t \cdot \frac{C}{\rho} d\rho, \dots \dots \dots (23)$$

w czym  $t$  = głębokości w badanym punkcie zwierciadła wody, a  $r_1$  i  $r_2$  oznaczają najmniejszy i największy promień krzywizny, przyczem musi być  $r_2 - r_1 = b$  = szerokości zwierciadła wody.

Przyjmując stałą wysokość linii energii na całej długości prądu — stosownie do warunków ruchu potencjalnego, otrzymujemy:

$$\frac{v^2}{2g} + t = \frac{v_s^2}{2g} + t_s = h, \dots \dots \dots (24)$$

gdzie  $v_s$  i  $t_s$  są wartościami średnimi, a ponieważ

$$v = \frac{C}{\rho},$$

więc

$$t = h - \frac{C^2}{2g\rho^2} \dots \dots \dots (25)$$

Obraz równania powyższego, opisującego krzywą zwierciadła wody, nie jest niczem innym jak tworzącą wiru pojedynczego Rankine'a, z czegoby wynikało, że ruch potencjalny przechodzi tu, t. zn. w krzywiznach kołowych, w ruch wirowy, a z poprzedniego przedstawienia sprawy wynika, że wir i potencjał prędkości w obrębie elementów cieczy wykluczają się wzajemnie.

Dla wyjaśnienia muszę tu przypomnieć, że prędkość kątowna chwilowego obrotu ruchu wirowego da się przedstawić zapomocą składowych w układzie prostokątnym trójwymiarowym równaniem:

$$\omega = \sqrt{\omega_x^2 + \omega_y^2 + \omega_z^2},$$

a jeżeli badany element cieczy pozostaje w ruchu niewirowym, to ważne jest równanie 1-sze, w danym razie:

$$\omega_x = \omega_y = \omega_z = 0$$

oraz

$$\frac{d\omega_x}{d\tau} = 0, \quad \frac{d\omega_y}{d\tau} = 0, \quad \frac{d\omega_z}{d\tau} = 0,$$

z czego wynika, że w obszarze potencjalnym cząstki cieczy, które przedtem nie wirowały, nie mogą zacząć wirować, ani też nie mogą być porwane przez cząstki wirujące, ponieważ ruch wirowy tkwi niejako w cząstkach cieczy, a nie w otaczającej go przestrzeni. Możemy tu zatem mówić tylko o strudze wiru, poruszającej się w obszarze niewirowym, która jednak musi się zawsze składać z tych samych elementów.

Jeżeli w równaniu 23-ciem podstawimy wartość na głębokość z równania 25-tego, to:

$$Q = \int_{r_1}^{r_2} \left( h - \frac{C^2}{2g\rho^2} \right) \cdot \frac{C}{\rho} d\rho, \dots \dots \dots (26)$$

a po scałkowaniu powyższego równania otrzymamy:

$$Q = h C \ln \frac{r_2}{r_1} + \frac{C^3}{4g} \left( \frac{1}{r_2^2} - \frac{1}{r_1^2} \right),$$

gdzie dane są wartości  $Q$ ,  $h$ ,  $r_2$  i  $r_1$ , i jeżeli opuścimy w rachunku zmienność głębokości  $t$  (z powodu nieuwzględnienia ruchu wirowego), to z równania 23-go otrzymamy stałą:

$$C = \frac{Q}{t_s \ln \frac{r_2}{r_1}}, \dots \dots \dots (27)$$

która podstawiona w równaniach zasadniczych 19 i 20 daje nam cyfrową wartość prędkości wody w przekrojach kołowych.

Jak z powyższego wynika, Böss nie uwzględnił tu ruchu wirowego twierdząc, że dla stosunkowo niewielkich prędkości oraz wielkich promieni krzywizny wystarcza zastosowanie ruchu potencjalnego płaskiego celem opisanego prędkości w łukach kołowych. Nie podaje przytem granicy tych wielkości, dla których użyta droga rachunkowa jest jeszcze ważna, ani też granicy stosunku wartości prędkości średniej do promienia krzywizny.

Celem sprawdzenia swego rachunku, wykonał Böss szereg pomiarów w korycie sztucznym o przekroju prostokątnym i wymiarach  $30 \times 11$  cm, w łuku kołowym o promieniach  $r_1 = 50$  cm i  $r_2 = 80$  cm. Wyniki jednego takiego pomiaru uwidocznił wykreślił na rys. 2-gim. W przekroju tym  $t_s = 8,92$  cm,  $C = 3700$ , a  $Q = 15,25$  l/s.

Położenie krzywej zwierciadła wody mierzono z dokładnością 0,2 mm zapomocą przyrządu, zaopatrzonego w ostrze igielne, a pomierzone prędkości są prędkościami średnimi, wyznaczonymi graficznie ze znacznej ilości pomiarów w odpowiednich pionowych.

Z wykresu podanego na rys 2-gim widzimy, że obliczona krzywa zwierciadła wody, będąca tworzącą pojedynczego wiru Rankine'a, jest zgodna z pomiarem zupełnie z wyjątkiem dwóch jej skrajnych punktów, które w rzeczywistości (jak wykazuje pomiar) leżą nieco wyżej. Natomiast obliczona zapomocą teorii ruchu potencjalnego tachoida wykazuje w stosunku do tachoidy pomierzonej znaczne różnice, dochodzące przy wypukłej ścianie wewnętrznej do 76%. Odcinek środkowy obydwóch tych krzywych na długości 23 cm (29-6) wykazuje dostateczną zgodność, ponieważ różnica pomiędzy pomiarem a obliczeniem prędkości tylko w jednej pionowej, mianowicie w 24-tym cm szerokości, dochodzi do 10%. Poza to obie tachoidy mają podobny przebieg, t. zn. spadek ich skierowany jest ku ścianie zewnętrznej, czyli temsamem stwierdza się tu zgodność teorii ruchu potencjalnego z pomiarem, mianowicie odwrotną proporcjonalność wielkości promienia krzywizny od prędkości wody — oraz obie tachoidy są stroną wypukłą skierowane ku dołowi, t. zn. w kierunku dna koryta.

Niezgodności między pomiarem a obliczeniami tak przy krzywej zwierciadła wody jak i tachoidzie występujące przy ścianach koryta, powstały wskutek nieuwzględnienia w rachunku lepkości cieczy oraz oporów tarcia i zmian przez nie wywołanych, które Böss świadomie pomija, nie chcąc wkląć rachunku, tembardziej, że celem jego pracy było tylko

ko zwrócenie uwagi hydrotektom na istniejący stan rzeczy, który przedstawia się odwrotnie, jak dotychczas mniemano.

Takich pomiarów, jak przedstawiony na rys. 2, wykonano cały szereg dla różnych głębokości średnich i dla różnych wartości stałej  $C$ . Wyniki ich, porównane z wynikami obliczeń, wykazały podobną, a niektóre większą zgodność jak opisano powyżej.

Pomiary te wykonywano — jak same wymiary koryt wskazują — na modelach, należałoby zatem jeszcze je sprawdzić z rzeczywistością w korytach sztucznych oraz w łożyskach rzecznych w przekrojach trapezowych regularnych, t. zn. wogóle w przekrojach o kształcie, matematycznie wyrażalnym.

Przy wykonywaniu pomiarów hydrometrycznych w łożyskach przyrodzonych wybierano dotychczas przeważnie przekroje leżące w prostych odcinkach rzek i może dlatego kształt tachoidy w łukach uszedł uwagi hydrotektów.

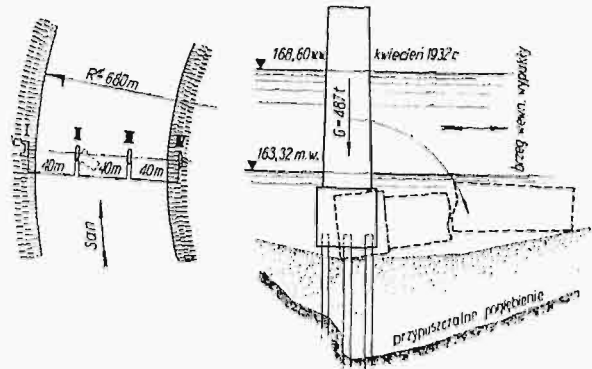
Nie ulega bowiem wątpliwości, że Böss przez wyżej opisany sposób obliczania prędkości w łukowych przekrojach otwartych musiał zachwiać zakorzenione mniemanie hydrotektów o kształcie tachoidy w przekrojach łukowych.

Zwrócenie uwagi na występowanie większych prędkości wody przy brzegach wewnętrznych w łuku, może się przyczynić do wyjaśnienia niektórych zjawisk, dotychczas jeszcze niewyjaśnionych. Np. zjawiska runięcia filarów mostowych w kierunku brzegu wewnętrznego t. j. wypukłego, przy którym — według dotychczasowego mniemania — prędkość wody powinna była być mniejsza, aniżeli przy brzegu zewnętrznym.

Ostatnio zdarzył się taki wypadek w Polsce w r. 1932, mianowicie na Sanie pod Koryłówką<sup>2)</sup> runął

filare przyszłego mostu w kierunku prawie prostopadłym do brzegu wewnętrznego (rys. 3).

Gdy zwrócono się do mnie o wyjaśnienie tego zjawiska ze stanowiska hydrologicznego, wyjaśniłem go zwiększaniem się rzędnych tachoidy w łukowym przekroju poprzecznym w kierunku brzegu



Rys. 3.

wewnętrznego wypukłego, tłómacząc to podstawowym prawem Newtona. Większa prędkość wody po prawej stronie filara fundowanego na pilotach, wbitych w materiał pod względem geologicznym mało zwięzły, raczej ruchomy, podmyła fundament filara z tej strony wewnętrznej łuku, powodując jego runięcie w tym kierunku.

Nie chciano mi wierzyć.

Po ogłoszeniu powyższych rozważań Bössa, popartych pomiarami, zrozumienie opisanego wypadku będzie łatwiejsze.

<sup>2)</sup> M. Rapaczynski. „Runięcie filara rzeczno Nr. II przyszłego mostu na Sanie pod Kuryłówką”. Czas. Techn. z r. 1932, str. 261.

Inż. W WACHNIEWSKI

## Podniesienie przęseł mostu drogowego rozpiętości teoretycznej 50 m

Celem wykonania naprawy wałków łożysk ruchomych trójprzęsłowego mostu drogowego, wykonanego przez Warsztaty Mostowe Zjednoczonych Górnośląskich Hut „Królewska i Laura” dla jednego z państw ościennych, zostało zaprojektowane w biurze mostowym wymienionych hut, przez autora niniejszego artykułu, podniesienie przęseł mostowych sposobem, nieco odmiennym od sposobów, ogólnie stosowanych w praktyce mostowej.

Układ mostu: belki kratowe, wolnopodparte z jazdą dołem. Przyczyną wadliwego działania wałków było przypuszczalnie nieznaczne pochylenie filarów, wywołane nierównomiernym osiadaniami podstawy fundamentu. Ogólnie znane sposoby podnoszenia przęseł były w danym wypadku zbyt drogie lub niemożliwe do wykonania.

Podniesienie przęseł zapomocą dźwigów, ustawionych pod pierwszym od podpory węzłem pasa dolnego dźwigarów głównych, na rusztowaniach, specjalnie w tym celu wykonanych, okazało się zbyt kosztownem i wymagałoby wzmocnienia dźwigarów głównych. Na ustawienie zaś dźwigów tuż przy łożyskach pod węzłami podporowemi nie pozwalały wymiary ciosów i przyczółka (filara).

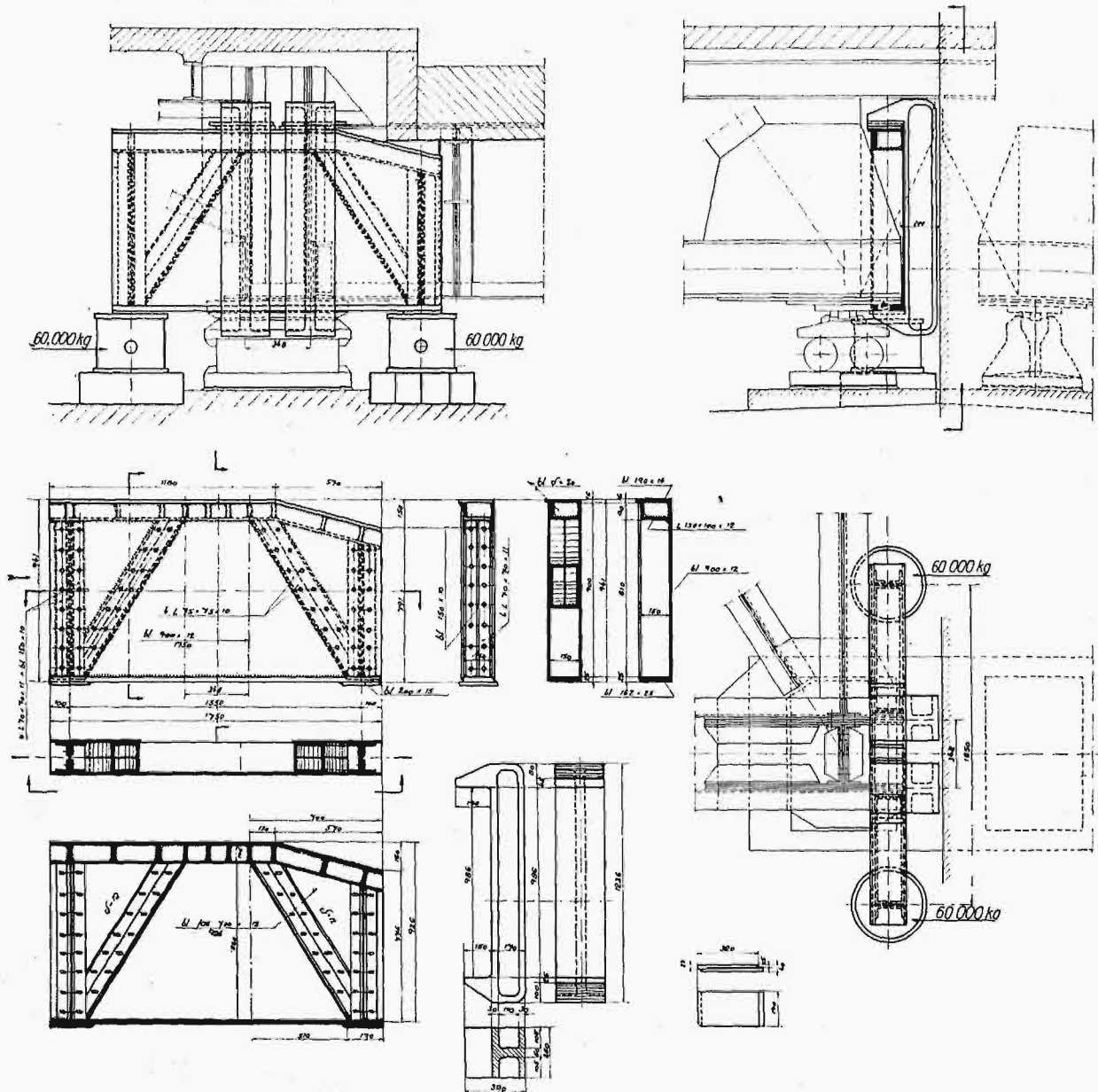
Nie było możliwe również wykorzystanie skrajnej belki

poprzecznej, jako belki dźwigowej, pod którą można byłoby postawić dźwigi, a to ze względu na zbyt małą nośność tej belki. Wzmocnienie zaś belki poprzecznej byłoby dość kłopotliwe, jak również niepożądane z pewnych względów formalnych.

Powyższe trudności pokonano w sposób następujący: Do podniesienia jednego przęsła zaprojektowano dwie belki dźwigowe (jedna lewa i jedna prawa) specjalnej konstrukcji. Ponieważ dla przestawienia wałków wystarcza unieść tylko ten koniec przęsła mostowego, który spoczywa na łożyskach ruchomych, przeto na przyczółku (lub filarze) ustawiono przy każdym łożysku ruchomem jedną belkę dźwigową. Belka dźwigowa zahacza swym dolnym pasem, wykonanym z blachy 162 × 25 mm, o poziomą płytę węzła podporowego dźwigara głównego. Każdą belkę oparto na dwóch 60-tonnowych dźwigach hydraulicznych. Jak widać z rysunku, konstrukcja belki ma charakter mieszany. Jest to połączenie kraty, o układzie trapezowo-zastrzałowym ze ściąganiem, z belką o ściance pełnej. Konstrukcja taka została spowodowana tem, że belka od strony podnoszonego przęsła musi mieć w swej bocznej ściance wycięcie w kształcie trapezu, w które wchodzi węzeł podporowy dźwigara głównego wraz z blachami węzłowemi poziomej kraty wiatrowej. Ścianka boczna belki z przeciwległej strony wykonana jest z blachy całkowitej, która służy układowi kratowemu i ma na celu przyjęcie bocznych sił poziomych, działających

na podnoszone prześło mostowe (parcie wiatru). Ponieważ dolny pas belki dźwigowej, wykonany z blachy, jest wiotki i może pracować tylko na rozciąganie, więc, celem przeniesienia oddziaływania ciężaru prześła podczas podnoszenia z

belki po wykonaniu naprawy ustawienia wałków w jednym prześle, posłużą następnie do podniesienia sąsiedniego prześła, co na rysunku zaznaczono w ten sposób, że w widoku bocznym i w rzucie poziomym, linjami cienkimi prze-



Rys. 1

dolnego pasa belki dźwigowej na pas górny, zastosowano dwa haki ze stali lanej. Haki nie są przymocowane do belki dźwigowej, lecz dopiero po ustawieniu, a raczej po wsunięciu belki pomiędzy koniec dźwigara głównego podnoszonego prześła i ściankę przyczółka i nasunięciu belki na dźwigar w ten sposób, aby pas dolny belki zahaczył o koniec dźwigara, haki zostają nasunięte i zaklinowane w odpowiednim miejscu na belce. Taka konstrukcja spowodowana jest tem, że odległość od końca dźwigara głównego do ścianki przyczółka wynosi zaledwie 200 mm, gdyby więc haki były przymocowane na stałe do belki, to nie moglibyśmy wprowadzić belki pomiędzy ściankę przyczółka i dźwigar główny podnoszonego prześła. Szczegóły konstrukcji widoczne są z rysunku. Linjami cienkimi pokazana jest istniejąca konstrukcja mostowa, linjami grubymi — belka dźwigowa, haki, kliny i dźwigi hydrauliczne.

Rozwiązanie powyższe ma jeszcze tę zaletę, że te same

rywanymi pokazany jest dźwigar i łożysko sąsiedniego prześła (na filarze).

Ze względu na dolną krawędź płyty żelbetowej jezdni, prawy górny róg belki dźwigowej został nieco ścięty ukośnie.

### NOWE WYDAWNICTWA\*)

Przeszłość, terażniejszość i przyszłość lotnictwa. Prof. G. A. Mokrzycki, str. 126, wyd. M. Arcta; Warszawa 1935; cena zł. 6.

Prace nad mosiądzami. Prof. W. Łoskiewicz, inż. J. Guschbauer i inż. M. Nosowicz, str. 126 + XIII tablic i wykresy, wyd. IBMU, Warszawa 1934; cena zł. 10.

\*) Wszystkie podawane w tym dziale wydawnictwa są do nabycia w Księgarni Technicznej „Przeglądu Technicznego”, Warszawa, ul. Czackiego 3.

# PRZEGLĄD PISM TECHNICZNYCH

## BUDOWNICTWO

### Budowa gmachu Władz Federalnych i Urzędu Pocztowego w Pittsburgu w St. Zj.

W roku ubiegłym wybudowano w Pittsburgu 10-piętrowy gmach o podwójnym przeznaczeniu, a mianowicie: mieszczący w części dolnej Urząd Pocztowy, a w górnej — Urząd Federalny oraz sale sądowe. Konstrukcja gmachu przedstawia się wyjątkowo interesująco, gdyż zastosowano w nim: 1) szereg podciągów, niosących słupy wyższych kondygnacji, wyjątkowo małej wysokości konstrukcyjnej, jak na tak trudne warunki, 2) nowy typ podciągów dużej rozpiętości w pomostach do przeniesienia obciążenia słupów, oraz belek, niosących tory kolejowe, 3) izolację korkową, oddzielającą podłoże torów od niosącego je szkieletu budynku stalowego.

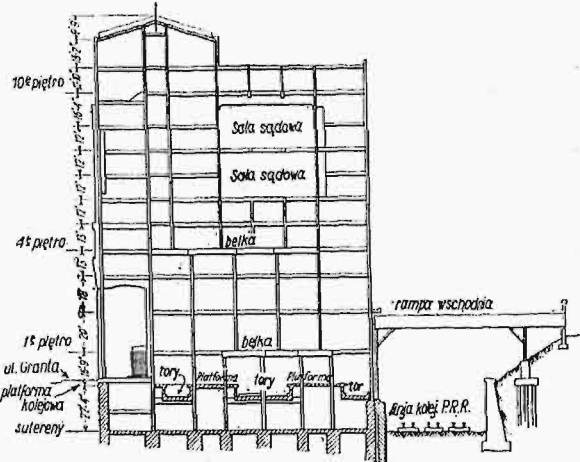


Rys. 1. Widok ogólny gmachu Władz Federalnych i Urzędu Pocztowego.

Położenie budynku dobrano na Urząd Pocztowy bardzo właściwie, gdyż przylega on do głównych arterij miasta. Budynek łączy się z dworcem kolei „Pensylvania Railroad” za pośrednictwem korytarza podziemnego. Ponadto wprowadzono kilka torów do wnętrza budynku, aby ułatwić przyjmowanie i ekspedycję poczty. Budynek ma charakter monumentalny o kształcie urozmaiconym. Składa się z pawilonu głównego wysokości 10 pięter oraz dwóch pawilonów bocznych po 5 pięter wysokości. Pawilony te zaprojektowano tak, aby można było w przyszłości z łatwością dobudować następne 5 pięter do poziomu głównego pawilonu.

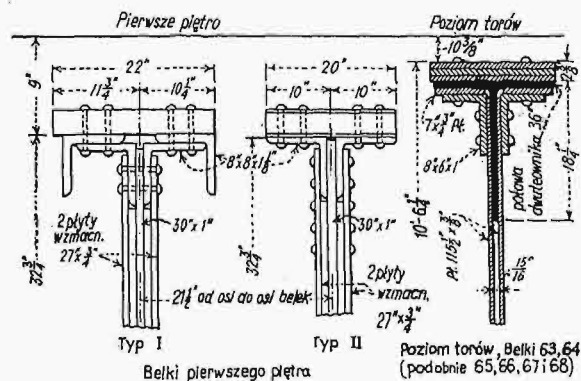
Szkielet stalowy budynku wysokości 3 pięter poniżej i 10 pięter powyżej poziomu ulicy, pochłonął łącznie 14 700 t stali. Konstrukcja szkieletowa budynku okazała się dość skomplikowana ze względu na różnorodne przeznaczenie jego części. Część górna od 4-go piętra wwyż, zawierająca Urząd Federalny, miała układ korytarzowy, przyczem sale sądowe tam umieszczone, spowodowały zmiany w rozmieszczeniu słupów. Część budynku, zajęta przez pocztę (1-sze, 2-gie

i 3-cie piętro) pozwalała na dość regularny układ słupów, który ulegał zaburzeniom na parterze ze względu na tory kolejowe, rampy i t. p. Na pierwszym piętrze ze względów architektonicznych, a także ze względu na ograniczenia skrajni torów kolejowych, poniżej położonych, wypadło zastosować podciągi, niosące słupy, wyjątkowo małej wysokości



Rys. 2. Przekrój pionowy budynku.

ści konstrukcyjnej, mianowicie 92 cm. Niektóre z nich musiały dźwigać słupy, niosące ciężar 10 pięter, dochodzący do 900 t. Zastosowano dwa typy blaszaków, przyczem typ I różni się tem od typu II zwykle używanego blaszaka wzmocnionego, o środku, złożonym z 5 blach i nakładek grubości 6,3 cm, że dodano w pasach kątowniki z jedną półką, umocowaną pomiędzy kątowniki pasa a nakładki, a drugą wiszącą swobodnie. Zmieniając nakładki w typie I od 0 do 5,7 cm, osiągało się zmianę dopuszczalnego momentu od 342 do 625 tm, gdy odpowiadający mu typ II bez dodatkowych kątowników w pasach, przy zmianie nakładek od 0 do 7,6 cm dawał wahania dopuszczalnych momentów od 183 do 528 tm (typ I i II na rys. 3). Słupy ustawiono na grubych płytach stalowych, ułożonych systemem schodkowym, aby nie wyszły poza strefę ogniotrwałą.



Rys. 3. Szczegóły konstrukcyjne blaszaków różnych typów.

Ze względu na konieczność osiągnięcia maksymalnej wysokości sal 3-go piętra, należało możliwie zmniejszyć wysokość podciągów, dźwigających słupy w poziomie 4-go piętra, co osiągnięto, dając podwójne dwuteowniki, zaopatrzone w nakładki. Największy ciężar słupów dźwigowych wynosił 610 t, co odpowiadało dopuszczalnemu momentowi 448 tm.

Szczególne trudności należało pokonać przy umocowaniu zewnętrznych słupów, ustawionych pomiędzy głębokimi wnękami, co powodowało, że belki usztywniające położone były o 73 cm poza osiami słupów. Trudności potęgowały się przez przewody rurowe, biegnące pionowo po obu stronach słupów. Aby rozwiązać to zadanie, wzmocniono końce podciągów pomiędzy belkami, a słupem, stwarzając w ten sposób dostateczną sztywność połączenia. Poza to połączono belki ze słupem zapomocą dwóch prętów, otaczając nimi przewody rurowe, biegnące po bokach.

Na parterze do podciągów niosących tory kolejowe, do przenoszenia obciążenia słupów, oraz na pomostach dużej rozpiętości zewnątrz budynku, zastosowano nowy typ blaszaka, złożony, jako w części zasadniczej, z dwuteownika w środku rozciętego. Rozstawienie w odpowiedniej odległości dwóch takich teowników dało pasy blaszaka. Następnie uchwycono środki teowników dwiema cienkimi blachami pionowymi. Belka w ten sposób skonstruowana, może być następnie wzmocniona zapomocą dodania kątowników lub nakładek w wymaganej ilości. (Eng. News-Rec., 29 paźd. 1931 r., str. 686). W danym razie użyto dodatkowych kątowników i nakładek. Najcięższy słup, przenoszony zapomocą tych podciągów, ważył 1072 t i dawał moment 2720 tm przy rozpiętości belki 15,25 m. Każdy z dwóch blaszaków, stanowiących podciąg, był obliczony na połowę momentu. Aby równomiernie rozłożyć naprężenia na każdą belkę wrzemi mimośrodowego obciążenia podciągu, stosowano specjalne łączniki wiążące i usztywniające (rys. 3).

Specjalne trudności stwarzało zagadnienie odizolowania budynku od wstrząsów i hałasów, powstających podczas ruchu pociągów po torach kolejowych. Brak miejsca uniemożliwiało użycie specjalnych konstrukcji nośnych, zwykle dla torów używanych. Zdecydowano się wobec tego na to, by słupy konstrukcji zasadniczej przenosiły obciążenia, wynikające z ruchu na torach, z zastosowaniem jednak specjalnej izolacji. Na belkach nośnych ułożono grubą płytę żelbetową, a na niej trzy warstwy prasowanego korka grubości 2,5 cm. Na tej izolacji ułożono drugą płytę żelbetową, niosącą tory. Aby uchronić tory od pełzania po warstwie korka, porobiono co 6 m występy, wyłożone warstwą korka, zazębające się z płytą zewnętrzną. Odwodnienie torów uskuteczniło zapomocą podłużnego ścieku, z którego wodę odprowadza się rynienkami, nie będącymi jednak w zetknięciu z płytą zewnętrzną. Podłoże, wyżej opisane, obliczone było jako belka ciągła, oparta na sprężystej podstawie, przy czem zwrócono szczególną uwagę na to, żeby: 1) nie przekroczyć dopuszczalnych naprężeń na ściskanie w warstwie korka, 2) nie przekroczyć naprężeń dopuszczalnych w płytach żelbetowych i 3) obliczyć maksymalny spadek dla torów. W rezultacie największe naprężenia w warstwie korka dochodzą do 0,74 kg/cm<sup>2</sup>, a spadek do 10,3%. (Eng. News. Rec. Nr. 20 z 15 list. 1934 r.).

A. Chmieleński.

## METALOZNAWSTWO

### Sposób równomiernego hartowania dużych pierścieni do łożysk kulkowych.

Przy hartowaniu pierścieni łożysk kulkowych SKF ze stali chromowej (1,0% C, 1,5% Cr, 0,3% Mn i 0,3% Si) w Gothenburgu (Szwecja) napotymano trudności otrzymywania jednorodnego materiału bez miękkich plam, gdy podgrzewano pierścienie w zwykłych piecach gazowych z palnikami dolnymi. Podgrzewanie odbywało się, j. n.: Do pieca o temperaturze hartowania wkładano wprost pierścienie. Przez początkowe 45 minut mieszanka gazu i powietrza była redukująca, — aż materiał ogrzewany osią-

gnął temperaturę pieca. W następnym okresie, zwanym „okresem nasycania” (soaking period), puszczano początkowo duży nadmiar powietrza (prawdopodobnie w celu uniknięcia przegrzania), poczem w mieszance co kilka minut stopniowo obniżano ten nadmiar powietrza, jednak tak, że stale on istniał (choć coraz mniejszy) do końca „okresu nasycania”. Po 25 minutach wyjmowano materiał z pieca i chłodzono go w oleju mineralnym o temp. ok. 50° C. Pierścienie w ten sposób hartowane wykazywały miękkie plamy, co zostało stwierdzone pilnikiem i skleroskopem. Badania mikroskopowe wykazały w tych miękkich plamach budowę troostytową (skutkiem odwęglenia i zendrowania).

Przy badaniach celem uzyskania dobrej budowy martensyticznej dążono do tego, żeby uniknąć wad powyższych bez zmiany dotychczasowych urządzeń ogrzewczych, w których stosunek powietrza do gazu określano na oko z charakteru płomienia, gdyż nie było aparatów kontrolnych. Chodziło więc o to ażeby określić, jakie mieszanki gazu i powietrza stosować w różnych okresach podgrzewania celem otrzymania dobrego materiału hartowanego.

Początkowe próby wykonano w laboratorium, w małym piecyku elektrycznym, gdzie umieszczono rurę, w której znajdowały się próbki cylindryczne z materiału na pierścienie łożyskowe średnicy 3/8" (9,53 mm). Z rurą tą łączono szczelnie przewody gazowy i powietrzny tak, że próbki badane znajdowały się stale tylko w atmosferze spalin z doprowadzonej mieszanki. Gaz, użyty do tego celu posiadał następujący skład chemiczny:

CO — 12,6%, H<sub>2</sub> — 50,6%, CH<sub>4</sub> — 22,6%, C<sub>2</sub>H<sub>6</sub> — 2,9%, CO<sub>2</sub> — 3,2%, O<sub>2</sub> — 0,5%, N<sub>2</sub> — 7,6%.

Próbki te nagrzewano przez 1 godzinę w różnych temperaturach przy różnych szybkościach i stosunkach mieszanki powietrze-gaz. Następnie mierzono głębokość warstwy odwęglonej, oraz ilość zendry przez pomiar ubytku na wadzie po bejcowaniu próbek.

Wyniki były następujące:

Przy nagrzewaniu w temperaturze 760° i wolnym przepływie mieszanki, głębokość warstwy odwęglonej wynosiła max. 0,04 mm, jeżeli stosunek ilości powietrza do ilości gazu w mieszance wyrażał się liczbą od 5 do 7. Gdy ten stosunek był większy od 7 (t. zn. gdy nadmiar powietrza był większy niż siedmiokrotny), wówczas próbki w tej atmosferze nie wykazywały odwęglenia.

Jeżeli natomiast szybkość przepływu mieszanki zwiększano, wówczas odwęglenia nie zauważono już przy nadmiarze powietrza większym niż pięciokrotny.

Przy nagrzewaniu próbek do temp. 860°, przy wolnym przepływie mieszanki — odwęglenie powierzchni wynosiło max. 0,18 mm przy wszelkich stosunkach mieszanki powietrze-gaz, począwszy od czystego gazu, a skończywszy na czystym powietrzu. Przy szybkim natomiast przepływie powietrza, powierzchnia wykazywała odwęglanie tylko wtedy, jeżeli ten stosunek w mieszance był mniejszy od 9. Jeżeli ten stosunek był większy, t. zn. gdy nadmiar powietrza przewyższał ilość gazu więcej niż 9 razy, to powierzchnia nie ulegała odwęgleniu przy szybkim przepływie mieszanki.

Takie wyniki tłumaczy się tem, że jeżeli czyste powietrze przepływa intensywnie, to i reakcja utleniania żelaza przebiega tak szybko, że odwęglenie, które w tym czasie nastąpić, zachodzi w tej warstwie, która jako zendra odpada sama zaś powierzchnia metalu pozostaje nieodwęglona. Gdy tylko jednak znajduje się dostateczna ilość gazu w mieszance, wówczas odwęglenie następuje szybciej od utleniania żelaza i warstwa zendry jest mniejsza, niż warstwa od-



glona, a zatem pod warstwą zendry materiał jest na pewnej głębokości odwęglony.

Z tych doświadczeń wynika ważny wniosek, że w czasie ogrzewania stali w czystym powietrzu nie ma warstwy odwęglonej, natomiast jest pewna ilość zendry. Jeżeli jednak stal ta jest ogrzewana w atmosferze mieszanki, w której znajduje się pewna dostateczna ilość gazu, wówczas warstwa zendry jest cieńsza, powierzchnia metalu zaś jest odwęglona.

Te rezultaty skłoniły fabrykę do prowadzenia podgrzewania w ten sposób, żeby było mało zendry i nie było odwęglenia. A więc po załadowaniu pierścieni do pieca o temp. nieco większej od temp. hartowania (820° C) przez począt-

period). Następnie pierścienie hartuje się w oleju, w którym ta cienka warstwa zendry szybko powstałej odpada.

Hartowanie takim sposobem dało wyniki zadowalające. (Metal Progress, grudzień 1934, zesz. 6, str. 27 — 31.)  
Z. H.

**Dalsze badania nad wpływem atmosfery na zmęczenie metali.**

Jak już stwierdzono, optymalne wartości granicy zmęczenia otrzymuje się nie w otoczeniu powietrznym, lecz w próżni. Szereg przeprowadzonych badań, jak widać z podanej niżej tabeli, wykazał, iż różnice są dość znaczne i sięgają,

TABELA  
Wpływ otoczenia na granicę zmęczenia różnych metali i stopów.

Materiał	Skład	Stan	Warunki wykonania próby na zmęczenie	Granica zmęczenia ton, cal <sup>2</sup>	Stosunek
Armeo-żelazo	0,02% C i 0,03 Mn	normalizowane	na powietrzu	± 12,9	1,00
"	"	"	w próżni	± 13,1	1,02
"	"	wyżarzane	na powietrzu	± 10,7	1,00
"	"	"	w próżni	± 10,9	1,02
Stal miękka	0,13% C	walcowana	na powietrzu	± 13,0	1,00
"	"	"	w próżni	± 13,7	1,05
Stal średnia	0,5% C	walcowana na zimno	na powietrzu	± 20,75—22,75	1,00
"	"	"	w próżni	± 22,25—22,75	1,03
Stal nierdzewna	15% Cr i 0,12% C	hartowana i odpuszcz.	na powietrzu	± 21,75—22,25	1,00
"	"	"	w próżni	± 22,25	1,01
"	17% Cr + 1,2Ni + 0,25% C	"	na powietrzu	± 28,25	1,00
"	"	"	w próżni	"	"
"	18% Cr + 8% Ni + 0,1% C	walcowana na zimno	na powietrzu	± 24,25—25,5	"
"	"	"	w próżni	± 24,25	0,98
Stal Cr-Ni	3,4% Ni + 0,6% Cr + 0,36% C	hartowana i odpuszcz.	na powietrzu	± 35,5	1,00
"	"	"	w próżni	36,5	1,03
Duralumin	4,25% Cu + 0,64Mg + 0,82% Fe	walcowany	na powietrzu	± 6,75—9	1,00
"	"	"	w próżni	8,25	1,05
Elektron	2,46% Al	"	na powietrzu	5,25—6,00	1,00
"	"	"	w próżni	"	"
Miedź	99,96% Cu + 0,04% O <sub>2</sub>	wyżarzona	na powietrzu	± 4,35	"
"	"	"	w próżni	4,9	1,13
"	"	"	na powietrzu	4,45	1,00
"	"	"	w próżni	4,95	1,11
"	"	"	w suchym powietrzu	4,85	1,09
"	"	"	powietrze nasyczone parą	"	"
Miedź wolna od tlenu	99,95% Cu	ciągniona	na powietrzu	4,50	1,01
"	"	"	w próżni	4,35	1,00
Miedź odtleniona fosforem	99,96% Cu + 0,018% P	"	na powietrzu	4,60	1,06
"	"	"	w próżni	4,40	1,00
Miedź z tlenkiem miedzi	99,92% Cu + 0,037% O <sub>2</sub>	"	na powietrzu	4,50	1,02
"	"	"	w próżni	4,50	1,00
Mosiądz	69,85% Cu + 30,11% Zn	wyżarzony	na powietrzu	4,75	1,06
"	"	"	w próżni	7,25	1,00
"	"	"	na powietrzu	9,15	1,26
"	"	"	w próżni	7,55	1,00
"	"	"	w suchym oczyszcz. powietrzu	9,30	1,23
"	"	"	w wilgotn. pow.	7,95	1,05
Miedź-Nikiel	78,92% Cu + 20,61% Ni	"	na powietrzu	7,45	0,99
"	"	"	w próżni	8,1	1,00
Ołów	99,99% Pb	ciągniony	na powietrzu	0,17	"
"	"	"	w próżni	0,38	2,24

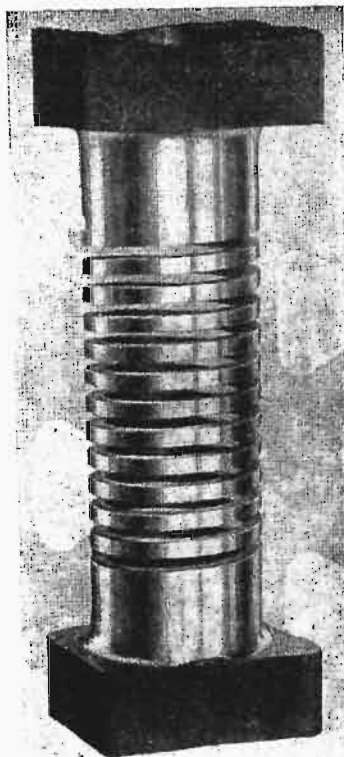
kowe 25 minut utrzymywano stale płomień redukujący przy dość dużej zawartości gazu (w celu podgrzania dużej masy materiału), potem zaś, gdy pierścienie osiągnęły temperaturę pieca, ograniczano znacznie objętość doprowadzanej mieszanki (przy zachowaniu tego samego stosunku pow.-gaz.). W tym okresie więc temperatura wolno wzrasta do temp. hartowania (860°C) przez 35 minut (okres nasycania). Ilość zendry, w tym okresie wytworzona (zgodnie z wyżej przytoczonymi próbami), była niewielka, jednak pod jej warstwą powierzchnia pierścieni odwęgliła się. Zatem w celu utlenienia tej powierzchni odwęglonej w ostatnim okresie przez 5 minut puszczano bardzo silny dmuch powietrza (blowing through

jak w wypadku ołowiu, do 1,24%). W. H. J. Vernon ze zjawiskiem zmęczenia korozyjnego na powietrzu łączy znane zjawiska sezonowych pęknięć w mosiadcach.

E. P.

**Pomysłowa reklama jakości żeliwa.**

Nieodzownym warunkiem skutecznej reklamy w prasie jest, jak wiadomo, zwrócenie uwagi czytelnika i zainteresowanie go ilustracjami oraz treścią artykułu. Mimo, że na pozór wydaje się to łatwym i zrozumiałym, urzeczywistnienie tej zasady nastęrcza często wiele trudności. Jak n.p. podkreślić w ogłoszeniu dobroć żeliwa, jednorodność budo-



Rys. 4.

t. m.

## LISTY DO REDAKCJI

### Nieporozumienia elektryfikacyjne.

P. inż. *Bruski-Kasyna* w „Przeglądzie Elektrotechnicznym” (Nr. 5 z r. b.) polemizuje z autorami artykułów o elektryfikacji kolei żelaznych, którzy zabierali głos w ciągu ubiegłego roku w prasie technicznej i ogólnej. Jak się zdaje, autorowi chodzi głównie o usprawiedliwienie elektryfikacji kolei Kraków — Zakopane.

Najodpowiedniejszą drogą do tego celu byłoby obiektywne podanie, choćby tylko w grubych zarysach, podstaw projektu, kosztorysu i porównawczej oceny trakcji parowej i elektrycznej. Zamiast takiej przekonywującej wykładni, w „Liście do Redakcji” mamy nieco wywodów, wyjętych z projektu, które, jako podane bez uzasadnienia, budzą wątpliwości, — pozatem zaś ogólniki mało mówiące.

Powszechnie są znane zalety napędu elektrycznego, pozwalające na przeciążenie silnika w porównaniu z jego normalną mocą. Tego w parowozie osiągnąć nie można. Dzięki tej własności napędu elektrycznego możemy jechać na wzniesieniach z szybkością większą niż przy trakcji parowej i prędzej osiągnąć szybkość normalną przy ruszaniu z miejsca. Autor przemilcza jednak, że uzyskanie tych zalet napędu elektrycznego kosztuje bardzo drogo i że dlatego korzystanie z elektryfikacji kolei wymaga uzasadnienia przez wskazanie, jakie istotne potrzeby ruchu zmuszają do elektryfikacji i do nakładania za to na pasażerów powiększonych kosztów taryfy.

Żeby przyciągnąć do Zakopanego jaknajwięcej turystów, a o to głównie chodzi, ważniejszą rzeczą jest dać im możliwie tania taryfę, niż zwiększyć szybkość przejazdu. Według p. *Bruskiego-Kasyna*, przy trakcji elektrycznej można zaoszczędzić w porównaniu z pociągiem pośpiesznym parowym tylko 30% czasu (z Krakowa do Zakopanego jechać 2 godz. 40 min. zamiast 3 godz. 50 min.). Elektryfikacja może być potrzebna między ośrodkami wielkich interesów lub konkurujących ze sobą miejscowości, które skupiają turystów z całego świata. Do tych kategorii Zakopane nie należy, a jego znaczenie można prędzej podnieść zapomocą niskiej taryfy pasażerskiej, niż przez podwyższenie jej, które będzie nieuniknione w razie elektryfikacji. Elektryfikacja zamiast pożytku może przynieść Zakopanemu szkodę.

W porze zimowej trakcja elektryczna, jako nie mająca w sobie źródła opalania wagonów, będzie znacznie droższa od parowej. W porze ciepłej należy także liczyć się z większymi kosztami. Koszty inwestycyj na: przystosowa-

wy, dobre własności mechaniczne i t. p. Można to zrobić oczywiście zapomocą tabel liczbowych lub wykresów, których przestudjowanie będzie jednak dla czytelnika dość nużące. Ostatnio jedna z wylówni zagranicznych opracowała pomyslową reklamę jakości wyrobianego przez siebie żeliwa, której ilustrację podajemy na rys. 4. Umieszczony obok tej ilustracji tekst zawiadamiał, że sprężyna średnicy 75 mm została wytoczona z bloku żeliwa o nadzwyczaj jednorodnym składzie i drobnej budowie, nie posiadającego absolutnie miejsc porowatych, które uniemożliwiałyby wykonanie przedmiotu. (La Revue de Fonderie, Mod. 10.I. 1935).

nie torów do trakcji elektrycznej, budowę przewodów lub trzeciej szyny, — podstawę (w przypuszczeniu, że prąd będzie otrzymywany z istniejących elektrowni), — nabycie lokomotyw i motowozów elektrycznych z jednoczesnym skreśleniem z inwentarza taboru istniejącego — wymagają jednorazowego wydatku, który warto ponieść o tyle, o ile kalkuluje się w eksploatacji. Z tego, co autor mówi, wynika, że można zaoszczędzić martwą wagę lokomotywy i to nie ulega wątpliwości, jeżeli chodzi o tender, lecz właśnie teraz na szlaku Kraków — Zakopane są uruchomione lokomotywy bez tendra. Natomiast zapewnienie, „że ogólne koszty eksploatacji nie będą wyższe przy ruchu elektrycznym, aniżeli przy obecnej trakcji parowej” — jest gołosłowne i więcej, niż wątpliwe.

Należy przypomnieć, że p. inż. *Bruski-Kasyna* w Nr. 7 „Inżyniera Kolejowego” z r. 1933, str. 166, stwierdził, że „wobec słabej ogólnej elektryfikacji kraju nie będzie w pierwszych okresach żadnej oszczędności na węglu” i podał cyfry, ilustrujące to twierdzenie. Ponieważ elektryfikacja drogi Kraków — Zakopane nie może liczyć na to, że stanie się kiedykolwiek częścią elektryfikacji większej sieci kolejowej, przeto powyższe określenie „w pierwszych okresach” trzeba zastąpić określeniem „nigdy”. Autor, wbrew temu, co pisał w r. 1933, podaje obecnie (str. 149, łam 2) wręcz odwrotne wywody.

Możnaby jeszcze myśleć o elektryfikacji tego krótkiego szlaku, gdyby była nadzieja, że ulegną jej inne szlaki, choćby tylko w granicach okręgu Dyrekcji Krakowskiej, lecz sama w sobie byłaby ona szkodliwym nowotworem w organizmie tej Dyrekcji i całej sieci P. K. P., — szkodliwym nie tylko pod względem kosztów węgla.

Utworzenie, w Dyrekcji Krakowskiej nowej kategorii nadzoru technicznego, — nowych zabiegów w celu zapewnienia zapasu części zamiennych i specjalnej naprawy oraz specjalnego układu osobowego, stałoby się źródłem nowych wydatków eksploatacyjnych, które spadłyby brzemieniem dodatkowym na koszty własne i taryfę przewozową. Elektryfikacja szlaku Kraków — Zakopane wprowadziłaby oprócz tego dezorganizację w gospodarce parowozowej.

W ciągu dziesiątków lat woziliśmy na tym szlaku pociągi osobowe i towarowe „samowarkami”, które nawet w podwójnej trakcji nie odpowiadały zadaniu. Następnie były zbudowane lokomotywy górskie. Wreszcie P. K. P. zdobyły się na bardzo dobry typ pięciosiowej lokomotywy górskiej bez tendra (OKz 32), która odpowiada celowi. Nie wymaga mocniejszego toru niż obecny. Elektrowóz, jak to wzmiankuje p. *Bruski-Kasyna*, wymaga wzmocnienia i przeróbki toru. Nowy 5-cioosiowy tendrak górski pozwala sprawnie obsłużyć pociągi osobowe ciężkie i szybkie o taryfie normalnej. Takich nowych lokomotyw P. K. P. posiada 20.

Właśnie obecnie, kiedy Ministerstwo Komunikacji pomyślnie rozwiązało dawno dojrzałe zadanie trakcyjne, p. inż. *Bruski-Kasyna* doradza kolejnictwu przeskoczyć przez trakcję parowozową, która ma przed sobą nieograniczoną przyszłość, — i zastąpić trakcję parową przez elektryczną a pracę fabryk parowozowych, które są doskonale zorganizowane i pracują tworzywem wyłącznie krajowym, przez pracę przemysłu elektrotechnicznego, który w zakresie budowy elektrowozów nie ma u nas żadnej przeszłości i potrzebuje tworzywa obcokrajowego (dużo miedzi i izolacji). Nie można tego nazwać poważną radą techniczną — przemysłową.

Ze wszystkiego, co powiedziałem, wynika pytanie, kum elektryfikacja ta przyniosłaby pożytek, z wyjątkiem przedsięwzięcia, o ileby zresztą skarb państwa wziął na się gwarancję jego zysku. Polska jest za biedna, żeby elektryfikować chociażby tylko cząstkę sieci dla parady i z nieuniknionym ryzykiem deficytu.

O tendencyjności wywodów autora świadczy ominięcie w nich ujemnych stron elektryfikacji szlaku Kraków — Zakopane, które, co do najważniejszych momentów, wyraził przytoczyłem.

Autor pragnie „sprostować niektóre poglądy, pojawiające się ostatnio coraz częściej”, a dotyczące stosunku elektryfikacji do motoryzacji i nawet „poprostu trakcji parowej” (str. 117, łam 2), lecz sprostowania takiego nie dać uważa również, że „błądząc w labiryncie zupełnie nierozprzecznych między sobą ujęć i tez, niefachowy czytelnik mógł dojść do wniosku, że elektryfikacja kolei głównych w Polsce jest dziedziną technicznie zupełnie jeszcze nie dojrzałą” (str. 117, łam 1) i temu wnioskowi sam się przeciwstawia, lecz go swoim listem nie rozprasza, a przeciwnie potwierdza.

Pomimo to, na następnej stronie twierdzi, że gdyby była rozpatrywana elektryfikacja wyłącznie tylko ruchu podmiejskiego i gdyby było postanowione, że elektryfikacja poza zakreślony pierwszy program nigdy nie będzie rozszerzona, to wiadomo, czy zamiast prądu stałego o napięciu 3000 V, wybranego przez specjalną komisję, na podstawie wieloletnich studiów, nie byłby korzystniejszy n.p. prąd stały o napięciu 1500 V, a może nawet 750 V.

Dalej zaś mówi autor, że zasady projektu, przyjęte przez Radę Techniczną Ministerstwa Komunikacji, wymagały ustalenia takiego systemu, który nadawałby się zarówno dla ruchu podmiejskiego, jak i umożliwiał rozszerzenie na dalsze przestrzenie elektryfikacji ruchu osobowego i towarowego.

Z tego wynika, że uchwała zasadnicza, co do wyboru prądu, powzięta była w przekonaniu, że elektryfikacja obejmie prócz podmiejskich, dalsze przestrzenie. Nie przewidziano, że elektryfikacja może się ograniczyć do ruchu podmiejskiego i węzłowego. Sam p. *Bruski-Kasyna* już wy-suwa napięcia 1500 i 750 V, zamiast 3000 V (str. 118, tam 1).

Czy taki stan rzeczy nie jest stanem „sprzecznych ujęć i tez”, wśród których każdy fachowy i niefachowy czytelnik musi dojść do wniosku, że elektryfikacja kolei w Polsce jest dziedziną pod względem ujęcia technicznego niedojrzałą?

Trzeba wyraźnie powiedzieć, że nietylko sieć P. K. P. w całości, lecz poszczególne, najruchliwsze jej linie nie mają, z wyjątkiem objętości ruchu, żadnych innych atutów technicznych i ekonomicznych, które czynią te linie dojrzałymi do elektryfikacji, nie wyłączając takich lokalnych linii, jak Kraków — Zakopane. Oprócz tego trzeba stwierdzić, że ujęcie zagadnienia elektryfikacji kolei polskich w niektórych instytucjach publicznych, a także w prasie jest praktycznie słabe. Tylko zaś elektryfikacja węzła warszawskiego jest pod każdym względem słusznie zrozumiana i dobrze ujęta.

Inż. Al. P.

✱

#### Sprostowania sprawozdania.

„W sprawozdaniu z cyklu wykładów o budownictwie stalowym, pomieszczone w „Przeglądzie Technicznym” Nr. 3 z dnia 13 lutego b. r. zaszło kilka nieścisłości w odniesieniu do moich wykładów.

Przedewszystkiem nigdy nie powiedziałem, że istnieją jakiegokolwiek „zarzuty” w stosunku do spawania przy montażu pod względem „trudności wykonania”. Wręcz przeciwnie, podkreśliłem wyraźnie, że spawanie wykonać można nieraz w takich warunkach, w jakich nitowanie jest niemożliwe. Trudności żadnych nie widziałem i nie widzę pod tym względem dla firmy, należycie urządzonej, „Ostrożności”, jakie przy tem „należy przedsięwziąć”, odpowiadają „ostrożnościom”, koniecznym przy każdej budowie inżynierskiej. Wreszcie zaś zaznaczyłem, że uważam spawanie na montażu (nietylko w warsztacie) za najzupełniej pewne, jeżeli wykonywa je odpowiednia i należycie urządzona firma. Dowodzi tego mnóstwo konstrukcji spawanych w kraju i zagranicą.

Pragnę dodać, że istnieją już dzisiaj firmy, które uchylają się od nitowania na budowie, jak to miało miejsce przy obecnie wykonywanej dużej konstrukcji szkieletowej stalowej w Polsce.

Stefan Bryła.

✱

#### W sprawie artykułu w zesz. jubileuszowym.

P. prof. S. *Kunicki* wyraził żal z powodu niezamieszczenia wzmianki o jego pracach w artykule moim p. t. „Rzut oka na zagadnienia Budownictwa Lądowego z perspektywy 60-cio letniej działalności piśmienniczej Przeglądu Technicznego”, wydrukowanym w numerze jubileuszowym 1934 r. Uprzejmie komunikuję, że pominięcie to nastąpiło wskutek ograniczenia miejsca przez Redakcję, która m. in. usunęła z mojego artykułu cały dział, traktujący o statyce budowli, gdzie były przytoczone prace pp. profesorów *M. Thulliego*, *W. Paszkowskiego*, *H. Czopowskiego*, *M. Hubera*, *L. Karasińskiego* i innych zasłużonych autorów.

Wacław Żenczykowski.

## KRONIKA

### IX Walne Zebranie Stowarzyszenia Inżynierów Mechaników Polskich.

W dniu 28 lutego r. b. odbyło się w gmachu Stow. Techników Pol. w Warszawie IX Walne Zebranie S. I. M. P.—Zebranie zagaił Prezes Stowarzyszenia, inż. *W. K. Wierzejski*, poczem przewodnictwo objął prof. *S. Plużański*.

Zarówno w sprawozdaniu Zarządu, złożonym przez sekretarza generalnego Stowarzyszenia, inż. *A. Stulgińskiego*, jak i w sprawozdaniach poszczególnych sekcji, składanych przez ich przewodniczących, zarysował się wybitny postęp w rozwoju Stowarzyszenia w roku ostatnim. Ilość członków wzrosła trzykrotnie. W odczytach, organizowanych systematycznie w Warszawie i poza Warszawą, wzięło udział zgórą 2000 uczestników. Przekształcono dotychczasowy organ Sekcji Warsztatowej Stowarzyszenia, p. n. „Mechanik” na organ całego Stowarzyszenia, p. n. „Przegląd Mechaniczny”.

Stowarzyszenie poświęciło dużo pracy sprawie powołania do życia Naczelnej Organizacji Inżynierów R. P., mającej ogarnąć wszystkie polskie stowarzyszenia inżynierskie. Program dalszej pracy Stowarzyszenia podkreślił wiceprezes, inż. *W. Moszyński*. W dalszym ciągu zebrania mjr. *Jakubowski* zreferował projekt nowego Statutu Stowarzyszenia, uwzględniającego tworzenie oddziałów i kół prowincjonalnych.

Na zakończenie odbyły się wybory nowych Władz Stowarzyszenia z prezesem inż. *W. K. Wierzejskim* i wiceprezesami inż. inż. *W. Moszyńskim* i *E. Oską* na czele.

### Warszawskie Tow. Politechniczne.

Na zebraniu naukowym w dniu 2 marca b. r., pod przewodnictwem Prezesa Tow., prof. dr. *M. T. Hubera*, prof. dr. *W. Wierzbicki* wygłosił referat o pracy własnej p. t.:

„Zadania z teorii ram, luków i krat”.

Na wstępie prelegent wyjaśnił znaczenie omawianego podręcznika dla systemu nauczania Wytrzymałości Materiałów i Statyki Budowli oraz określił stosunek podręcznika do podręczników, dawniej ogłoszonych przez siebie: „Mechaniki Budowli” (1929) i „Zadań ze statyki belek prostych” (1933). Prelegent zaznaczył w szczególności, że, o ile w tej drugiej książce był zrobiony wyraźny nacisk na rozmaitość stosowanych metod obliczeń statycznych, o tyle w podręczniku, obecnie referowanym, chodzi przede wszystkim o podkreślenie charakterystycznych właściwości pracy poszczególnych typów budowli.

Praca podzielona jest na 3 działy, odpowiadające omawianym w niej typom budowli, a działy na paragrafy, odpowiadające poszczególnym typom zagadnień statycznych, jak wyznaczenie odkształceń, wyznaczenie wielkości nadliczbowych, wyznaczenie reakcji i t. p. Wszystkie zadania posiadają rozwiązania, przyczem, dla uniknięcia powtórzeń, rozwiązania są traktowane nie zawsze jednakowo wyczerpująco.

Dział I, poświęcony ramom, obejmuje zadania na ramy prostokątne, trójkątne, wieloboczne, wieloprzęsłowe i wielopiętrowe. Przy omawianiu metod obliczenia ram prelegent obszerniej omówił metodę ognisk (Die Methode der Festpunkte), przyczem dał wyraz pogładowi, że metoda ta daje przeważnie rozwiązania bardziej złożone, niż inne metody.

Z zakresu ramownic przestrzennych omówił prelegent tylko zasadnicze typy zagadnień, będąc zdania, że konstrukcje tego rodzaju są zbyt skomplikowane, aby być traktowane w normalnym kursie akademickim. Dział luków (dział II podręcznika) zawiera zadania z luków kolistych i parabolicznych, z luków o stałym i zmiennym przekroju poprzecznym, z luków ciągłych i t. d.

Dział III, dotyczący krat, obejmuje wyznaczenie sił w prętach kratownic, statycznie niewyznaczalnych oraz ich linie wpływowe, kratownice, statycznie niewyznaczalne wewnętrznie i zewnętrznie, oraz odkształcenia kratownic.

W dyskusji nad referatem brali udział prof. *H. Czopowski*, prof. *M. T. Huber*, inż. *H. Wąsowicz* oraz prelegent.

### Stow. Elektryków Polskich.

Dn. 3 b. m. odbyło się otwarcie i poświęcenie nowego lokalu Stowarzyszenia Elektryków Polskich przy ul. Królewskiej 15.

Inż. *Jan Obrąpalski*, prezes S. E. P. wygłosił przemówienie, w którym powitał przedstawicieli władz, organizacji, prasy oraz członków Stowarzyszenia. Następnie sekretarz jeneralny inż. *Józef Podolski* dał ogólny obraz rozwoju instytucji elektrotechnicznych.

Wreszcie zwiedzono nowy lokal Stowarzyszenia, składający się z 18 pokoiów, w których m. in. mieści się: laboratorium badawcze, sala odczytowa, biblioteka, biuro projektów oświetleniowych, biuro techniczne, redakcja „Przeglądu Elektrotechnicznego” (dwutyg.), redakcja „Wiadomości Elektrotechnicznych” (miesięcznik), biuro Stowarzyszenia i in.

#### Cukrownictwo w Polsce.

W dn. 18 ub. m. w lokalu Instytutu Przemysłu Cukrowniczego w Warszawie odbyło się pod przewodnictwem Prezesa *L. Nowakowskiego* zebranie Oddziału Warszawskiego Związku Kierowników Cukrowni Rzeczypospolitej Polskiej.

Tematem obrad zebrania były następujące sprawy: 1) zasady nowego porozumienia przemysłu cukrowniczego, 2) dalsze używanie worków lnianych do opakowania cukru, 3) stosowanie suchej zaprawy, zwanej „buraczakiem”, do bejcowania nasion buraczanych, 4) uproszczenie formalności zgłaszania wypadków przy pracy, 5) statystyka spożycia cukru w styczniu r. b. Powyższe sprawy referowali: Przewodniczący zebrania oraz Dyrektor Związku Cukrowni, p. *J. Iwasiewicz*.

W dn. 19 ub. m. w lokalu Stow. Techn. Pol. w Warszawie odbył się przy udziale około 250 osób doroczny zjazd Koła Techników - Cukrowników. Na przewodniczącego zebrania został wybrany Admin. *J. Rosiński* z Przeworska, na sekretarza Inż. *St. Izdebski*. Na zjeździe wygłoszono następujące referaty: Dyr. *St. Słowiński* „Gospodarka energetyczna w cukrowniach w okresie pokampanijnym”, Dyr. *St. Lewicki* „Jak pracują cukrownie w Polsce”, Inż. *W. Rosiński* „Kontrola gotowania cukrzyc zapomocą przewodnictwa elektrycznego” i Inż. *St. Hulanicki* „Zasady filmu dźwiękowego”.

Referaty wywołały wielkie zainteresowanie uczestników zebrania, o czym świadczyła ożywiona dyskusja.

St. I.

## ŻYCIE STOWARZYSZENIA

### TECHNIKÓW POLSKICH w WARSZAWIE

#### Z SALI ODCZYTOWEJ

Dn. 22 lutego r. b. p. prof. *St. Ziemięcki* wygłosił odczyt p. t.: „Ciężka woda i ciężki wodór”.

Po wstępnym omówieniu dróg, na jakich nastąpiło odkrycie ciężkiej wody, przedstawił prelegent nowoczesne metody określania ciężarów atomowych. Układ *Mendelejewa* posiadał szereg miejsc wątpliwych wyrażających się niezgodnością miejsca z ciężarem atomowym, które to niezgodności udało się dopiero ostatnio wyjaśnić. Prof. *Ziemięcki* omówił obecne poglądy na budowę atomu, oraz wyjaśnił zgodność miejsca porządkowego pierwiastka z liczbą elementarnych ładunków elektrycznych, skupionych w atomie. Dalej omówił prelegent możliwości rozbijania jądra atomowego oraz wytrącania elektronów z orbit ich krążenia. Przechodząc do właściwego tematu odczytu zaznajomił prelegent słuchaczy z metodą *Astona* segregowania atomów w rurze poziomej, zapomocą której udało się dowieść, że w rzeczywistości istnieje cały szereg pierwiastków w odmianach izotopowych o różnych ciężarach atomowych całkowitych, których zmieszanie powoduje właśnie ułamkowe liczby ciężarów, uzyskiwane przy pomiarach dotychczasowych. Między innymi doświadczalnie udało się wówczas dowieść istnienia dwóch izotopów ołowiu o ciężarze atomowym 208 i 206, jakie już przewidywano teoretycznie. Łącznie z powyższymi badaniami i stwierdzeniem istnienia ciężkiego wodoru, zaczęto poszukiwać ciężkiej wody, t. j. związku wymienionego wodoru z tlenem. W r. 1932 *Jurey* metodą odparowywania wydzielił pierwszy raz ciężką wodę, poczem jednak znaleziono metodę lepszą elektrolizy nadkwaszonej wody. Dla otrzymania jednak 1 cm<sup>3</sup> ciężkiej wody trzeba było poddać elektrolizie 100 litrów wody zwykłej, zużywając 1000 kWh. Ostatnio jednak kraje, mające do dyspozycji bardzo taną energię elektryczną, a więc n.p. Norwegia, produkują ciężką wodę za cenę około 13 zł. za 1 cm<sup>3</sup>. Ciężki wodór, posiadający masę atomową o 100% większą od zwykłego, powoduje powiększenie gęstości wody o 10%, przyczem ze względu na odmienne własności chemiczne nadano mu symbol D. Na zakończenie prof. *Ziemięcki* omówił działanie ciężkiej wody na organizmy żywe. Doświadczenia wykazały, iż woda ciężka niema własno-

ści trujących, a jej specjalny wpływ należy tłumaczyć raczej dużym współczynnikiem lepkości.

W ożywionej dyskusji zabierali głos między innymi pp.: prof. *Radziszewski* oraz inż. *Kączkowski*.

\*

**Koło Inżynierów Dróg i Mostów.** W dn. 18.II, zamiast zapowiedzianego odczytu inż. *Tylbora*, odbył się odczyt inż. *Jakowlewa* p. t. „Wzmocnienie fundamentów w gmachu P. K. O. w Warszawie”.

Wyszedł z druku Nr. 14 „Biuletynu Koła Inżynierów Dróg i Mostów”. Numer zawiera: kronikę, komunikaty Zarządu, zawiadomienie o wycieczce na Górny Śląsk w dn. 9 — 12 marca b. r. i ankiety. Koledzy, którzy nie otrzymują zawiadomień K. I. D. M. proszeni są o podanie swych adresów do Koła.

Agendy K. I. D. M. urzędują w poniedziałki g. 20 — 22 w lokalu Stow. Techn. Polskich. Redaktor: inż. *Andrzej Nowicki*.

\*

**Koło Wodno-Meljoracyjne.** Na zebraniu członków Koła w dn. 22 lutego r. b. wygłosił prof. *Cz. Skoźnicki* odczyt „O meljoracjach rolnych we Włoszech”. Inwestycje rolne wysunięto we Włoszech na plan pierwszy w związku z tendencją do samowystarczalności w dziedzinie produkcji rolniczej, a jednocześnie, jako czynnik, zwalczający bezrobocie i łagodzący skutki zahamowania emigracji. Hasło Mussoliniego „Battaglia del Grano” (walka o ziarno) zostało wcielone w wielki plan, obejmujący całokształt tego zagadnienia i realizowany następnie z dużym nakładem środków finansowych, energii i wytrwałości. Program meljoracyjny obejmuje nie tylko sprawy, związane z uregulowaniem stosunków wodnych gleby, lecz również komunikacje, parcelację odwodnionych terenów i bagien, zabudowania gospodarcze, zaopatrzenie kolonistów w narzędzia, oraz kompleks odnośnych zagadnień ekonomiczno-społecznych i t. d.

Meljoracje ochronne, mające charakter robót podstawowych, są wykonywane na koszt państwa, inne — przy udziale państwa w wysokości 80%. Ciekawe są również dane liczbowe. Obszar meljorowany obejmuje 4 300 000 ha z czego 35% przypada na roboty ochronne, a 65% na szczególne. Z tego wykonano już całkowicie około 45% programu. Koszty, licząc od r. 1870, wynoszą 5% miliardów lirów, z czego 4 miliardy wydatkowano w ciągu ostatnich lat 10-ciu. Na koszty składają się, prócz robót wodno-meljoracyjnych, zabudowania gospodarcze, drogi, zalesienie stoków i t. p.

Odczyt był ilustrowany obficie przezroczami.

\*

**Koło Inżynierów Cywilnych.** Dn. 9 marca r. b. odbyło się z wytkie miesięczne zebranie Koła, na którym inż. *M. Popiel* wygłosił odczyt p. t.: „Nowoczesne ujęcie zagadnienia ciepła w budynku”.

W odczycie powyższym prelegent zobrazował badania powojenne, prowadzone w pracowniach europejskich i amerykańskich nad przewodzeniem ciepła przez różne ciała, nad stratami ciepła przez ściany o różnych konstrukcjach, nad oporami przenikania ciepła przez różnorodne materiały i ich zespoły. Zestawiając wyniki doświadczeń profesorów *Kreuger'a*, *Schoentjes'a* i *Brugge*, prelegent wskazał na zbyt ni optywizm rezultatów prof. *Kreuger'a*, spowodowany zdaniem mówcy, niewłaściwym sposobem wykonania badań eliminującym zupełnie straty ciepła wskutek konwekcji wywołanej przez deszcz i wiatr.

Następnie prelegent omówił zagadnienie magazynowania ciepła przez konstrukcje budowlane i wskazał na ważkość tego zagadnienia dla małych domków, oddzielnie stojących.

Ożywiona dyskusja nad tematami, poruszonemi w odczycie, oraz nad zagadnieniem rozchodzenia się dźwięku w budynku zakończyła zebranie.

m. p.

## SPROSTOWANIE

W artykule prof. *A. Rożańskiego* p. t. „Bezpieczeństwo urządzeń przeciw powodziom...” w zeszyte 4-ym na str. 69; łam 1, wiersz 25 od góry, zamiast „budowały” powinno być „badały”; łam zaś 2, wiersz 13 od góry, zamiast „1:3” powinno być „1:3”. W zeszyte 5-ym przedstawiono rysy pod rys. 7 i 8.