

CZASOPISMO TECHNICZNE

ORGAN TOWARZYSTWA POLITECHNICZNEGO WE LWOWIE.

Rocznik XXVI.

Lwów, dnia 10 lutego 1908.

Nr. 3.

TREŚĆ: Władysław Skwarczyński: Wysokie kominy fabryczne (Ciąg dalszy). — Dr. Karol Wątorrek: Nawierzchnia poprzeczna pod działaniem sił pionowych. — Inż. Wiktor Łuczaków: Wycieczka naukowa Wydziału Inżynierii lwowskiej Szkoły politechnicznej przez nowe koleje alpejskie do Tryestu. — Memoriał Towarzystwa Politechnicznego w sprawie nadzoru kotłów parowych. — Sprawozdania z literatury technicznej. — Wiadomości osobiste. — Rozmaitości. — Od Redakcyi.

Wysokie kominy fabryczne.

Opracował Władysław Skwarczyński, c. k. radca budownictwa.

(Ciąg dalszy).

Z tablicy tej widać, że moment M_a jest początkowo odjemny, maleje i schodzi do zera pod poz. 8., odtąd dalej staje się dodatni i wzrasta aż do końca.

Moment M_b jest stale odjemny i wzrasta liczebnie.

M_c jest stale dodatni i maleje początkowo aż do poz. 7, następnie wzrasta aż do poz. 9 włącznie, gdzie spada z punktem wmurowania A , gdyż $x=0$, poczem wprawdzie dalej wzrasta szybko, atoli nie ma już wcale wartości rzetelnej, gdyż odjemny teraz odstęp x pada na przeciwną stronę punktu wmurowania A poza obręb długości l belki.

Wzajemny stosunek bezwzględnych wartości momentów jest taki, że początkowo $M_a > M_c > M_b$ aż do poz. 4, gdzie $M_b = M_c$; pod poz. 5 moment $M_a = M_b$, a $M_c = \frac{1}{2} M_a$, odtąd też M_b jest największe aż do poz. 12, gdzie wreszcie $M_b = M_c$, a dalej aż do końca $M_c > M_b > M_a$.

Oddziaływanie R na oporze wmurowania A maleje od początku aż do poz. 9, gdzie schodzi do zera; odtąd dostaje znak odjemny i wzrasta liczebnie bardzo znacznie. Oddziaływanie O_2 na wolnej podporze jest zawsze dodatnie i wzrasta stale, przybierając na końcu bardzo znaczne wartości. Stosunek wzajemny obu oddziaływań jest stale $O_2 > R$.

Ciekawy jest również sposób wzajemnej zawisłości momentów i oddziaływań na oporach w miarę tego, czy wolne podparcie B oddala się lub przybliża do oporu wmurowania A . Wytrzymałość belki — wśród równych zresztą warunków — okazuje się najkorzystniejszą, gdy odstęp obu punktów podparcia $m = 0.710102l$, względnie $l - m = 0.289898$; w tym przypadku bowiem wartość największego momentu jest stosunkowo najmniejszą. Tam zatem, gdzie od nas zależy położenie punktu wolnego podparcia B względem punktu wmurowania A , wybierzemy — rozumie się — wartość m równającą się lub zbliżoną według możliwości do powyższej granicy.

Zanim jednak zrobimy użytek z tego, potrzeba dla zaokrąglenia całości zająć się jeszcze nieco linią ugięcia, przedstawioną równaniem 94)

$$y = -\frac{1}{EJ} \left[\frac{1}{2} \left(O_2 m - \frac{pl^2}{2} \right) x^2 + \frac{1}{6} (pl^2 - O_2) x^3 - \frac{1}{24} px^4 \right]$$

Po podstawieniu wartości z równań 86) i 89) będzie

$$y = -\frac{1}{EJ} \left[\frac{1}{2} M_a x^2 + \frac{1}{6} R x^3 - \frac{1}{24} p x^4 \right] \quad 114)$$

Celem wyprowadzenia wzoru na największą strzałkę linii ugięcia, opieramy się na tem, że w miejscu największego wygięcia $\frac{dy}{dx} = 0$, a zatem zróżniczkujemy powyższe równanie

$$\frac{dy}{dx} = -\frac{1}{EJ} \left[M_a x + \frac{1}{2} R x^2 - \frac{1}{6} p x^3 \right] = 0, \text{ czyli}$$

$M_a x + \frac{1}{2} R x^2 - \frac{1}{6} p x^3 = 0 = M_a + \frac{1}{2} R x - \frac{1}{6} p x^2$ dalej $px^2 - 3Rx = 6M_a$, $x^2 - \frac{3R}{p}x = \frac{6M_a}{p}$ a z tego równania kwadratycznego wyznaczmy wreszcie

$$x = \frac{3R}{2p} \pm \sqrt{\left(\frac{3R}{2p}\right)^2 + \frac{6M_a}{p}} \text{ ostatecznie}$$

$$x = \frac{1}{2p} \left[3R \pm \sqrt{9R^2 + 24M_a p} \right]$$

Z tego widać, że x w tej formie, lub po podstawieniu wartości na R i M_a z równań 96) i 100) będzie mieć dwie wartości

$$x_1 = \frac{1}{2p} \left[3R + \sqrt{9R^2 + 24M_a p} \right] = \frac{1}{16} \left[15m - 18 \frac{(l-m)^2}{m} + \sqrt{33m^2 - 156(l-m)^2 + 324 \frac{(l+m)^4}{m^2}} \right] \quad 115)$$

$$x_2 = \frac{1}{2p} \left[3R - \sqrt{9R^2 + 24M_a p} \right] = \frac{1}{16} \left[15m - 18 \frac{(l-m)^2}{m} - \sqrt{33m^2 - 156(l-m)^2 + 324 \frac{(l-m)^4}{m^2}} \right] \quad 116)$$

Podstawivszy w równanie 114) wartość na x z równania 115) i 116) oraz ściągając i uprościwszy wyrazy, otrzymamy ostatecznie dwie wartości strzałki największego ugięcia, a mianowicie:

$$y_1 = -\frac{1}{16EJp^3} [9R^4 + (3R^2 + 8M_a p) R \sqrt{9R^2 + 24M_a p} + 4M_a p (9R^2 + 6M_a p)] \quad 117)$$

$$y_2 = -\frac{1}{16 EJp^3} [9R^4 - (3R^2 + 8M_a p) R \sqrt{9R^2 + 24M_a p} + 4M_a p (9R^2 + 6M_a p)] \quad (118)$$

Jeżeli zaś wstawimy w oba te równania wartości na R i M_a z równań 96) i 100) to przybiorą postać:

$$y_1 = \frac{p}{65536 EJ} \left[39m^4 + 1464m^2(l-m)^2 - 9816(l-m)^4 + 18144 \frac{(l-m)^6}{m^2} - 11664 \frac{(l-m)^8}{m^4} - \left(55m^3 - 326m(l-m)^2 + 852 \frac{(l-m)^4}{m} - 648 \frac{(l-m)^6}{m^3} \right) \left(33m^2 - 156(l-m)^2 + 324 \frac{(l-m)^4}{m^2} \right)^{\frac{1}{2}} \right] \quad (119)$$

$$y_2 = \frac{p}{65536 EJ} \left[39m^4 + 1464m^2(l-m)^2 - 9816(l-m)^4 + 18144 \frac{(l-m)^6}{m^2} - 11664 \frac{(l-m)^8}{m^4} + \left(55m^3 - 326m(l-m)^2 + 852 \frac{(l-m)^4}{m} - 648 \frac{(l-m)^6}{m^3} \right) \left(33m^2 - 156(l-m)^2 + 324 \frac{(l-m)^4}{m^2} \right)^{\frac{1}{2}} \right] \quad (120)$$

Dla $l=m$ (rys. 19) t. j. dla belki jednym końcem wmurowanej drugim wolno podpartej będzie

$$y_1 = \frac{p}{65536 EJ} [39l^4 - 55l^3 \sqrt{33} l^2] = \frac{1}{65536} (-276 \cdot 97) \frac{pl^4}{EJ} = 0 \cdot 004226 \frac{pl^4}{EJ} \text{ a odnośna odcięta według równania 115)} \\ x_1 = \frac{1}{16} \left[15m - 18 \frac{(l-m)^2}{m} + \sqrt{33m^2 - 156(l-m)^2 + 324 \frac{(l-m)^4}{m^2}} \right] = \frac{1}{16} (15l + l\sqrt{33}) \cong 1 \cdot 30l$$

Ponieważ ta wartość x_1 jako większa od l nie ma realnego znaczenia, więc także i odnośne $y_1 = 0 \cdot 004226 \frac{pl^4}{EJ}$ jako przypadające poza obręb długości l belki jest bez znaczenia.

Natomiast

$$y_2 = \frac{p}{65536 EJ} (39l^4 + 55l^3 \sqrt{33} l^2) = 0 \cdot 0054 \frac{pl^4}{EJ} \quad (121)$$

a według równania 116) odnośna odcięta

$$x_2 = \frac{1}{16} (15l - l\sqrt{33}) = \frac{l}{16} (15 - 5 \cdot 75) = 0 \cdot 57843l \quad (122)$$

Powyższa wartość na y_2 zgadza się zupełnie z wartością, obliczoną dla tego typu obciążenia w „Podręczniku statyki budowlanej“ z r. 1902 p. prof. Dra M. Thulliego na str. 256, wzór 418, co zresztą świadczy o rzetelności powyższego równania 117), 118) względnie 119), 120), przedstawiającego największe wychylenie linii ugięcia.

Wstawivszy zresztą powyższą wartość $x_2 = 0 \cdot 57843l$ w równanie różniczkowe linii ugięcia 93) otrzymamy $\frac{dy}{dx} = 0$, co wskazuje, że w tym punkcie strzałka linii ugięcia jest istotnie największa.

A teraz zrobimy zastosowanie z wyprowadzonych wyżej równań i reguł.

Obliczenie statyczne komina blaszanego.

a) Trzon.

Uwidoczniony w rys. 20. komin blaszany stanowiący przedmiot statycznego obliczenia, — w myśl powyższego opisu konstrukcji i pomocniczego wiodu teoretycznego z mechaniki budownictwej, — przedstawia się, jako pionowa belka rurowa dolnym końcem AA_1 stałe na muirowanem podnózu osadzona i przytwierdzona, u góry w miejscu BB_1 umocowania sprzężnic wolno podparta i poza tę podporę jeszcze na pewną wysokość wystająca, a w całkowitej swej wysokości jednostajnem parciem wiatru obciążona.

Średnica przewodu komina $d = 0 \cdot 80 m$ i jest w całej wysokości jednaka, blacha żelazna trzonu komina $3 mm$ gruba również w całej wysokości, każda wyższa część składowa rurowa zachodzi na niższą $5 cm$, wysokość całkowita komina $H = 25 m$, z której przypada na trzon blaszany $h = 21 m$, a na podnóże $4 m$. Celem zabezpieczenia stałości przeciw wywróceniu mają służyć cztery sprzężnice

z prętów, względnie z lin drucianych żelaznych lub stalowych, napięte co dwie przeciwnie w płaszczyznach pionowych przez naroża przekątne podnóża i oś pionową komina pomyślanych i pod kątem 45° do poziomemu nachylone.

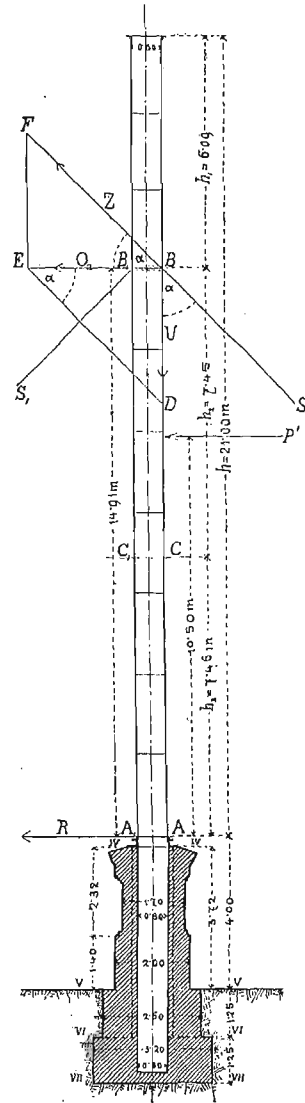
Warunki i wzory odnośne co do wytrzymałości belki w ten sposób podpartej i obciążonej poznaliśmy właśnie poprzednio, a na podstawie zestawionej wyżej tablicy oddziaływań oporowych i największych momentów dla zmiennego punktu podparcia B zrobimy użytek z następującej reguły:

Celem uzyskania najkorzystniejszych warunków statyczności komina blaszanego należy umocować sprzężnice u góry w wysokości wynoszącej 71% całkowitej wysokości h trzonu, lub w najgorszym razie w wysokości zbliżonej do tej granicy.

Według tej reguły zastosowanej do naszego przykładu (rys. 20) odległość, względnie wysokość umocowania sprzężnic:

$$AB = 0 \cdot 71 h = 0 \cdot 71 \times 21 = 14 \cdot 91 m.$$

Odległość największego dodatniego momentu



Rys. 20.

M_c , względnie przekroju C od punktu wmurowania A według poz. 5 tablicy (kolumna ostatnia)
 $x = 0.355051 h = 0.355051 \times 21 = 7.46 m$.

W ten sposób znamy położenie wszystkich trzech najniebezpieczniejszych przekrojów, dzielących trzon blaszany na trzy części, a mianowicie
 $AC = h_3 = 7.46 m$, $CB = h_2 = 14.91 - 7.46 = 7.45 m$
 $h_1 = 21.00 - 14.91 = 6.09 m$, jak to zresztą widać z rys. 20.

Wyobraźmy sobie, że komin stoi już zmontowany w całej swej wysokości, osadzony na podnóżu murowanym i przytwierdzony, oraz zabezpieczony przeciw wywróceniu czterema sprzężnicami, tudzież, że wiatr wieje z prawej strony kominu w rys. 20 uwidocznionego i to w kierunku przekątni podnóża, względnie w płaszczyźnie dwu przeciwnych sobie sprzężnic.

Jasną jest więc rzeczą, że jak długo moment parcia wiatru będzie mniejszy, lub równy momentowi ciężaru własnego kominu, tak długo działanie parcia wiatru nie może się przenieść z kominu na sprzężnicę. Z chwilą wszakże, w której moment parcia wiatru stanie się większy, niż moment stałości własnej trzonu, poczęłoby się przegięcie jego w kierunku wiatru, gdyby temu nie przeszkodziła wytrzymałość sprzężnicy, na którą odąd przenosi się dalsze parcie wiatru.

Z każdorazowej więc siły wiatru pewna część zużyty się musi najpierw na zniweczenie ciężaru własnego trzonu i wywoła w materiale stosowne natężenia krawężne gniotące i rozciągające, których sposób obliczenia poznaliśmy już u kominów murowanych. Pozostała zaś nadwyżka siły wiatru obciąży trzon jednostajnie w całej wysokości i przeniesie się na odnośną sprzężnicę.

Do ujęcia cyframi obu tych części parcia wiatru i do wyznaczenia wynikających stąd natężeń w poszczególnionych wyżej niebezpiecznych przekrojach trzonu prowadzi następujące niżej obliczenie.

1. Objętość O_1 najwyższej części trzonu ponad przekrojem B_1B liczy się według wzoru

$$O_1 = h(D^2 - d^2) \frac{\pi}{4}, \text{ a ciężar } O_1 \gamma = h(D^2 - d^2) \gamma, \text{ gdzie}$$

$$h = 6.09 + 3 \times 0.05 = 6.24 m, D = 0.806 m, d = 0.80 m,$$

$$\gamma = 7800 kg/m^3, \text{ stąd } O_1 \gamma = 6.24(0.806^2 - 0.80^2) \times 0.785 \times 7800 = 6.24 \times 0.00756426 \times 7800 = 368.17 kg$$

Kołnier z wylotu trzonu złożony z kątownika $2 \times 90 \times 9 m/m$ i z pierścienia blaszanego $8 \times 150 m/m$ o średnicy $0.80 + 2 \times 0.15 = 1.10 m$ w wadze około . . . 70.00 „

Szczelki wylazowych 16 po 2 kg wagi
razem około . . . 31.83 „
razem . . . 470.00 kg

Do tego nitowanie i nadmiar wagi
około 5% . . . 24.00 kg
 $G_1 = 494 kg$.

Moment ciężaru własnego

$$M_y = 494 \times \frac{0.806}{2} = 199.08 kg/m.$$

Do zrównoważenia tego momentu zużyje się tak samo wielka część momentu parcia wiatru, będzie zatem

$$M_w' = M_y = 199.08.$$

W tych granicach na podstawie wzorów (22), (25), (29), (30) i (31) poprzedniej pracy (III) obliczamy w przekroju BB_1

$$k_0 = \frac{G_1}{f} = \frac{494}{(80.6^2 - 80^2) \frac{\pi}{4}} = \frac{494}{75.64} = 6.53 kg/cm^2.$$

Wychylenie wypadkowej

$$y_1 = \frac{M_w}{G_1} = \frac{199.08}{494} = 0.403 m = 40.3 cm.$$

Moment oporu

$$W = 0.0982 \left(80.6^3 - \frac{80^4}{80.6} \right) = 1514.05$$

Dalekość rdzeni $e_1 = \frac{W}{f} = \frac{1514.05}{75.64} = 20.02 cm = 0.20 m$, stąd wreszcie natężenia krawężne parciem wiatru powstałe w przekroju BB_1 :

$$k_1 = k_0 \left(1 + \frac{y_1}{e_1} \right) = 6.53 \left(1 + \frac{0.403}{0.200} \right) = 6.53 (1 + 2.01) = 19.666 kg/cm^2$$

$$k_2 = k_0 \left(1 - \frac{y_1}{e_1} \right) = 6.53 (1 - 2.01) = -6.60 kg/cm^2.$$

2. Ciężar drugiej części między przekrojami BB_1 i CC_1

$O_2 \gamma = h(D^2 - d^2) \frac{\pi}{4} \gamma = (7.45 + 4 \times 0.05)(0.806^2 - 0.80^2) \times 0.785 \times 7800 = . . . 451.36 kg$
Szczelki wylazowych 18 po 2 kg. . . 36.00 „
Pierścień z żelaza kątownego $2 \times 60 \times 8 m/m$ podwójny z 4-ma oczkami do zaczepienia sprzężnic . . . 39.00 „
Połowa ciężaru czterech sprzężnic.
Długość każdej wynosi: $L^2 = (14.91 + 4.0)^2 + 18.91^2 = 2 \times 18.91^2$, a stąd $L = 18.91 \sqrt{2} = 18.91 \times 1.414 = 26.74 m$; jeżeli sprzężnica jest drucziana, to 1 m będzie ważyć 1.50 kg, a wszystkie cztery liny $26.74 \times 1.50 \times 4 = 160.44 kg$, z tego połowa . . . 80.22 „

razem . . . 606.58 kg
do tego na nitowanie i nadmiar wagi 5% około . . . 30.42 „

$G_2 = 637 kg$
Ciężar poprzedniej części . . . $G_1 = 494 „$
Razem . . . $\Sigma G_2 = 1131 kg$.

$$M_y = \Sigma G_2 \frac{D}{2} = 1131 \times \frac{0.806}{2} = 455.79 kg/m$$

Równoważna część momentu wiatru będzie zatem

$$M_w'' = 455.79 = M_y \text{ dalej}$$

$$k_0 = \frac{\Sigma G_2}{f} = \frac{1131}{75.64} = 14.95 kg/cm^2$$

$$y_2 = \frac{M_w''}{\Sigma G_2} = \frac{455.79}{1131} = 0.403 m$$

$$e_1 = \frac{W}{f} = \frac{1514.05}{75.64} = 20.02 cm = 0.20 m, \text{ stąd}$$

natężenia w przekroju CC_1

$$k_3 = k_0 \left(1 + \frac{y_2}{e_1} \right) = 14.95 (1 + 2.01) = 45 kg/cm^2$$

$$k_4 = 14.95 (1 - 2.01) = 14.95 \times (-1.01) = -15.10 kg/cm^2.$$

3. Ciężar trzeciej części trzonu między przekrojami AA_1 i CC_1

$O_3 \gamma = (7.46 + 4 \times 0.05)(0.806^2 - 0.80^2) \times 0.785 \times 7800 = 7.66 \times 0.00756426 \times 7800 = 451.95 kg$
szczelki 19 po 2 kg . . . 38.00 „
razem . . . 489.95 kg

Do tego nitowanie i nadmiar wagi 25.05 „
 $G_3 = 515 kg$

Ciężar części poprzednich . . . $\Sigma G_2 = 1131 „$
Ogółem ciężar trzonu . . . $\Sigma G_3 = 1646 kg$

$$M_y = 1646 \times \frac{0.806}{2} = 663.34 kg/m$$

*

Część momentu wiatru równoważąca:

$$M_w''' = M_w = 663 \cdot 34$$

$$k_0 = \frac{\sum G_3}{f} = \frac{1646}{75 \cdot 64} = 21 \cdot 76 \text{ kg/cm}^2.$$

$$y_1 = \frac{M_w'''}{\sum G_3} = \frac{663 \cdot 34}{1646} = 0 \cdot 403 \text{ m}$$

$$e_1 = \frac{W}{f} = \frac{1514 \cdot 05}{75 \cdot 64} = 20 \cdot 02 \text{ cm} = 0 \cdot 20 \text{ m}, \text{ stąd}$$

natężenia w przekroju AA_1

$$k_5 = k_0 \left(1 + \frac{y_1}{e_1}\right) = 21 \cdot 76 (1 + 2 \cdot 01) = 65 \cdot 50 \text{ kg/cm}^2$$

$$k_3 = 21 \cdot 76 (1 - 2 \cdot 01) = 21 \cdot 76 \times (-1 \cdot 01) = -21 \cdot 98 \text{ kg/cm}^2.$$

4. Parcie wiatru na cały trzon wyniesie:

$$P = 0 \cdot 806 \times 21 \times 0 \cdot 67 \times 150 = 1701 \cdot 06 \text{ kg} \dots 123)$$

Z tego zużyje się na zrównoważenie ciężaru własnego trzonu pewna część, wchodząca w skład obliczonego wyżej momentu $M_w''' = 663 \cdot 34 \text{ kg/m}$.

Ponieważ ramię momentu parcia wiatru $s = \frac{21}{2} = 10 \cdot 50 \text{ m}$ i jest jednym z czynników momentu M_w''' , a mianowicie $M_w''' = P_3 s = 663 \cdot 34$, więc stąd wynika

$$P_3 = \frac{663 \cdot 34}{10 \cdot 50} = 63 \cdot 18 \text{ kg} \dots 124)$$

Pozostałe zatem parcie wiatru, które będzie jeszcze działać na cały trzon, jako na belkę rurową o cechach wyżej omówionych, i przeniesie się na sprężnicę będzie:

$$P' = 1701 \cdot 06 - 63 \cdot 18 = 1637 \cdot 88 \text{ kg} \dots 125)$$

Według poz. 5 tablicy wyżej zestawionej moment w punkcie wmurowania A równa się momentowi w punkcie wolnego podparcia B , jest największy i odjemny, a największy dodatni moment w przekroju C jest od każdego z poprzednich o połowę mniejszy; przedstawia się to w ten sposób:

$$M_b = M_a = -0 \cdot 042020 \text{ pl}^2 = -0 \cdot 042020 \text{ Pl}$$

$$M_c = \frac{M_b}{2} = 0 \cdot 021010 \text{ Pl} \text{ gdyż } P = pl.$$

Podstawiając wartości $P = P' = 1637 \cdot 88 \text{ kg}$, $l = h = 21 \text{ m}$, które policzymy w centymetrach, otrzymamy

$$M_a = M_b = -0 \cdot 042020 \times 1637 \cdot 88 \times 2100 = -144529 \cdot 81 \text{ kg/cm}$$

$$M_c = \frac{144529 \cdot 81}{2} = 72264 \cdot 90.$$

U belki żelaznej o przekroju kołowym pierścieniowym, jaką jest trzon blaszany komina, natężenia gniotące i rozciągające, wywołane momentami zgięcia w poszczególnych przekrojach, są w jednym i tym samym przekroju sobie równe, a wielkość ich wogóle wynika z porównania momentu sił zewnętrznych z momentem sił wewnętrznych.

Otóż z równania

$M_b = kW = 144529 \cdot 81$ wyznaczmy natężenia w przekroju BB_1 po podstawieniu $W = 1514 \cdot 05$ w sposób następujący:

$$k = \frac{144529 \cdot 81}{W} = \frac{144529 \cdot 81}{1514 \cdot 05} = 95 \cdot 46 \text{ kg/cm}^2.$$

Ponieważ M_b jest odjemne, to i natężenie od strony obciążenia belki, względnie od strony wiatru będzie rozciągające, a gniotące za wiatrem; idąc zatem za znakowaniem wyżej przyjętem, według którego nieparzyste wskaźniki odnoszą się do strony (lewej) za wiatrem, a parzyste do strony (prawej) od wiatru otrzymamy ostatecznie

$$k_7 = 95 \cdot 46 \text{ kg/cm}^2$$

$$k_8 = -95 \cdot 46 \text{ kg/cm}^2.$$

Natężenia w przekroju CC_1 na powyższej podstawie:

$$M_c = kW = 72264 \cdot 90 \text{ stąd}$$

$$k = \frac{72264 \cdot 90}{1514 \cdot 05} = 47 \cdot 73 \text{ kg/cm}^2, \text{ a ponieważ}$$

M_c jest dodatnie w porównaniu do poprzednich momentów a zatem działanie jego na przekrój CC_1 będzie wprost przeciwne t. j. natężenie gniotące wystąpi od strony wiatru, a rozciągające za wiatrem, mianowicie

$$k_9 = -47 \cdot 73 \text{ kg/cm}^2$$

$$k_{10} = 47 \cdot 73 \text{ kg/cm}^2$$

W przekroju wreszcie AA_1 będą natężenia takie same, jak w przekroju BB_1 , gdyż $M_a = M_b$, stąd

$$k_{11} = 95 \cdot 46 \text{ kg/cm}^2, \quad k_{12} = -95 \cdot 46 \text{ kg/cm}^2.$$

5. Wskutek działania siły P' pod 125) obliczonej powstaną na oporach A i B oddziaływania, które odnośnie do poz. 5 rzeczonyj tablicy wynoszą:

$$R = 0 \cdot 355051 \text{ pl}, \quad O_2 = 0 \cdot 644949 \text{ pl}, \text{ podstawiając}$$

$pl = P' = 1637 \cdot 88 \text{ kg}$ będzie

$$R = 0 \cdot 355051 \times 1637 \cdot 88 = 581 \cdot 53 \text{ kg} \dots 126)$$

$$O_2 = 0 \cdot 644949 \times 1637 \cdot 88 = 1056 \cdot 35 \text{ kg} \dots 127)$$

To ostatnie oddziaływanie O_2 w oporze B przenosi się na sprężnicę tylko pośrednio, gdyż kierunek jego jest poziomy, a sprężnica jest napięta pod kątem 45° . Dla zrozumienia tego przenośnego działania, rozłożmy siłę O_2 na dwie składowe w ten sposób, że na linii poziomej od punktu B (rys. 20.) odcinamy w pewnej skali długość BE odpowiadającą wielkości siły O_2 , t. j. $BE = O_2$ i uważając ją jako przekątnię wykreślamy równoległobok $BDEF$, którego bok BF spada z kierunkiem sprężnicy, a przyległy bok BD z pionowym bokiem AB trzonu.

Oba te boki to siły składowe siły pierwotnej O_2 i pierwsza z nich $BF = DE = Z$ będzie rozciągać sprężnicę, druga zaś $BD = V$ będzie naciskać na bok AB , względnie obciążać go mimośrodkowo.

Obie te składowe dają się wyznaczyć z prostokątnego trójkąta BDE , w którym jest dany bok $BE = O_2$ i kąt α równający się kątowi nachylenia sprężnicy, wynoszącemu 45° , a mianowicie $BE = DE \cos \alpha$, czyli $O_2 = Z \cos \alpha$, a stąd

$$Z = \frac{O_2}{\cos \alpha} \dots 128)$$

Podstawmy wartości

$$Z = \frac{1056 \cdot 35}{\cos 45^\circ},$$

$$\log Z = \log 1056 \cdot 35 - \log \cos 45 = 3 \cdot 1743229$$

wreszcie

$$Z = 1493 \cdot 90 \text{ kg} \dots 129)$$

Ponieważ także $\sphericalangle BDE = \alpha = 45^\circ$, więc pionowa składowa $V = O_2 = 1056 \cdot 35 \text{ kg} \dots 130)$

Gdybyśmy przyjęli $\alpha = 30^\circ$, to byłoby

$Z = 1219 \cdot 77 \text{ kg}$, $V = 609 \cdot 88 \text{ kg}$, z czego widać,

że czem mniejszy kąt nachylenia sprężnicy, tem mniejsze przypadnie natężenie Z rozciągające sprężnicę, a od tego o wiele jeszcze mniejsze pionowe ciśnienie V . Nie zawsze jednak mamy dosyć miejsca, aby można rozpiąć sprężnicę pod małym kątem, które w takim razie muszą wypaść dłuższe i kosztowniejsze; pozostaniemy zatem z nachyleniem $\alpha = 45^\circ$.

Zanim zajmiemy się wytrzymałością sprężnicy na podstawie składowej Z , obliczymy jeszcze na razie natężenia, które spowoduje składowa V działaniem mimośrodkowym w części trzonu AB .

Składowa ta ma swoje zaczepienie w punkcie B z prawej strony osi pionowej komina (od

strony wiatru) w odległości od tejże osi $\frac{D}{2} = \frac{0.806}{2} = 0.403 m$; gdy jednak dla poprzednio już liczonych tego rodzaju odległości, a położonych z lewej strony rzeczony osi (za wiatrem), przyjęliśmy znak dodatni, więc niniejszą odległość musimy wziąć ze znakiem ujemnym, t. j. $-y = -0.403 m$.

Wprowadziwszy ją z tym znakiem w znane wzory dla nateżeń krawężnych, wywoływanych siłami mimośrodkowymi, otrzymamy rezultat wręcz przeciwny od dotychczasowego, a mianowicie: z lewej strony (za wiatrem) wystąpią nateżenia rozciągające, a z prawej (od wiatru) gniojące.

Na tej podstawie wypadną nateżenia krawężne w przekroju AA_1 :

$$k_{13} = \frac{V}{f} \left(1 + \frac{-y}{e_1}\right) = \frac{V}{f} \left(1 - \frac{y}{e_1}\right),$$

$$k_{14} = \frac{V}{f} \left(1 - \frac{-y}{e_1}\right) = \frac{V}{f} \left(1 + \frac{y}{e_1}\right),$$

podstawiając wartości otrzymamy

$$k_{13} = \frac{1056.35}{75.64} \left(1 - \frac{40.30}{20.02}\right) = 13.97 (1 - 2.01) = -14.11 \text{ kg/cm}^2$$

$$k_{14} = 13.97 (1 + 2.01) = 42.05 \text{ kg/cm}^2.$$

6. Co do przekroju CC_1 zachodzi uzasadnione przypuszczenie, że działanie mimośrodkowe składowej V może wywołać także i wyboczenie z powodu znacznej stosunkowo wysokości $AB = 14.91 m$.

Celem wyznaczenia tego złożonego działania, użyjemy wzoru przybliżonego, jaki podaje L. Hintz w swojej elementarnej statyce budowlanej *Die Baustatik* z r. 1892 (wzór 143 str. 245)

$$k_{15} = V \left[\frac{1}{f} - \frac{\frac{1}{2} Dy}{J - c \frac{Dy}{E}} \right] = \frac{V}{f} \left[1 - \frac{f \cdot \frac{D}{2} y}{J - c \frac{Dy}{E}} \right] \quad 131)$$

$$k_{16} = \frac{V}{f} \left[1 + \frac{f \cdot \frac{D}{2} y}{J - c \frac{Dy}{E}} \right] \quad 132)$$

w których to wzorach zawarte litery mają znaczenia poprzednio przyjęte, a mianowicie: $V = 1056.35 \text{ kg}$, $f = 75.64 \text{ cm}^2$, $\frac{D}{2} = 0.403 m = 40.30 \text{ cm}$, a nadto moment bezwładności przekroju $CC_1 \dots J = \frac{\pi}{64} (D^4 - d^4) = \frac{3.14}{64} (80.6^4 - 80^4)$, $l = AB = 14.91 m = 1491 \text{ cm}$, współczynnik sprężystości dla żelaza kutego $E = 2000000$, c jest współczynnikiem wybożenia zawisłym od sposobu umocowania obu końców belki względnie słupa na wyboczenie narażonego, a wartość jego w naszym przypadku (rys. 20), gdzie część trzonu AB jest w końcu dolnym AA_1 stale przytwierdzona, a w miejscu BB_1 przytrzymana, oznacza Hintz: $c = \frac{1}{16}$.

$$\text{Obliczywszy } J = \frac{3.14}{64} (80.6^4 - 80^4) = 60969.64$$

i podstawiając powyższe wartości, otrzymamy nateżenia w przekroju CC_1 :

$$k_{15} = \frac{1056.35}{75.64} \left[1 - \frac{75.64 \times 40.3 \times 40.3}{60969.64 \cdot \frac{1}{16} \cdot \frac{1056.35 \times 1491^2}{2000000}} \right] =$$

$$= 13.97 \left[\frac{122846.1676}{60896.2540} \right] = 13.97 [1 - 2.02] =$$

$$= -14.25 \text{ kg/cm}^2$$

$$k_{16} = 13.97 [1 + 2.02] = 42.19 \text{ kg/cm}^2.$$

Obliczone wyżej nateżenia krawężne pod 1) do 6), — co do których trzeba pamiętać, że się odnoszą do przypadku, gdy wiatr wieje w kierunku przekątni podnóża komina, względnie w płaszczyźnie dwu przeciwległych sprzężnic, i że nateżenia k z nieparzystymi wskaźnikami działają po lewej, a z parzystymi po prawej stronie środka ciężkości odnośnego przekroju poziomego komina, — przedstawiają się sumarycznie w sposób następujący:

W przekroju BB_1 :

$$K_1 = k_1 + k_7 = 19.66 + 95.46 = 115.12 \text{ kg/cm}^2$$

$$K_2 = k_2 + k_8 = -6.60 - 95.46 = -102.06 \text{ kg/cm}^2 \quad 133)$$

W przekroju CC_1 :

$$K_1 = k_3 + k_9 + k_{15} = 45.00 - 47.73 - 14.25 = -16.98 \text{ kg/cm}^2$$

$$K_2 = k_4 + k_{10} + k_{16} = -15.10 + 47.73 + 42.19 = 74.82 \text{ kg/cm}^2 \quad 134)$$

W przekroju AA_1 :

$$K_1 = k_5 + k_{11} + k_{13} = 65.50 + 95.46 - 14.11 = 146.85 \text{ kg/cm}^2$$

$$K_2 = k_6 + k_{12} + k_{14} = -21.98 - 95.46 + 42.05 = -75.39 \text{ kg/cm}^2 \quad 135)$$

Z tego zestawienia okazuje się, że przeważają nateżenia gniojące i największe są w przekroju AA_1 , w którym przypada 146.85 kg na 1 cm^2 , za nim idzie przekrój BB_1 z ciśnieniem 115.12 kg na 1 cm^2 , a trzecie dopiero miejsce zajmuje przekrój CC_1 , w którym przypada tylko 74.82 kg na 1 cm^2 .

Niebezpieczny przekrój leży zatem na opozycji AA_1 ; gdy jednak u blachy żelaznej na wstrząśnienia wystawionej dopuszczalne nateżenie gniojące lub rozciągające $\pm k = 500 \text{ kg}$ na 1 cm^2 , a obliczone wyżej największe nateżenie krawężne wynosi 146.85 kg na 1 cm^2 i nie dochodzi nawet $\frac{1}{3}$ części nateżenia dopuszczalnego, więc komin nasz z blachy 3 m/m grubej w całej swej wysokości byłby pod względem statycznym aż nadto wytrzymały.

W praktyce jednak wykonują kominy blaszane o rozmiarach mniej więcej w rys. 20. przyjętych w ten sposób, że co 4 do 8 m od góry ku dołowi mierząc dają blachę o 1 m/m grubszą, a to celem podniesienia trwałości komina przeciw niszcącemu działaniu produktów spalania, gorąca i wpływów atmosferycznych. W naszym zatem przykładzie przypadłaby blacha 3 m/m gruba od wylotu aż do przekroju BB_1 , stąd do przekroju CC_1 4 m/m , a następnie aż do końca AA_1 5 m/m gruba. (C. d. n.).

Nawierzchnia poprzeczna pod działaniem sił pionowych.

Napisał: Dr. Karol Wątorek.

Teoria nawierzchni poprzecznej stanowi do-tychczas jedno z nierozwiązanych zagadnień w dziedzinie nauk inżynierskich. Składają się na to różne przyczyny i tak:

Szyna nawierzchni poprzecznej przedstawia statycznie belkę ciągłą, spoczywającą na nieskończenie wielu poddających się podporach. Teorii takiej belki dotychczas nieznamy, stosujemy więc

postępowanie przybliżone, przyjmując do badania szynę o długości skończonej, spoczywającą na kilku podkładach.

Dalszą trudność stanowi wielka niepewność co do sposobu podparcia szyny. Teoretycznie przyjmujemy podpory ostre w osi podkładu — w rzeczywistości mamy na szerokości podkładu względnie płyty podkładowej podparcie ciągłe, a gdy uwzględnimy możliwość niezupełnie ścisłego połączenia szyny z podkładem, otrzymamy wskutek ugięcia szyny pod działaniem ciężarów ruchomych przenoszenie się punktu podparcia z jednej krawędzi podkładu na drugą. Dalsza nieścisłość teorii leży w tem, że żwirówka jest materiałem, niezdolnym do wywierania oddziaływań ujemnych, podczas gdy oddziaływania takie otrzymujemy, jako wynik rachunku.

Rachunki porównawcze i doświadczenia okazały, że linia ugięcia szyny nawierzchni poprzecznej podobna jest w swym przebiegu do linii ugięcia nawierzchni podłużnej, wpływ zatem dalszych podpór i ciężarów na rzędne linii ugięcia, a tem samem i na wielkość momentu w pobliżu badanego punktu nawierzchni jest bardzo mały; uzyskujemy też dokładność wystarczającą, jeśli wprowadzimy do rachunku szynę, ułożoną na ośmiu względnie siedmiu podkładach.

Takie przyjęcie znajdujemy w pracach następujących autorów:

1. Loeve — dwie rozprawy o nawierzchni poprzecznej; jedna, ogłoszona w *Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens* 1883, druga w *Allgemeine Bauzeitung* 1888.

2. Dr. Zimmermann — Die Berechnung des Eisenbahnoberbaues, Berlin 1888.

3. Schwedler — Beiträge zur Theorie des Eisenbahnoberbaues, ogłoszone w *Zeitschrift für Bauwesen* 1889.

4. Skibiński — Beitrag zur Berechnung des Querschwellenoberbaues, ogłoszony w *Zeitschrift des oest. Ing. und Arch. Vereines* 1899.

W ostatniej z wymienionych prac znajdujemy ogólną teorię belki ciągłej, spoczywającej na poddających się podporach, a nadto obrachowane tabele, oraz wykreślone diagramy, pozwalające w sposób prosty i szybki obrachować moment, oraz ciśnienia na podkłady, jeśli mamy do czynienia z nawierzchnią o jednakowym odstępie podkładów i jeśli działa na nawierzchnię tylko jeden ciężar.

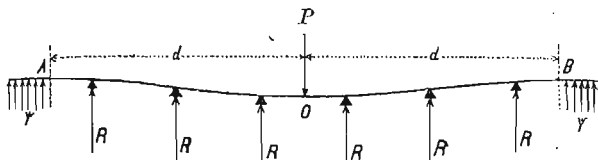
Działanie ciężarów sąsiednich uwzględnia prof. Skibiński w ten sposób, że sumuje wpływy poszczególnych ciężarów podobnie, jak to ma miejsce przy obrachowaniu nawierzchni podłużnej. Teoretycznie jest to niedopuszczalnym, bo linia ugięcia szyny przy ustawieniu ciężaru w środku między dwoma podkładami, albo nad podkładem nie jest linią wpływową; rachunki porównawcze wykazały jednak, że błąd, otrzymany przy takim postępowaniu jest niewielki i może być praktycznie pominięty.

W latach ostatnich ogłosił Adolf Francke nową teorię nawierzchni poprzecznej¹⁾, którą oparł na następującej zasadzie:

Szyna nawierzchni poprzecznej jest belką ciągłą, spoczywającą na kilku poddających się podporach ostrych, której końce są sprężyste utwierdzo-

¹⁾ *Organ für die Fortschritte des Eisenbahnwesens*, 1902, 1903, 1905, 1906.

ne w nieskończenie długiej pływającej belce (nawierzchni podłużnej).



Rys. 1.

Z podobieństwa linii ugięcia nawierzchni poprzecznej do linii ugięcia nawierzchni podłużnej wynika, że obydwie te linie posiadają w partjach więcej odległych od punktu zaczepienia ciężaru P (rys. 1) rzędne bardzo małe, a więc i mało między sobą się różniące, tak, że zastąpienie jednej nawierzchni przez drugą jest zupełnie dopuszczalne; przyjmując zaś dla belki AB sprężyste utwierdzenie końców w nawierzchni podłużnej, odpowiemy daleko lepiej rzeczywistości, niż to ma miejsce, w teorii dotychczasowej.

Jeśli oznaczymy przez D ciśnienie, powodujące wgłębienie podłoża nawierzchni poprzecznej o 1 cm , to na podstawie proporcjonalności oddziaływania podłoża do wgłębienia y , otrzymamy dla oddziaływania R zasadniczy związek

$$y = \frac{R}{D}.$$

Oznaczając: $v = \frac{1}{D}$, otrzymujemy:

$$1) \dots \dots \dots y = Rv.$$

Dla $R=1$ otrzymamy $y=v$, a więc:

Ilość v oznacza wielkość wgłębienia podłoża w podłożu, czyli wymiar poddania się podpory pod działaniem jednostki ciężaru.

Wartość ilości v określił Dr. Zimmermann wzorem:

$$2) \dots \dots \dots v = \frac{x}{Cb} [\eta_e],$$

przyczem:

$$3) \dots \dots \dots x = \sqrt[4]{\frac{Cb}{4E_p I_p}}.$$

We wzorach tych oznaczają: C zmiętkość podłoża, którego wartość, oznaczona doświadczalnie waha w granicach 3 do 8 kg.cm^2 ; b szerokość podstawy podkładu, E_p współczynnik sprężystości materiału podkładu, I_p moment bezwładności przekroju podkładu ze względu na poziomą oś, przechodzącą przez środek ciężkości, wreszcie $[\eta_e]$ wyrażenie, którego wartość dla danej nawierzchni odczytać możemy z tabeli VI dzieła Zimmermanna.

Dla nawierzchni, po której przez czas dłuższy jeżdżą pociągi, jest rozkład ciśnienia pod największymi ciężarami bardzo jednostajny. Dla takich nawierzchni wprowadza prof. Skibiński zamiast wzoru 2) wzór prostszy:

$$2a) \dots \dots \dots v = \frac{1}{Cbl}.$$

Ilości C i b są już powyżej określone, zaś l oznacza połowę długości podkładu.

Jeśli na badanej długości szyny L mamy n podkładów, to na jednostkę długości szyny otrzymamy $\frac{n}{L}$ podkładów.

Jeśli teraz reakcja podłoża przy wgłębieniu podkładu o 1 cm wynosi $D = \frac{1}{v}$, to otrzymamy:

$$4) \quad \psi = \frac{n}{L} \cdot \frac{1}{v} = \frac{n}{Lv}$$

jako przeciętne oddziaływania podłoża na jednostkę długości szyny przy wgłębieniu równym 1 cm.

Dla jednakowego odstepu podkładów a a więc dla $L=n \cdot a$ otrzymamy:

$$4a) \quad \psi = \frac{1}{av}$$

Ilość ψ , wyrachowana z wzoru 4) względnie 4a) odpowiada wyrażeniu Cb dla nawierzchni podłużnej.

Wprowadzając ilość ψ zamiast ilości Cb we wzorach nawierzchni podłużnej, otrzymamy nawierzchnię poprzeczną poza punktami A i B (rys. 1) zastąpioną przez odpowiednią nawierzchnię podłużną. Analogicznie postępując, należy wzór 3) zastąpić wzorem:

$$5) \quad m = \sqrt[4]{\frac{\psi}{4EJ}}$$

przyczem E oznacza współczynnik sprężystości materiału szyny, zaś J moment bezwładności przekroju szyny ze względu na poziomą oś, przechodzącą przez środek ciężkości.

Dla tak uzyskanej nawierzchni podłużnej ważne jest zasadnicze równanie różniczkowe:

$$\frac{d^4 y}{dx^4} = -4m^4 y.$$

Całkę ogólną tego równania napisał pierwszy Winkler w formie:

$$y = a e^{mx} e^{imx} + b e^{mx} e^{-imx} + c e^{-mx} e^{-imx} + d e^{-mx} e^{imx}.$$

Jeśli wprowadzimy znane wzory:

$$e^{imx} = \cos mx + i \sin mx$$

$$e^{-imx} = \cos mx - i \sin mx$$

otrzymamy:

$$y = (a+b)e^{mx} \cos mx + i(a-b)e^{mx} \sin mx + (c+d)e^{-mx} \cos mx - i(c-d)e^{-mx} \sin mx$$

albo dla:

$$(a+b) = \alpha; \quad i(a-b) = \beta; \quad (c+d) = \gamma; \quad i(c-d) = \delta$$

$$y = \alpha e^{mx} \cos mx + \beta e^{mx} \sin mx + \gamma e^{-mx} \cos mx - \delta e^{-mx} \sin mx.$$

Równanie to różniczkowane nie zmienia swej postaci, a zmienia tylko wartości stałych dowolnych; możemy więc napisać:

$$a) \quad Q = EJ \frac{d^3 y}{dx^3} = C e^{mx} \cos mx +$$

$$+ D e^{mx} \sin mx + A e^{-mx} \cos mx - B e^{-mx} \sin mx.$$

Jeśli na nawierzchnię działa tylko jeden ciężar, to dla $x = \infty$ nie może być $Q = \infty$, a więc dla części belki na prawo od ciężaru muszą być dwa pierwsze wyrazy równania $a)$ równe zero. Jeśli jeszcze przesuniemy początek układu do punktu utwierdzenia B (rys. 1) czyli w równaniu $a)$ wprowadzimy $(x-d)$ zamiast x otrzymamy:

$$b) \quad EJ \frac{d^3 y}{dx^3} = e^{-m(x-d)} [A \cos m(x-d) - B \sin m(x-d)].$$

Funkcja $b)$ ma tę własność, że zawsze ważnym jest związek:

$$\frac{d^4 y}{dx^4} = -4m^4 y,$$

różniczkując więc równanie $b)$ trzykrotnie otrzymujemy ostatecznie:

$$6) \quad \begin{cases} EJy = \frac{e^{-m(x-d)}}{4m^3} \{ (A+B) \cos m(x-d) + (A-B) \sin m(x-d) \} \\ EJ \frac{dy}{dx} = -\frac{e^{-m(x-d)}}{2m^2} \{ B \cos m(x-d) + A \sin m(x-d) \} \end{cases}$$

$$6) \quad \begin{cases} EJ \frac{d^2 y}{dx^2} = -\frac{e^{-m(x-d)}}{2m} \{ (B-A) \cos m(x-d) + (A+B) \sin m(x-d) \} \\ EJ \frac{d^3 y}{dx^3} = e^{-m(x-d)} \{ A \cos m(x-d) - B \sin m(x-d) \}. \end{cases}$$

Dla punktu utwierdzenia, a więc dla $x=d$ otrzymujemy:

$$6a) \quad \begin{cases} EJy_{x=d} = \frac{A+B}{4m^3} \\ EJ \frac{dy}{dx}_{x=d} = -\frac{B}{2m^2} \\ EJ \frac{d^2 y}{dx^2}_{x=d} = \frac{B-A}{2m} \\ EJ \frac{d^3 y}{dx^3}_{x=d} = A. \end{cases}$$

Po wyłączeniu z równań 6a) stałych dowolnych A i B otrzymamy dwa związki między 4 niewiadomymi:

$$y_{x=d}, \quad \frac{dy}{dx}_{x=d}, \quad \frac{d^2 y}{dx^2}_{x=d}, \quad \frac{d^3 y}{dx^3}_{x=d}.$$

Jeśli teraz z warunków zadania wyznaczmy w jakiś sposób dwie z tych niewiadomych, a dwie drugie z owych dwu równań obliczymy, to tym samym będziemy mieć ugięcie belki, a więc rozkład sił i momentów na przestrzeni AB zupełnie określone.

W dalszym ciągu przyjmiemy rozmieszczenie podpór na przestrzeni AB zupełnie dowolne, zachowamy jednak symetrię układu ze względu na środek punktu O (rys. 1), bo symetria taka zachodzi prawie wyłącznie we wszystkich rodzajach nawierzchni dla największego odstepu podkładów, a rachunek z niesymetrycznymi podporami prowadzi do bardzo rozwickłych i zawiłych wzorów, niedając i tak z powodu nieosiągalnego w praktyce równomiernego podbicia wszystkich podkładów matematycznie ścisłych wyników.

Jeśli oddziaływanie podłoża na podkład oznaczmy przez R , to poddanie się podpory wynosi

$$y = Rv.$$

Ilość v , obrachowaną z wzorów 2) względnie 2a), uważać należy za wartość średnią, której użyjemy do obrachowania ilości ψ i m .

Wogóle ilość v zmienną jest nie tylko dla dwu różnych podkładów, ale zmienia się ona dla jednego i tego samego podkładu.

Przyczyny tej zmienności mogą być rozmaite i dadzą podzielić się na dwie grupy:

1. zmienność materiału podłoża i podtorza.

2. nierównomierne podbicie podkładów, oraz ta okoliczność, że obciążenie nawierzchni stanowi ciężary ruchome. Pod wpływem ruchu tychże ciężarów nawierzchnia faluje, a siła żywa tych wahań wpływa dodatnio lub ujemnie na wartość ilości v .

Przyczyny pierwszej grupy znajdują wyraz swój w doborze wartości znamienia podłoża C .

Aby uwzględnić wpływ przyczyn grupy drugiej, należałoby przynajmniej dla podkładu najbliższego ciężarowi wprowadzić dla v wartość większą, niż średnia wyrachowana z wzorów 2) lub 2a). Aby umożliwić wprowadzenie zmiennego v , przyjmujemy w dalszym wywodzie ogólnie: $y_1 = R_1 v_1; y_2 = R_2 v_2$ itd.

Wielki wpływ na wielkość momentu oraz oddziaływań podporowych wywierają dalej ¹⁾:

¹⁾ Obacz rozprawa 4. ustęp IV.

a) zgniecenie drzewa przy podkładach drewnianych;

b) odstawanie podkładu od żwirówki przy nawierzchni nieobciążonej;

c) nieprzyleganie stopki szyny do podkładu wskutek rozluźnienia połączeń.

Okolicznościom tym należy dać wyraz w wprowadzić się mających wzorach.

Jeśli zgniecenie drzewa pod ciężarem $R=1$ oznaczmy przez v' , to wprowadzić należy do rachunku $(v+v')$ zamiast v .

Jeśli przy pewnym podkładzie na miejsce odstawania tegoż od żwirówki, to pod działaniem ciężaru nawierzchnia ugnie się najpierw o wymiar tego odstawania s , poczem dopiero wystąpi ciśnienie podkładu na podłoże. Wskutek tego nastąpi w tym miejscu zmniejszenie ciśnienia, a zwiększenie momentu, zaś na podkładach sąsiednich stosunki będą odwrotne. Ponieważ ciśnienie podporowe ma być zawsze proporcjonalne do wgłębienia podkładu, więc całkowita rzędna ugięcia szyny ponad odstającym o s podkładem wynosić będzie:

$$y = Rv + s.$$

Odstawanie szyny od podkładu wywiera wpływ takisam, a więc określi się taksamo, jak odstawanie podkładu od żwirówki.

We wzorach, które w dalszym ciągu wyprowadzimy, przeprowadzimy to uwzględnienie dla podkładu najbliższego ciężarowi.

Dodać tu należy, że wymiar s nie może przekroczyć pewnej granicy. Gdyby przyjęte s było większe niż rzędna ugięcia nawierzchni nad tymże podkładem, natenczas podkład przy zupełnym obciążeniu nawierzchni nie dotykałby żwirówki. W tym wypadku należałoby rachunek powtórzyć na nowo pod tem założeniem, że danego podkładu wcale nie ma.

Graniczne wartości s dla różnych nawierzchni podamy w dalszym ciągu w osobnych tabelkach.

Na przerachowanych przykładach wykazał Francke, że wprowadzenie dwu, względnie trzech podpór ostrych daje wyniki rachunku wystarczająco dokładne tak dla momentu, jak i oddziaływań podporowych, jeśli obciążymy nawierzchnię tylko jednym ciężarem. Ponieważ jednak w rzeczywistości obciążenie nawierzchni stanowią lokomotywy i należy uwzględnić wpływ ciężarów sąsiednich, trzeba przyjąć punkty utwierdzenia A i B tak daleko od środka symetrii, aby przynajmniej ciężary sąsiednie znalazły jeszcze miejsce między punktami utwierdzenia.

Przyjmijmy więc dla obrachowania momentu belkę, spoczywającą na sześciu, zaś dla obrachowania największego ciśnienia na podkład belkę, spoczywającą na pięciu podporach.

I. Wyznaczenie największego momentu.

A) Działanie jednego ciężaru.

Przy symetrycznym układzie otrzymamy największy moment, wywołany działaniem jednego ciężaru, w punkcie zaczepienia ciężaru przy ustawieniu tegoż w środku otworu (rys. 2).

Ogólne równanie linii ugięcia belki, przedstawionej na rys. 2, napisać możemy w formie:

$$E J y = A_0 + A_1 x + A_2 x^2 + A_3 x^3.$$

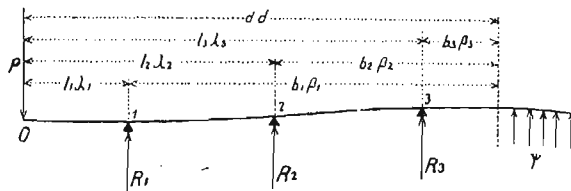
Równanie to musi się kończyć na trzeciej potęgze, gdyż mamy tu tylko z ciężarami skupionymi do czynienia, a więc trzecia pochodna, przedstawiająca siłę poprzeczną, musi być ilością stałą.

Pochodne tego równania są:

$$E J \frac{dy}{dx} = A_1 + 2 A_2 x + 3 A_3 x^2$$

$$E J \frac{d^2 y}{dx^2} = 2 A_2 + 6 A_3 x$$

$$E J \frac{d^3 y}{dx^3} = 6 A_3$$



Rys. 2.

Z warunku, że dla $x=0$ musi być styczna w punkcie symetrii poziomą, czyli $\frac{dy}{dx}=0$ (z powodu symetrii układu); $M=M_0$ zaś $Q=\frac{P}{2}$ oraz

że dla $x=l_1$ ma być $y_1=R_1 v_1 + s$, otrzymamy:

$$7) \quad E J y = \frac{M_0}{2} (l_1^2 - x^2) + \frac{P}{12} (x^3 - l_1^3) + E J R_1 v_1 + E J s - \frac{\Sigma R}{6} (x - l_1)^3,$$

przyczem $\frac{\Sigma R}{6} (x - l_1)^3$ należy dla badanej przestrzeni urwać na członie z odpowiednim wskaźnikiem.

Różniczkując równanie 7) otrzymujemy:

$$E J \frac{dy}{dx} = -M_0 x + \frac{P x^2}{4} - \frac{\Sigma R}{2} (x - l_1)^2$$

$$E J \frac{d^2 y}{dx^2} = -M_0 + \frac{P x}{2} - \Sigma R (x - l_1)$$

$$E J \frac{d^3 y}{dx^3} = \frac{P}{2} - \Sigma R.$$

Dla punktu utwierdzenia, a więc dla $x=d$ otrzymujemy podług 6a) następujące równania warunkowe:

$$\frac{M_0}{2} (l_1^2 - d^2) + \frac{P}{12} (d^3 - l_1^3) + E J (R_1 v_1 + s) - \frac{\Sigma R b^3}{6} = \frac{A + B}{4 m^3}$$

$$-M_0 d + \frac{P d^2}{4} - \frac{\Sigma R b^2}{2} = -\frac{B}{2 m^2}$$

$$-M_0 + \frac{P d}{2} - \Sigma R b = \frac{B - A}{2 m}$$

$$\frac{P}{2} - \Sigma R = A.$$

Po wyłączeniu stałych dowolnych A i B oraz po wprowadzeniu stosunków zamiast długości np.: $\delta = m d$; $\lambda_1 = m l_1$; $\beta_1 = m b_1$ itd., oraz uwzględniając wzór 5), otrzymujemy dwa równania:

$$8) \quad \begin{cases} 2 m M_0 (1 + \delta) + R_1 (1 + \beta_1)^2 + R_2 (1 + \beta_2)^2 + R_3 (1 + \beta_3)^2 = \frac{P}{2} (1 + \delta)^2, \\ 2 m M_0 (1 - \delta^2 + \lambda_1^2) + \left[2 R_1 \left(1 + \beta_1 - \frac{\beta_1^3}{3} \right) + \frac{\psi v_1}{m} \right] + 2 R_2 \left(1 + \beta_2 - \frac{\beta_2^3}{3} \right) + 2 R_3 \left(1 + \beta_3 - \frac{\beta_3^3}{3} \right) = P \left(1 + \delta - \frac{\delta^3}{3} + \frac{\lambda_1^3}{3} \right) - \frac{s \psi}{m} \end{cases}$$

określające nam związek między szukanymi ilościami M_0, R_1, R_2, R_3 i danym P .

Ponieważ mamy 4 niewiadome, a tylko dwa równania 8) do dyspozycji, uzyskamy potrzebne jeszcze dwa równania z warunku, że: $y_2 = R_2 v_2$ i $y_3 = R_3 v_3$.

Stosując równanie 7), otrzymamy:

$$E J R_2 v_2 = M_0 (l_1^2 - l_2^2) + \frac{P}{12} (l_2^3 - l_1^3) +$$

$$+ R_1 \left[E J v_1 - \frac{(l_2 - l_1)^3}{6} \right] + E J s$$

$$E J R_3 v_3 = M_0 (l_1^2 - l_3^2) + \frac{P}{12} (l_3^3 - l_1^3) +$$

$$+ R_1 \left[E J v_1 - \frac{(l_3 - l_1)^3}{6} \right] - R_2 \frac{(l_3 - l_2)^3}{6} + E J s,$$

$$\eta_{123} = \begin{vmatrix} (1+\delta), & (1+\beta_1)^2, & (1+\beta_2)^2, & (1+\beta_3)^2 \\ (1-\delta^2+\lambda_1^2), & 2\left(1+\beta_1-\frac{\beta_1^3}{3}\right), & 2\left(1+\beta_2-\frac{\beta_2^3}{3}\right), & 2\left(1+\beta_3-\frac{\beta_3^3}{3}\right) \\ (\lambda_2^2-\lambda_1^2), & \frac{2}{3}(\lambda_2-\lambda_1)^3, & 0, & 0 \\ (\lambda_3^2-\lambda_1^2), & \frac{2}{3}(\lambda_3-\lambda_1)^3, & \frac{2}{3}(\lambda_3-\lambda_2)^3, & 0 \end{vmatrix}$$

$$\eta_{12} = \begin{vmatrix} (1+\delta), & (1+\beta_1)^2, & (1+\beta_2)^2 \\ (1-\delta^2+\lambda_1^2), & 2\left(1+\beta_1-\frac{\beta_1^3}{3}\right), & 2\left(1+\beta_2-\frac{\beta_2^3}{3}\right) \\ (\lambda_2^2-\lambda_1^2), & \frac{2}{3}(\lambda_2-\lambda_1)^3, & 0 \end{vmatrix}$$

$$\eta_{13} = \begin{vmatrix} (1+\delta), & (1+\beta_1)^2, & (1+\beta_3)^2 \\ (1-\delta^2+\lambda_1^2), & 2\left(1+\beta_1-\frac{\beta_1^3}{3}\right), & 2\left(1+\beta_3-\frac{\beta_3^3}{3}\right) \\ (\lambda_3^2-\lambda_1^2), & \frac{2}{3}(\lambda_3-\lambda_1)^3, & 0 \end{vmatrix}$$

$$\eta_{23} = \begin{vmatrix} (1+\delta), & (1+\beta_2)^2, & (1+\beta_3)^2 \\ (1-\delta^2+\lambda_2^2), & 2\left(1+\beta_2-\frac{\beta_2^3}{3}\right), & 2\left(1+\beta_3-\frac{\beta_3^3}{3}\right) \\ (\lambda_3^2-\lambda_2^2), & \frac{2}{3}(\lambda_3-\lambda_2)^3, & 0 \end{vmatrix}$$

$$\eta_1 = \begin{vmatrix} (1+\delta), & (1+\beta_1)^2 \\ (1-\delta^2+\lambda_1^2), & 2\left(1+\beta_1-\frac{\beta_1^3}{3}\right) \end{vmatrix}$$

$$\eta_2 = \begin{vmatrix} (1+\delta), & (1+\beta_2)^2 \\ (1-\delta^2+\lambda_2^2), & 2\left(1+\beta_2-\frac{\beta_2^3}{3}\right) \end{vmatrix}$$

$$\eta_3 = \begin{vmatrix} (1+\delta), & (1+\beta_3)^2 \\ (1-\delta^2+\lambda_3^2), & 2\left(1+\beta_3-\frac{\beta_3^3}{3}\right) \end{vmatrix}$$

$$12) \quad \frac{2 m M_0}{P} = \frac{\mu_{123} \gamma_1 \gamma_2 \gamma_3 + \mu_{12} \gamma_1 \gamma_2 + \mu_{13} \gamma_1 \gamma_3 + \mu_{23} \gamma_2 \gamma_3 + \mu_1 \gamma_1 + \mu_2 \gamma_2 + \mu_3 \gamma_3 + \frac{(1+\delta)^2}{2}}{N_m} + \frac{s}{P v_1} \frac{\sigma_{23} \gamma_2 \gamma_3 + \sigma_2 \gamma_2 + \sigma_3 \gamma_3 + (1+\beta_1)^2}{N_m},$$

przyczem drugi wyraz określa wpływ odstawiania s podkładu R_1 od żwirówki.

Wyznaczniki μ otrzymamy z wyznaczniki-

a po wprowadzeniu stosunków i uporządkowaniu:

$$9) \quad \begin{cases} 2 m M_0 (\lambda_2^2 - \lambda_1^2) + R_1 \left[\frac{2}{3} (\lambda_2 - \lambda_1)^3 - \frac{\psi v_1}{m} \right] + \\ + R_2 \frac{\psi v_2}{m} = P \frac{\lambda_2^3 - \lambda_1^3}{3} + \frac{s \psi}{m} \\ 2 m M_0 (\lambda_3^2 - \lambda_1^2) + R_1 \left[\frac{2}{3} (\lambda_3 - \lambda_1)^3 - \frac{\psi v_1}{m} \right] + \\ + \frac{2}{3} R_2 (\lambda_3 - \lambda_2)^3 + R_3 \frac{\psi v_3}{m} = P \frac{\lambda_3^3 - \lambda_1^3}{3} + \frac{s \psi}{m}. \end{cases}$$

Równania 8) i 9) określają nam zupełnie związek między szukanymi ilościami.

Jeśli jeszcze oznaczymy:

$$10) \quad \gamma_1 = \frac{m}{\psi v_1}; \quad \gamma_2 = \frac{m}{\psi v_2}; \quad \gamma_3 = \frac{m}{\psi v_3}$$

otrzymamy wspólny mianownik dla szukanych czterech ilości:

$$11) \quad N_m = \eta_{123} \gamma_1 \gamma_2 \gamma_3 + \eta_{12} \gamma_1 \gamma_2 + \eta_{13} \gamma_1 \gamma_3 + \eta_{23} \gamma_2 \gamma_3 + \eta_1 \gamma_1 + \eta_2 \gamma_2 + \eta_3 \gamma_3 + (1+\delta).$$

Współczynniki η określone są wyznacznikami:

W szczególnym przypadku jednakowych odstępów podkładów a otrzymujemy: $\alpha = m a$, $\delta = 3 a$, $\beta_1 = \lambda_3 = \frac{5}{2} a$, $\beta_2 = \lambda_2 = \frac{3}{2} a$, $\beta_3 = \lambda_1 = \frac{1}{2} a$ a wyznaczniki η przedstawia się jako wielomiany:

$$\eta_{123} = \alpha^6 \left(\frac{76}{9} + \frac{40}{3} \alpha + \frac{82}{9} \alpha^2 + \frac{104}{27} \alpha^3 + \frac{7}{12} \alpha^4 \right)$$

$$\eta_{12} = \alpha^3 \left(\frac{10}{3} + 12 \alpha + 21 \alpha^2 + 24 \alpha^3 + \frac{81}{8} \alpha^4 \right)$$

$$\eta_{13} = \alpha^3 \left(\frac{56}{3} + 40 \alpha + \frac{92}{3} \alpha^2 + \frac{124}{9} \alpha^3 + \frac{13}{6} \alpha^4 \right)$$

$$\eta_{23} = \alpha^3 \left(\frac{22}{3} + 12 \alpha + \frac{25}{3} \alpha^2 + \frac{32}{9} \alpha^3 + \frac{13}{24} \alpha^4 \right)$$

$$\eta_1 = 1 + 6 \alpha + \frac{35}{2} \alpha^2 + \frac{100}{3} \alpha^3 + \frac{375}{16} \alpha^4$$

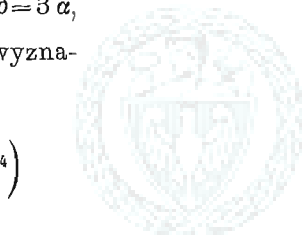
$$\eta_2 = 1 + 6 \alpha + \frac{27}{2} \alpha^2 + 18 \alpha^3 + \frac{135}{16} \alpha^4$$

$$\eta_3 = 1 + 6 \alpha + \frac{11}{2} \alpha^2 + \frac{8}{3} \alpha^3 + \frac{7}{16} \alpha^4$$

Podana w dalszym ciągu tabela I zawiera wartości tychże wielomianów, obrachowane dla $\alpha = 0.5 - 1.5$, a więc w granicach, obejmujących wszystkie przypadki praktycznie możliwe.

Dla momentu M_0 otrzymujemy wzór:

ków η , jeśli pierwszą kolumnę zastąpimy, jak następuje:



dla μ_{123} w η_{123} $\begin{vmatrix} \frac{(1+\delta)^2}{2}, & & \\ \left(1+\delta-\frac{\delta^3}{3}+\frac{\lambda_1^3}{3}\right), & & \\ \frac{\lambda_2^3-\lambda_1^3}{3}, & & \\ \frac{\lambda_3^3-\lambda_1^3}{3}, & & \end{vmatrix}$	dla μ_{12} w η_{12} $\begin{vmatrix} \frac{(1+\delta)^2}{2}, & & \\ \left(1+\delta-\frac{\delta^3}{3}+\frac{\lambda_1^3}{3}\right), & & \\ \frac{\lambda_2^3-\lambda_1^3}{3}, & & \\ & & \end{vmatrix}$
dla μ_{13} w η_{13} $\begin{vmatrix} \frac{(1+\delta)^2}{2}, & & \\ \left(1+\delta-\frac{\delta^3}{3}+\frac{\lambda_1^3}{3}\right), & & \\ \frac{\lambda_2^3-\lambda_1^3}{3}, & & \\ & & \end{vmatrix}$	dla μ_{23} w η_{23} $\begin{vmatrix} \frac{(1+\delta)^2}{2}, & & \\ \left(1+\delta-\frac{\delta^3}{3}+\frac{\lambda_2^3}{3}\right), & & \\ \frac{\lambda_3^3-\lambda_2^3}{3}, & & \\ & & \end{vmatrix}$
dla μ_1 w η_3 $\begin{vmatrix} \frac{(1+\delta)^2}{2}, & & \\ \left(1+\delta-\frac{\delta^3}{3}+\frac{\lambda_1^3}{3}\right), & & \\ & & \end{vmatrix}$	dla μ_2 w η_2 $\begin{vmatrix} \frac{(1+\delta)^2}{2}, & & \\ \left(1+\delta-\frac{\delta^3}{3}+\frac{\lambda_2^3}{3}\right), & & \\ & & \end{vmatrix}$

$$A_{111} = \begin{vmatrix} (1+\delta), & \frac{(1+\delta)^2}{2}, & (1+\beta_2)^2, & (1+\beta_3)^2 \\ (1-\delta^2+\lambda_1^2), & \left(1+\delta-\frac{\delta^3}{3}+\frac{\lambda_1^3}{3}\right), & 2\left(1+\beta_2-\frac{\beta_2^3}{3}\right), & 2\left(1+\beta_3-\frac{\beta_3^3}{3}\right) \\ (\lambda_2^2-\lambda_1^2), & \frac{\lambda_2^3-\lambda_1^3}{3}, & 0, & 0 \\ (\lambda_3^2-\lambda_1^2), & \frac{\lambda_3^3-\lambda_1^3}{3}, & \frac{2}{3}(\lambda_3-\lambda_2)^3, & 0 \end{vmatrix}$$

$$\text{dla } \mu_3 \text{ w } \eta_3 \begin{vmatrix} \frac{(1+\delta)^2}{2}, & & \\ \left(1+\delta-\frac{\delta^3}{3}+\frac{\lambda_3^3}{3}\right), & & \end{vmatrix}$$

Wyznacznik σ_{23} otrzymamy, jeśli pierwszą kolumnę w wyznaczniku η_{23} zastąpimy przez:

$$\begin{vmatrix} (1+\beta_1)^2, & & \\ \left[2\left(1+\beta_1-\frac{\beta_1^3}{3}\right)+\frac{2}{3}(\lambda_2-\lambda_1)^3\right], & & \\ \left[\frac{2}{3}(\lambda_3-\lambda_1)^3-\frac{2}{3}(\lambda_2-\lambda_1)^3\right], & & \end{vmatrix}$$

Podobnie otrzymamy:

$$\sigma_2 = \begin{vmatrix} (1+\beta_1)^2, & (1+\beta_2)^2 \\ \left[2\left(1+\beta_1-\frac{\beta_1^3}{3}\right)+\frac{2}{3}(\lambda_2-\lambda_1)^3\right], & 2\left(1+\beta_2-\frac{\beta_2^3}{3}\right) \end{vmatrix}$$

$$\sigma_3 = \begin{vmatrix} (1+\beta_1)^2, & (1+\beta_3)^2 \\ \left[2\left(1+\beta_1-\frac{\beta_1^3}{3}\right)+\frac{2}{3}(\lambda_3-\lambda_1)^3\right], & 2\left(1+\beta_3-\frac{\beta_3^3}{3}\right) \end{vmatrix}$$

Dla stałego odstępów podkładów a czyli $a=ma$ otrzymujemy:

$$\begin{aligned} \mu_{123} &= \alpha^7 \left(\frac{26}{9} + \frac{41}{9} \alpha + \frac{28}{9} \alpha^2 + \frac{71}{54} \alpha^3 + \frac{43}{216} \alpha^4 \right) \\ \mu_{12} &= \alpha^4 \left(\frac{7}{6} + \frac{25}{6} \alpha + \frac{29}{4} \alpha^2 + \frac{33}{4} \alpha^3 + \frac{111}{32} \alpha^4 \right) \\ \mu_{13} &= \alpha^4 \left(\frac{22}{3} + \frac{46}{3} \alpha + \frac{35}{3} \alpha^2 + \frac{47}{9} \alpha^3 + \frac{59}{72} \alpha^4 \right) \\ \mu_{23} &= \alpha^4 \left(\frac{13}{2} + \frac{21}{2} \alpha + \frac{29}{4} \alpha^2 + \frac{37}{12} \alpha^3 + \frac{15}{32} \alpha^4 \right) \\ \mu_1 &= \alpha \left(\frac{1}{2} + \frac{11}{4} \alpha + \frac{15}{2} \alpha^2 + \frac{325}{24} \alpha^3 + \frac{875}{96} \alpha^4 \right) \\ \mu_2 &= \alpha \left(\frac{3}{2} + \frac{27}{4} \alpha + \frac{27}{2} \alpha^2 + \frac{135}{8} \alpha^3 + \frac{243}{32} \alpha^4 \right) \end{aligned}$$

$$\mu_3 = \alpha \left(\frac{5}{2} + \frac{35}{4} \alpha + \frac{15}{2} \alpha^2 + \frac{85}{24} \alpha^3 + \frac{55}{96} \alpha^4 \right)$$

$$\sigma_{23} = \alpha^4 \left(\frac{20}{3} + \frac{32}{3} \alpha + \frac{22}{3} \alpha^2 + \frac{28}{9} \alpha^3 + \frac{17}{36} \alpha^4 \right)$$

$$\sigma_2 = \alpha \left(2 + 8 \alpha + 15 \alpha^2 + 18 \alpha^3 + \frac{63}{8} \alpha^4 \right)$$

$$\sigma_3 = \alpha \left(4 + 12 \alpha + 10 \alpha^2 + \frac{14}{3} \alpha^3 + \frac{3}{4} \alpha^4 \right)$$

W tabeli I znajdują się wartości współczynników μ i σ obrachowane dla α w granicach od 0.5 do 1.5.

Dla oddziaływania podporowego R_1 otrzymujemy wzór:

$$13) \quad \frac{R_1}{P} = \frac{\Delta_{111} \gamma_1 \gamma_2 \gamma_3 + \Delta_{11} \gamma_1 \gamma_2 + \Delta_{13} \gamma_1 \gamma_3 + \Delta_1 \gamma_1}{N_m} - \frac{s}{P v_1} \frac{\eta_{23} \gamma_2 \gamma_3 + \eta_2 \gamma_2 + \eta_3 \gamma_3 + (1+\delta)}{N_m}$$

przyczem drugi wyraz oznacza wpływ odstawiania s podkładów R_1 od żwirówki.

Dla współczynników Δ otrzymujemy wyznaczniki:

$$A_{111} = \begin{vmatrix} (1+\delta), & \frac{(1+\delta)^2}{2}, & (1+\beta_2)^2, & (1+\beta_3)^2 \\ (1-\delta^2+\lambda_1^2), & \left(1+\delta-\frac{\delta^3}{3}+\frac{\lambda_1^3}{3}\right), & 2\left(1+\beta_2-\frac{\beta_2^3}{3}\right), & 2\left(1+\beta_3-\frac{\beta_3^3}{3}\right) \\ (\lambda_2^2-\lambda_1^2), & \frac{\lambda_2^3-\lambda_1^3}{3}, & 0, & 0 \\ (\lambda_3^2-\lambda_1^2), & \frac{\lambda_3^3-\lambda_1^3}{3}, & \frac{2}{3}(\lambda_3-\lambda_2)^3, & 0 \end{vmatrix}$$

$$A_{11} = \begin{vmatrix} (1+\delta), & \frac{(1+\delta)^2}{2}, & (1+\beta_2)^2 \\ (1-\delta^2+\lambda_1^2), & \left(1+\delta-\frac{\delta^3}{3}+\frac{\lambda_1^3}{3}\right), & 2\left(1+\beta_2-\frac{\beta_2^3}{3}\right) \\ (\lambda_2^2-\lambda_1^2), & \frac{\lambda_2^3-\lambda_1^3}{3}, & 0 \end{vmatrix}$$

$$A_{13} = \begin{vmatrix} (1+\delta), & \frac{(1+\delta)^2}{2}, & (1+\beta_3)^2 \\ (1-\delta^2+\lambda_1^2), & \left(1+\delta-\frac{\delta^3}{3}+\frac{\lambda_1^3}{3}\right), & 2\left(1+\beta_3-\frac{\beta_3^3}{3}\right) \\ (\lambda_3^2-\lambda_1^2), & \frac{\lambda_3^3-\lambda_1^3}{3}, & 0 \end{vmatrix}$$

$$A_1 = \begin{vmatrix} (1+\delta), & \frac{(1+\delta)^2}{2} \\ (1-\delta^2+\lambda_1^2), & \left(1+\delta-\frac{\delta^3}{3}+\frac{\lambda_1^3}{3}\right) \end{vmatrix}$$

Prawidło tworzenia tych wyznaczników jest widoczne; wyznacznik Δ otrzymamy, jeśli odpowiednią kolumnę wyznacznika η zastąpimy kolumną utworzoną z wyrazów prawej strony równań 8) i 9).

Wyznaczniki η drugiego wyrazu są identyczne z odpowiednimi wyznacznikami wspólnego mianownika.

Dla jednakowych odstępów podkładów a otrzymujemy:

$$\Delta_{111} = \alpha^6 \left(\frac{91}{18} + 8 \alpha + \frac{197}{36} \alpha^2 + \frac{125}{54} \alpha^3 + \frac{101}{288} \alpha^4 \right)$$

$$\Delta_{11} = \alpha^3 \left(\frac{23}{12} + 7 \alpha + \frac{99}{8} \alpha^2 + \frac{57}{4} \alpha^3 + \frac{387}{64} \alpha^4 \right)$$

$$\Delta_{13} = \alpha^3 \left(\frac{59}{6} + \frac{43}{2} \alpha + \frac{199}{12} \alpha^2 + \frac{269}{36} \alpha^3 + \frac{113}{96} \alpha^4 \right)$$

$$\Delta_1 = \frac{1}{2} + 3 \alpha + \frac{71}{8} \alpha^2 + \frac{415}{24} \alpha^3 + \frac{25}{2} \alpha^4.$$

Tabela I. Działanie jednego ciężaru.

Dla części wspartej na 6 podkładach.

α	Współczynniki wspólnego mianownika												Współczynniki licznika dla momentu						α		
	η_{123}	η_{12}	η_{13}	η_{23}	η_1	η_2	η_3	$(1+\delta)$	μ_{123}	μ_{12}	μ_{13}	μ_{23}	μ_1	μ_2	μ_3	$\frac{(1+\delta)^2}{2}$	σ_{23}	σ_2		σ_3	$(1+\beta_1)^3$
0.5	0, 2798	2, 2770	6, 0239	1, 9869	14, 0065	10, 1523	5, 7337	2, 5000	0, 0478	0, 3944	1, 1638	0, 3736	3, 0062	3, 4164	4, 6143	3, 1230	0, 8907	6, 2461	6, 5651	5, 0625	0.5
0.6	0, 9626	5, 3113	12, 3041	3, 9683	21, 1375	14, 4415	7, 2127	2, 8000	0, 1974	1, 1027	2, 8470	2, 0913	5, 3738	9, 0235	6, 7736	3, 9200	2, 1306	10, 2652	9, 5431	6, 2500	0.6
0.7	2, 7875	11, 2114	22, 9590	7, 2600	30, 8357	20, 0148	8, 9147	3, 1000	0, 6675	2, 7113	6, 1877	4, 4593	9, 0522	14, 3160	9, 5567	4, 8050	4, 5396	16, 1103	13, 3565	7, 5025	0.7
0.75	4, 5175	15, 3107	30, 5519	9, 5739	36, 8227	23, 3576	9, 3769	3, 2500	1, 1575	4, 0967	8, 3144	6, 2971	11, 5337	17, 7589	11, 2176	5, 2813	6, 4033	19, 3925	15, 6234	8, 2656	0.75
0.8	7, 1180	21, 9180	40, 0563	12, 4462	43, 6667	27, 1120	10, 8645	3, 4000	1, 9458	6, 0559	12, 3191	8, 7290	14, 5334	21, 3928	13, 0784	5, 7800	8, 3800	24, 3633	18, 1572	9, 0000	0.8
0.85	10, 9439	29, 9264	51, 3417	15, 9798	51, 4491	31, 3124	11, 9398	3, 5500	3, 1808	8, 7820	16, 9288	11, 9017	18, 1308	26, 6208	15, 1558	6, 3013	12, 1045	29, 5322	20, 3981	9, 7656	0.85
0.9	16, 4827	40, 3008	66, 3114	20, 2836	60, 2323	35, 9929	13, 0860	3, 7000	5, 0690	12, 5180	22, 9163	15, 9943	22, 4120	32, 2147	17, 4670	6, 3450	16, 2611	35, 6749	24, 1147	10, 5625	0.9
0.95	24, 3403	53, 5952	83, 9562	25, 5020	70, 1628	41, 1890	14, 3064	3, 8500	7, 9017	17, 5666	30, 6040	21, 2125	27, 4699	38, 7123	20, 0802	7, 4113	21, 5601	42, 7352	27, 5351	11, 3906	0.95
1.0	36, 3241	70, 4533	105, 2778	31, 7639	81, 2708	46, 9375	15, 6042	4, 0000	12, 0694	24, 3021	40, 3750	27, 3021	33, 4063	46, 2188	22, 3646	8, 0000	28, 2500	50, 3750	31, 4167	12, 2500	1.0
1.05	50, 4647	91, 6532	130, 3776	39, 2370	93, 6637	53, 2763	16, 9325	4, 1500	18, 1040	33, 1847	52, 6762	36, 0433	40, 3314	54, 3477	25, 9901	8, 6113	36, 6195	60, 2137	35, 6357	13, 1406	1.05
1.1	71, 0637	113, 0743	161, 4237	48, 1052	107, 4565	60, 2432	18, 4449	4, 3000	26, 7037	44, 7743	63, 0326	46, 2342	48, 3655	64, 7225	29, 4230	9, 2450	47, 0053	70, 3316	40, 2703	14, 0625	1.1
1.15	93, 7807	150, 7427	197, 6644	58, 5677	122, 7318	67, 8367	19, 9946	4, 4500	33, 3099	59, 7463	87, 0502	53, 3929	57, 6355	75, 9719	33, 2002	9, 3013	59, 7369	83, 0146	45, 3493	15, 0156	1.15
1.2	135, 6532	190, 3412	240, 4123	70, 3439	139, 6000	76, 2400	21, 6352	4, 6000	55, 6453	78, 9113	110, 4323	74, 3176	68, 2300	88, 7357	37, 3296	10, 5300	75, 4414	96, 7603	50, 3030	16, 0000	1.2
1.3	247, 6343	296, 9443	349, 2161	101, 3365	173, 5432	95, 2593	25, 2032	4, 9000	109, 9733	133, 8602	173, 6322	115, 7157	94, 2332	119, 4037	46, 7575	12, 0050	117, 4157	129, 7241	63, 5632	18, 0625	1.3
1.4	435, 0550	455, 6239	496, 3613	143, 5221	225, 2042	117, 6635	29, 1780	5, 2000	203, 0562	219, 6330	265, 6251	175, 4513	127, 7221	153, 0420	57, 9170	13, 5200	177, 9595	171, 1424	76, 5212	20, 2500	1.4
1.5	739, 3212	677, 3913	692, 3316	193, 5501	280, 5274	143, 8436	33, 9051	5, 5000	330, 5616	349, 9379	396, 6731	259, 9156	170, 0213	205, 0937	71, 0312	15, 1250	263, 5373	222, 5550	95, 7092	22, 5625	1.5

*

Dla oddziaływania R_2 otrzymujemy wzór:

$$14) \quad \frac{R_2}{P} = \frac{\Delta_{222} \gamma_1 \gamma_2 \gamma_3 + \Delta_{22} \gamma_1 \gamma_2 + \Delta_{23} \gamma_2 \gamma_3 + \Delta_2 \gamma_2}{N_m} + \frac{s}{Pv_2} \frac{\tau_{13} \gamma_1 \gamma_3 + \tau_1 \gamma_1}{N_m}.$$

Wyznacznik Δ_{222} otrzymamy z wyznacznika η_{123} jeśli jego trzecią kolumnę zastąpimy przez kolumnę

$$\begin{vmatrix} \frac{(1+\delta)^2}{2} \\ \left(1 + \delta - \frac{\delta^3}{3} + \frac{\lambda_1^3}{3}\right) \\ \frac{\lambda_2^3 - \lambda_1^3}{3} \\ \frac{\lambda_3^3 - \lambda_1^3}{3} \end{vmatrix},$$

Podobnie otrzymamy:

Δ_{22} zastępując trzecią kolumnę w η_{12} przez Δ_{23} zastępując drugą kolumnę w η_{23} przez

$$\begin{vmatrix} \frac{(1+\delta)^2}{2} \\ \left(1 + \delta - \frac{\delta^3}{3} + \frac{\lambda_1^3}{3}\right) \\ \frac{\lambda_2^3 - \lambda_1^3}{3} \end{vmatrix} \quad \begin{vmatrix} \frac{(1+\delta)^2}{2} \\ \left(1 + \delta - \frac{\delta^3}{3} + \frac{\lambda_2^3}{3}\right) \\ \frac{\lambda_3^3 - \lambda_2^3}{3} \end{vmatrix}$$

$$\text{wreszcie } \Delta_2 = \begin{vmatrix} (1+\delta) \\ (1-\delta^2 + \lambda_2^2) \\ \frac{(1+\delta)^2}{2} \\ \left(1 + \delta - \frac{\delta^3}{3} + \frac{\lambda_2^3}{3}\right) \end{vmatrix}$$

Wyznaczniki τ drugiego wyrazu, określającego wpływ odstawiania s podkładów R_1 od żywirówki, otrzymają kształt:

$$\tau_{12} = \begin{vmatrix} (1+\delta), & (1+\beta_1)^2, \\ (1-\delta^2 + \lambda_2^2), & \left[2\left(1 + \beta_1 - \frac{\beta_1^3}{3}\right) + \frac{2}{3}(\lambda_2 - \lambda_1)^3\right], \\ (\lambda_3^2 - \lambda_2^2), & \left[\frac{2}{3}(\lambda_3 - \lambda_1)^3 - \frac{2}{3}(\lambda_2 - \lambda_1)^3\right], \end{vmatrix} \quad \begin{vmatrix} (1+\beta_2)^2 \\ 2\left(1 + \beta_2 - \frac{\beta_2^3}{3}\right) \\ 0 \end{vmatrix}$$

$$\tau_1 = \begin{vmatrix} (1+\delta), & (1+\beta_1)^2 \\ (1-\delta^2 + \lambda_2^2), & \left[2\left(1 + \beta_1 - \frac{\beta_1^3}{3}\right) + \frac{2}{3}(\lambda_2 - \lambda_1)^3\right] \end{vmatrix}$$

Dla jednakowych odstępów podkładów α otrzymujemy:

$$\Delta_{222} = -\alpha^6 \left(1 + \frac{5}{3}\alpha + \frac{7}{6}\alpha^2 + \frac{1}{2}\alpha^3 + \frac{11}{144}\alpha^4\right)$$

$$\Delta_{22} = -\alpha^3 \left(\frac{1}{4} + \alpha + \frac{47}{24}\alpha^2 + \frac{5}{2}\alpha^3 + \frac{75}{64}\alpha^4\right)$$

$$\Delta_{23} = \alpha^3 \left(\frac{71}{12} + \frac{21}{2}\alpha + \frac{181}{24}\alpha^2 + \frac{59}{18}\alpha^3 + \frac{97}{192}\alpha^4\right)$$

$$\Delta_2 = \frac{1}{2} + 3\alpha + \frac{63}{8}\alpha^2 + \frac{99}{8}\alpha^3 + \frac{27}{4}\alpha^4.$$

$$\tau_{13} = \alpha^3 \left(\frac{34}{3} + 20\alpha + \frac{43}{3}\alpha^2 + \frac{56}{9}\alpha^3 + \frac{23}{24}\alpha^4\right)$$

$$\tau_1 = 1 + 6\alpha + \frac{31}{2}\alpha^2 + 24\alpha^3 + \frac{207}{16}\alpha^4.$$

Dla oddziaływania R_3 otrzymujemy wzór:

$$15) \quad \frac{R_3}{P} = \frac{\Delta_{333} \gamma_1 \gamma_2 \gamma_3 + \Delta_{33} \gamma_2 \gamma_3 + \Delta_{12} \gamma_1 \gamma_3 + \Delta_3 \gamma_3}{N_m} - \frac{s}{Pv_3} \frac{\tau_{12} \gamma_1 \gamma_2 - \tau_3 \gamma_1}{N_m}.$$

Wyznaczniki Δ otrzymamy z η :

Δ_{333} zastępując w η_{123} czwartą kolumnę przez Δ_{33} zastępując w η_{23} trzecią kolumnę przez

$$\begin{vmatrix} \frac{(1+\delta)^2}{2} \\ \left(1 + \delta - \frac{\delta^3}{3} + \frac{\lambda_1^3}{3}\right) \\ \frac{\lambda_2^3 - \lambda_1^3}{3} \\ \frac{\lambda_3^3 - \lambda_1^3}{3} \end{vmatrix} \quad \begin{vmatrix} \frac{(1+\delta)^2}{2} \\ \left(1 + \delta - \frac{\delta^3}{3} + \frac{\lambda_2^3}{3}\right) \\ \frac{\lambda_3^3 - \lambda_2^3}{3} \end{vmatrix}$$

Δ_{12} zastępując w η_{13} trzecią kolumnę przez Δ_3 zastępując w η_3 drugą kolumnę przez

$$\begin{vmatrix} \frac{(1+\delta)^2}{2} \\ \left(1 + \delta - \frac{\delta^3}{3} + \frac{\lambda_1^3}{3}\right) \\ \frac{\lambda_3^3 - \lambda_1^3}{3} \end{vmatrix} \quad \begin{vmatrix} \frac{(1+\delta)^2}{2} \\ \left(1 + \delta - \frac{\delta^3}{3} + \frac{\lambda_3^3}{3}\right) \end{vmatrix}$$

τ_{12} zastępując w τ_{13} trzecią kolumnę przez τ_3 zastępując w η_3 drugą kolumnę przez

$$\begin{vmatrix} (1+\beta_2)^2 \\ 2\left(1 + \beta_2 - \frac{\beta_2^3}{3}\right) \\ \frac{2}{3}(\lambda_3 - \lambda_2)^3 \end{vmatrix} \quad \begin{vmatrix} (1+\beta_1)^2 \\ \left[2\left(1 + \beta_1 - \frac{\beta_1^3}{3}\right) + \frac{2}{3}(\lambda_3 - \lambda_1)^3\right] \end{vmatrix}$$

Dla jednakowych odstępów podkładów α otrzymujemy:

$$\Delta_{333} = \alpha^6 \left(\frac{1}{6} + \frac{1}{3}\alpha + \frac{11}{36}\alpha^2 + \frac{1}{6}\alpha^3 + \frac{1}{32}\alpha^4\right)$$

$$\Delta_{33} = -\alpha^3 \left(\frac{9}{4} + \frac{9}{2}\alpha + \frac{33}{8}\alpha^2 + \frac{9}{4}\alpha^3 + \frac{27}{64}\alpha^4\right)$$

$$\begin{vmatrix} (1+\beta_3)^2 \\ 2\left(1 + \beta_3 - \frac{\beta_3^3}{3}\right) \\ 0 \end{vmatrix}$$

$$\Delta_{12} = -\alpha^3 \left(\frac{1}{2} + \frac{3}{2}\alpha + \frac{23}{12}\alpha^2 + \frac{5}{4}\alpha^3 + \frac{25}{96}\alpha^4\right)$$

$$\Delta_3 = \frac{1}{2} + 3\alpha + \frac{47}{8}\alpha^2 + \frac{107}{24}\alpha^3 + \alpha^4.$$

$$\tau_{12} = \alpha^3 \left(4 + 8\alpha + \frac{22}{3}\alpha^2 + 4\alpha^3 + \frac{3}{4}\alpha^4\right)$$

$$\tau_3 = 1 + 6\alpha + \frac{23}{2}\alpha^2 + \frac{26}{3}\alpha^3 + \frac{31}{16}\alpha^4.$$

W załączonej tabeli II obrachowane są wartości współczynników Δ i τ dla α w granicach od 0,5 do 1,5.

Jeśli teraz ogólność zadania ograniczymy dalej i przyjmiemy obok jednakowego odstępów podkładów wszystkie oddziaływania jednostkowe równe, a więc $v_1 = v_2 = v_3 = v$, czyli

$$\gamma_1 = \gamma_2 = \gamma_3 = \gamma = \frac{m}{\psi v} = \frac{m}{v}, \quad \alpha v = \alpha, \quad \text{to równania}$$

12) do 15) bardzo się uprośćą tak, że można je dla tego przypadku napisać w formie:

$$12a) \quad \dots \quad \frac{M_0}{\alpha P} = [m_0] + \frac{s}{Pv} [sm_0]$$

$$13a) \quad \dots \quad \frac{R_1}{P} = [r_1] - \frac{s}{Pv} [sr_1]$$

Tabela II. Działanie jednego ciężaru

Dla części wspartej na 6 podkładach.

α	Współczynniki licznika dla																		α
	oddziaływania R_1						oddziaływania R_2						oddziaływania R_3						
	A_{111}	A_{11}	A_{13}	A_1	A_{22}	A_{23}	A_2	T_{13}	T_1	A_{333}	A_{33}	A_{12}	A_3	T_{12}	T_3				
0.5	0, 1677	1, 3887	3, 2171	7, 1615	-0, 0948	1, 6867	5, 9875	8, 2198	11, 6886	0, 0068	-0, 7299	-0, 2377	4, 0885	1, 2975	8, 0794				
0.6	0, 5772	3, 1176	6, 5815	10, 8600	-0, 1188	3, 3923	8, 6828	6, 4714	17, 0407	0, 0241	-1, 5067	-0, 5174	5, 5076	2, 6786	10, 8681				
0.7	1, 6724	6, 5925	12, 2982	15, 8810	-0, 3445	6, 2452	12, 3240	11, 9098	24, 1883	0, 0723	-2, 8449	-1, 0223	7, 2480	5, 0577	14, 2729				
0.75	2, 7094	9, 3041	16, 3745	18, 9925	-0, 5591	8, 2588	14, 5862	15, 7462	28, 4873	0, 1190	-3, 8087	-1, 3976	8, 2519	6, 7710	16, 2880				
0.8	4, 2687	12, 9072	21, 4807	22, 5588	-0, 8827	10, 7666	17, 0408	20, 5285	38, 3072	0, 1906	-5, 0252	-1, 8807	9, 3528	8, 9886	18, 3909				
0.85	6, 5676	17, 6889	27, 8144	26, 6060	-1, 3602	13, 3568	19, 8630	26, 4140	38, 7913	0, 2977	-6, 5449	-2, 4954	10, 5546	11, 6354	20, 7426				
0.9	9, 8870	23, 7625	35, 6010	31, 1856	-2, 0511	17, 6892	23, 0288	33, 6128	44, 9898	0, 4550	-8, 4260	-3, 2698	11, 8655	14, 9795	23, 3042				
0.95	14, 6025	31, 6194	45, 0908	36, 3668	-3, 0889	22, 2280	26, 5651	42, 3424	51, 8088	0, 6818	-10, 7348	-4, 2848	13, 2691	19, 0840	26, 0874				
1.0	21, 1983	41, 5886	56, 5660	42, 1667	-4, 4097	27, 7418	30, 5000	52, 8472	59, 4875	1, 0085	-13, 5469	-5, 4271	14, 8838	24, 0888	29, 1042				
1.05	30, 2790	54, 1246	70, 3497	48, 6458	-6, 3098	34, 3409	34, 8625	65, 4101	67, 8970	1, 4583	-16, 9479	-6, 8898	16, 5037	30, 1296	32, 3665				
1.1	42, 6449	69, 7582	86, 8052	55, 8582	-8, 8984	42, 1883	39, 6825	80, 3412	77, 2408	2, 0739	-21, 0847	-8, 6704	18, 3069	37, 3950	35, 8870				
1.15	59, 2767	89, 0965	106, 3807	63, 8486	-12, 3882	51, 4576	44, 9916	97, 9879	87, 5275	2, 9196	-25, 9159	-10, 8280	20, 2492	46, 0727	39, 6783				
1.2	81, 4155	112, 8875	129, 3687	72, 6800	-17, 0278	62, 3605	50, 8208	118, 7352	98, 8192	4, 0598	-31, 7186	-13, 4092	22, 3376	56, 3798	43, 7586				
1.3	148, 6214	176, 8764	188, 0857	93, 0898	-31, 1570	89, 9809	64, 1753	171, 2858	124, 6788	7, 5868	-46, 6190	-20, 1667	26, 9798	82, 8783	52, 8094				
1.4	261, 1245	269, 7444	267, 4866	117, 5683	-54, 8859	127, 1387	80, 0228	241, 9718	155, 3867	13, 6285	-67, 0880	-29, 5998	32, 2908	119, 1788	63, 1644				
1.5	443, 7816	401, 5118	373, 1888	146, 6084	-98, 8942	176, 3624	98, 6562	335, 5928	191, 3711	23, 6841	-94, 5868	-42, 5287	38, 3281	168, 0644	74, 9386				

$$14 a) \dots \frac{R_2}{P} = [r_2] + \frac{s}{Pv} [sr_2]$$

$$15 a) \dots \frac{R_3}{P} = [r_3] + \frac{s}{Pv} [sr_3]$$

przyczem znaczenie symbolu $[\]$ łatwe do zrozumienia i tak np.

$$[m_0] = \frac{1}{2\alpha} \times$$

$$\frac{\mu_{123} \alpha^3 + (\mu_{12} + \mu_{13} + \mu_{23}) \alpha^2 + (\mu_1 + \mu_2 + \mu_3) \alpha + \frac{(1+\delta)^2}{2}}{N_m}$$

W załączonej tabeli III znajdują się symbole te obrachowane dla α w granicach od 0.5 do 1.5.

kładu od żwirówki, przy którym oddziaływanie R_1 staje się zerem.

W szczególnym przypadku równych odstępów podkładów i jednakowych oddziaływań jednostkowych v wartości graniczne dla s przy różnych α podaje następująca tabela:

α	$\frac{s}{Pv}$	α	$\frac{s}{Pv}$	α	$\frac{s}{Pv}$	α	$\frac{s}{Pv}$
0.5	0.4881	0.8	1.0118	1.0	1.6485	1.2	2.5782
0.6	0.5881	0.85	1.1472	1.05	1.8428	1.3	3.1897
0.7	0.7786	0.9	1.2964	1.1	2.0639	1.4	3.9316
0.75	0.8889	0.95	1.4616	1.15	2.3072	1.5	4.8172

Tabela III. Działanie jednego ciężaru.

Dla części wspartej na 6 podkładach.

α	$[m_0]$	$[sm_0]$	$[r_1]$	$[sr_1]$	$[r_2]$	$[sr_2]$	$[r_3]$	$[sr_3]$	α
0.5	0.5115	0.5880	0.2363	0.5456	0.1663	0.8814	0.0899	0.1853	0.5
0.6	0.4807	0.4821	0.2778	0.4724	0.1709	0.8444	0.0708	0.1523	0.6
0.7	0.3737	0.3282	0.3165	0.4065	0.1670	0.8484	0.0484	0.1135	0.7
0.75	0.3511	0.2879	0.3346	0.3764	0.1623	0.8885	0.0371	0.0939	0.75
0.8	0.3817	0.2536	0.3520	0.3479	0.1562	0.8816	0.0263	0.0750	0.8
0.85	0.3147	0.2241	0.3686	0.3213	0.1487	0.8226	0.0162	0.0572	0.85
0.9	0.2999	0.1986	0.3844	0.2965	0.1400	0.8120	0.0071	0.0407	0.9
0.95	0.2868	0.1765	0.3993	0.2732	0.1304	0.8002	0.0010	0.0259	0.95
1.0	0.2752	0.1572	0.4135	0.2516	0.1202	0.2874	0.0080	0.0128	1.0
1.05	0.2650	0.1403	0.4268	0.2316	0.1094	0.2740	0.0139	0.0015	1.05
1.1	0.2555	0.1254	0.4394	0.2129	0.0982	0.2602	0.0186	0.0082	1.1
1.15	0.2477	0.1124	0.4513	0.1956	0.0868	0.2462	0.0223	0.0164	1.15
1.2	0.2405	0.1008	0.4624	0.1797	0.0753	0.2330	0.0250	0.0230	1.2
1.3	0.2280	0.0816	0.4826	0.1513	0.0527	0.2048	0.0277	0.0324	1.3
1.4	0.2180	0.0664	0.5001	0.1272	0.0310	0.1788	0.0276	0.0375	1.4
1.5	0.2100	0.0542	0.5149	0.1069	0.0110	0.1551	0.0255	0.0396	1.5

Równocześnie symbole te przedstawione są graficznie w postaci krzywych na załączonej tabelicy 1*).

Jak już wspomnieliśmy we wstępie, odstawanie s podkładu od żwirówki nie może przekroczyć pewnej granicy, gdyż poza tą granicą podkład zupełnie nie działa.

Z równania 13) widzimy, że odstawanie to powoduje zmniejszenie wartości R_1 a graniczną wartość dla s otrzymamy, gdy prawą stronę równania 13) przyrównamy do zera. Otrzymujemy tedy wzór:

$$16) \quad \frac{s}{Pv_1} = \frac{\Delta_{111}\gamma_1\gamma_2\gamma_3 + \Delta_{11}\gamma_1\gamma_2 + \Delta_{13}\gamma_1\gamma_3 + \Delta_1\gamma_1}{\eta_{23}\gamma_2\gamma_3 + \eta_2\gamma_2 + \eta_3\gamma_3 + (1+\delta)}$$

pozwalający obrachować wartość odstawanania pod-

*) (Będzie dołączona w następnym numerze).

Mając oznaczony moment w punkcie zaczepienia ciężaru oraz oddziaływania podporowe, możemy obrachować wszystkie ilości mechaniczne dla każdego punktu belki.

Moment w dowolnym punkcie belki, a więc w punkcie, odległym o x od początku układu:

$$M_x = M_0 - \frac{P}{2}x + \sum R(x-l)$$

a więc dla podpory R_1 :

$$17) \quad M_1 = M_0 - \frac{Pl_1}{2}$$

dla podpory R_2 :

$$18) \quad M_2 = M_0 - \frac{P}{2}l_2 + R_1(l_2 - l_1)$$

dla podpory R_3 :

$$19) \quad M_3 = M_0 - \frac{P}{2}l_3 + R_1(l_3 - l_1) + R_2(l_3 - l_2)$$

wreszcie moment w punkcie utwierdzenia:

$$20) \quad M_a = M_0 - \frac{P}{2}d + R_1 b_1 + R_2 b_2 + R_3 b_3$$

Dla równych odstępów podkładów a wzory powyższe otrzymają formę:

$$17 a) \quad M_1 = M_0 - \frac{1}{4}Pa$$

$$18 a) \quad M_2 = M_0 - \left(\frac{3}{4}P - R_1\right)a$$

$$19 a) \quad M_3 = M_0 - \left(\frac{5}{4}P - 2R_1 - R_2\right)a$$

$$20 a) \quad M_a = M_0 - \frac{a}{2}(3P - 5R_1 - 3R_2 - R_3).$$

Dla rzędnej ugięcia w punkcie zaczepienia ciężaru a więc dla $x=0$ otrzymujemy:

$$21) \quad y_0 = \gamma_1 v_1 \lambda_1^2 \left(2mM_0 - \frac{P}{3}\lambda_1\right) + R_1 v_1 + s$$

Ugięcie na podporze R_1 określa wzór:

$$22) \quad y_1 = R_1 v_1 + s$$

podobnie

$$23) \quad y_2 = R_2 v_2$$

$$24) \quad y_3 = R_3 v_3$$

wreszcie:

$$25) \quad y_a = \frac{1}{3}P v_1 \gamma_1 (\delta^3 - \lambda_1^3) - 2mM_0 v_1 \gamma_1 (\delta^2 - \lambda_1^2) + y_1 - \frac{2}{3}v_1 \gamma_1 (R_1 \beta_1^3 + R_2 \beta_2^3 + R_3 \beta_3^3)$$

Dla równych odstępów podkładów pozostają wzory 22), 23) i 24) niezmiennione zaś wzór 21) przechodzi w

$$21 a) \quad y_0 = \frac{1}{2}v_1 \gamma_1 \alpha^3 \left(\frac{M_0}{a} - \frac{1}{12}P\right) + R_1 v_1 + s$$

zaś wzór 25) w

$$25 a) \quad y_a = y_1 + \frac{1}{24}v_1 \gamma_1 \alpha^3 [215P - 420\frac{M_0}{a} - 250R_1 - 54R_2 - 2R_3].$$

(C. d. n.).

Wycieczka naukowa

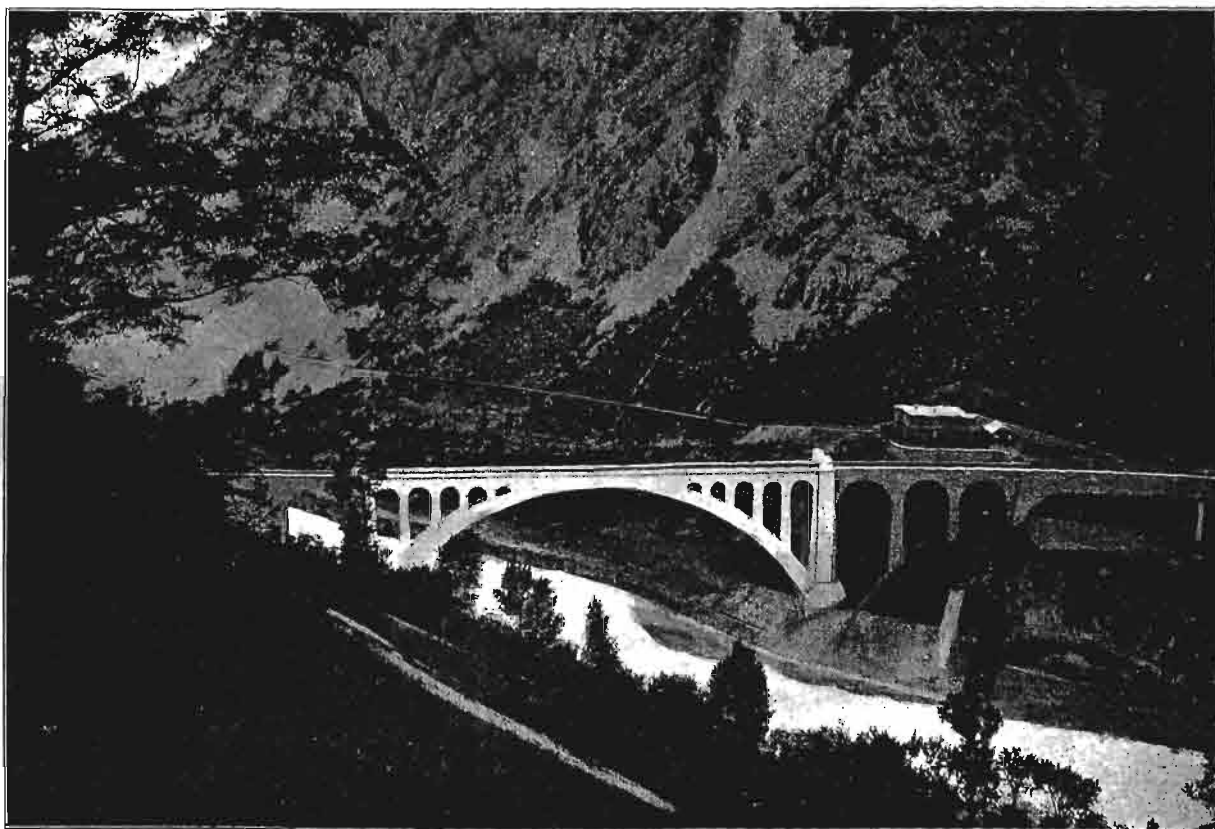
Wydziału Inżynierii lwowskiej Szkoły politechnicznej przez nowe koleje alpejskie do Tryestu.

Opisał: Inż. Wiktor Łuczaków, asystent Politechniki.

Jak wiadomo, urządza nasza Szkoła politechniczna dla słuchaczy poszczególnych wydziałów rokrocznie wiele wycieczek naukowych w celu uzupełnienia studyów w kierunku praktycznym.

nię tak pod względem pory roku, w jakiej się odbyła, jako też pod względem pokaźnej liczby jej uczestników.

Ponieważ wycieczki wydziału Inżynierii od-



Most kolejowy przez Isonzo w Salcano o rozp. 85 m.

Fot. W. Martini.

Przystępując do opisu jednej z takich wycieczek, a mianowicie ostatniej wycieczki wydziału Inżynierii, mającej na celu zwiedzenie nowych kolei alpejskich i morskiego portu w Tryście, muszę nadmienić, że różniła się ona od poprzed-

bywały się zwykle dopiero po ukończeniu wykładów w półroczu letnim, zatem w miesiącach lipcu lub sierpniu, przeto nie mogli z nich korzystać ukończeni słuchacze piątego roku Inżynierii, dla których po redukcji dziesięciu półroczy na dzie-

więc ustają wykłady z końcem zimowego półrocza.

Aby temu zaradzić przesunęło grono profesorów termin wycieczki na maj i obecnie ma każdy słuchacz, kończący wydział Inżynierii możliwość uczestniczenia w dwu większych wycieczkach naukowych, a mianowicie: raz będąc na czwartym roku, zaś drugi raz po ukończeniu roku piątego, względnie dziewiątego półrocza nauk na wspomnianym wydziale.

Przez złączenie czwartego roku z piątym wzrosła liczba uczestników wycieczki do pokaźnej liczby 81.

W myśl programu opuściliśmy pod przewodnictwem pięciu profesorów Lwi gród w piątek, 17 maja wieczór, zdążając przez Kraków do stolicy państwa, położonej nad modrym Dunajem, dokąd przybyliśmy po 24-godzinnej jeździe w sobotę o godzinie 8-mej wieczorem.

Aczkolwiek tak długa jazda na deskach trzeciej klasy nie należy wcale do przyjemności, jednakowoż minęło to w towarzystwie — jak z bicia trzaśł.

Na dworcu kolei północnej (Nordbahnhof) oddaliśmy nasze toboły przedsiębiorstwu spedycyjnemu, w celu ich przewiezienia na dworzec kolei zachodniej (Westbahnhof), sami zaś ruszyliśmy grupami przez ulice miasta, ożywione gorączkowym ruchem, gdyż był to nie tylko wieczór ostatniego dnia w tygodniu, lecz także przeddzień Zielonych Świątek; — co żyje przygotowywało się do wycieczek. Widzieliśmy wielu turystów odjeżdżających już tego wieczora — widocznie w dalsze okolice Wiednia.

Z naszego marszu przez pierwszorzędne ulice i placu Wiednia nie mieliśmy niestety wiele pożytku, gdyż na dziwnie pochmurnem niebie nie rysowały się wcale choćby kontury wspaniałych gmachów, około których przechodziliśmy, a życia wiedeńskiego chociażby tylko pobieżnie, poznać nie było czasu, gdyż znaleźliśmy się niebawem na placu Karola (Karlsplatz), skąd nastąpił odjazd koleją miejską na dworzec zachodni.

Odjazd nastąpił, jednak nie dla wszystkich wycieczkowców równocześnie. Nim bowiem zdołaliśmy się załatwić z kupnem biletów, zajeżdżał odpowiedni pociąg, do którego zdążyła tylko część uczestników wycieczki, i to w biegu, reszta zaś oglądała tylko czerwone światła oddalającego się pociągu, który unosił drogich towarzyszy niedoli.

Dla tej mimowoli opuszczonej partii, do której i ja miałem przyjemność należeć, nie pozostało nic innego, jak tylko czekać na następny odpowiedni pociąg, który jednak miał przybyć dopiero za trzy kwadransy, a do odjazdu z dworca kolei zachodniej mieliśmy zaledwie pół godziny czasu. Po niecierpliwych rozpytywaniach u urzędników kolejowych zgodziliśmy się na jazdę kombinowaną, a więc z przesiadaniem, która miała nas jeszcze w czas zbliżyć do reszty wycieczkowców.

Wsiadamy niebawem do najbliższego pociągu, w wagonie wypyujemy skwapliwie wszystkich pasażerów, gdzie musimy wysiąść, aby chwycić pociąg zdążający do „Westbahnhofu“, — słyszymy różne zdania; jedni radzą tu, drudzy gdzieindziej — niepewność potęguje gorączkę. Wreszcie wsiadamy na przystanku, zdaje mi się „Zollamt“, gdzie mamy przesiąść.

Przesiadanie również skombinowane, gdyż z przejściem na drugi tor, ale w ten sposób, że musieliśmy wyjść z podziemnej hali na powierz-

chnię ulicy i z drugiej strony zejść na peron przeciwny. — Stało się to w mgnieniu oka.

Po zasięgnięciu dalszych informacji mamy przeczekać przejazd najbliższego pociągu i dopiero drugim, który zajędzie na nasz przystanek, jechać dalej. — Lecz jak pech, to pech! — Wsiadamy do tego drugiego pociągu po to, aby tuż przed jego odjazdem dowiedzieć się, że nie on, lecz dopiero następny zawiezie nas do tak gorąco pożądanego celu.

Nastąpiło więc wyskakiwanie z wagonu będącego już w pełnym ruchu, z czego, muszę przyznać, wywiązali się nasi technicy z całą przytomnością umysłu i uwzględnieniem praw ruchu, tak że pomimo gęsto ustawione filary, podtrzymujące strop przystanku, obok których przejeżdżał pociąg, obeszło się bez żadnego szwanku.

Zato było przerażenie urzędnika, pełniącego służbę, nie do opisania i uwidoczniło się w tem, że chciał nas za tak karkołomną gimnastykę oddać w ręce policji. — Tego nam jeszcze brakowało do wspomnianej pół godziny czasu. — Ponieważ jednak nie wzbraniał się, a trudno było dość sporą paczkę z miejsca zamknąć do kozy, więc przeszła chwila zgrozy dość prędko i odjechalśmy pociągiem, który był nareszcie dobrym, na dworzec kolei zachodniej.

Na nasze szczęście były pociągi przepelnione świątkiewiczami, tak że zamiast o godzinie 10:10 wieczór, mogliśmy odjechać dopiero o 10:55.

Dla nas rozbitków, było tych kilkanaście minut bardzo pożądanym. Odnaleźliśmy bowiem nasze pakunki i jakotako pokrzepiliśmy się na dalszą drogę. — Niebawem znaleźliśmy się w wagonie zdążając najpierw doliną Dunaju, następnie rzeki Ybbs, wśród coraz wyższych wzgórz, pokrytych pięknymi lasami szpilkowymi i ożywionych licznymi miasteczkami, willami, hutami żelaza, kuźnicami i różnego rodzaju zakładami przemysłowymi.

Na stacji Oberland (505 m n. p. m.) przekroczyliśmy granicę między Dolną a Górną Austrią, przechodząc równocześnie w zlewnię Anizy, w dolinę potoku Gafrenz. Nader pięknym jest wyjazd z tej bocznej doliny do właściwego koryta Anizy.

Pociąg przebiega długi i głęboki przekop w stoku z szutru i zlepieńca i wjeżdża niespodzianie prawie prostopadle po biegu Anizy na kratowy most żelazny około 56 m rozpiętości, a 28 m ponad dnem doliny. W niewielkiej odległości na lewo widać lekki i zgrabny most drogowy, prowadzący również przez szmaragdowo-zieloną Anizę.

Znajdujemy się na lewym brzegu rzeki, po którym pnie się trasa, jak gdyby zawieszona na strómym, skalistych ścianach, przerywając mniejsze lub większe występy przekopami i tunelami. Na prawym brzegu widać drogę kołową, która wznosi się miejscami na stok, miejscami zaś zbliża się prawie do zwierciadła rzeki, której zwężone koryto tworzą warstwowane zlepieńce.

Na przestrzeni zaledwie 35 km między Klein Reifling a Hieflau przejeżdża się przez 11 tuneli o przeciętnej długości 200 do 300 m i przekracza się po raz wtóry Anisę. Trasa przechodzi z jednej krzywizny w drugą; wiele mostów i mniejszych wiaduktów toruje przez boczne jary i debry. Budynki stacyjne, najczęściej samotnie stojące, wyglądają jak przyklepione do pionowych ścian skał. — Przez t. zw. Frenzgraben przechodzi granica między Górną Austrią a Styrią. — Parę kilometrów przed stacją Hieflau znajduje się w rozszerzającym się tu łożysku Anizy ogromnych zor-

miarów krata drewniana, zatrzymująca spławiane rzeką drzewo, przez którą przewala się Aniza w szerokim spadzie. Jestto jedno z największych podobnych urządzeń w Austrii.

Według programu wycieczki mieliśmy wysiąść na stacji Hieflau i odbyć stąd, jako z dolnego (wschodniego) punktu wyjścia najpiękniejszej partii całej tej trasy, marsz przez t. zw. Gesäuse do następnej stacji Gstatterboden. Jednakowoż rzęsiasty deszcz, który zaczął padać wczesnym rankiem i zapowiadał się na czas dłuższy, zmusił nas pozostać w pociągu i, aczkolwiek z bolem serca, pogodzić się z tą myślą, że najwspanialszą część naszej wycieczki będziemy oglądać niestety tylko z okna wagonu, który — posłuszny lokomotywie, nieczulej na wrażenia przepięknej przyrody — pędził z niepołamowaną szybkością naprzód.

Z tem większą ciekawością rzuciliśmy się do okien wozu. — Krajobraz mimo ulewnego deszczu wspaniałą. Niebotyczne skały i śniegiem pokryte wierzchołki gór wyrastają z ciemnozielonych lasów szpilkowych, a w głębi, obok drogi i kolei żelaznej, dzikie fale rzeki przewalającej się między potężnymi bryłami skał, tworzą całość niewymownie piękną.

Jak w kalejdoskopie migają przed oczyma prześliczne obrazy, wywołujące mimowolne okrzyki podziwu i nawoływania do zwracania uwagi, to w prawą, to w lewą stronę pociągu.

Na przestrzeni 17-tu kilometrów zbliża się trasa tuż do łożyska Anizy, której szum przygłusza turkot pociągu kolejowego. To „Brausen“ i „Sausen“ wody, dało powód do nazwania tej części doliny „Gesäuse“!

Tuż za dworcem Hieflau piętrzą się bardzo wysokie mury podporowe, podtrzymujące niebezpieczny teren usuwisty, zwany Wagnerbank; niedługo potem migają się w oknach wagonu słupy, podpierające dach, który chroni trasę przed spajającymi kamieniami i lawinami, dalej tunel i znów tunel, a w końcu dwukrotne przekroczenie samej Anizy mostami Kummer i Gesäuse. Wszystko to daje pojęcie o niesłychanych trudnościach, które sztuka inżynierska pokonać musiała, ażeby w tak wązkim gardle pomieścić trasę kolejową obok rzeki i drogi kołowej.

Dla dopełnienia wrażenia obrazów w tym żywym kalejdoskopie ogarnia nas ciemność tunelu Gesäuse, po którego drugiej stronie widzimy zupełnie odmienny krajobraz.

Jestto dolina Admontu, szeroka, zasiana wioskami wśród pięknych ogrodów i pól.

W wielkim łuku objeżdża kolej potężny, zalesiony stożek usypowy potoku Krumau, którego rumosz i niebezpieczne żyły wodne przysparzają inżynierom kolejowym wiele pracy.

Niebawem ujrzelśmy wieżę pięknego i niegdys słynnego klasztoru Admont, pośród malowniczych budynków prastarej miejscowości tej samej nazwy.

Stąd pozostaje trasa aż do Selztal pod prawym stokiem szerokiej już doliny Anizy.

Jednogodzinna przerwa jazdy w Selztal, o godzinie 7-iej rano, była bardzo pożądanym odpoczynkiem po tak długiej jeździe, bo prawie bez przerwy od Lwowa, przyczem spożyliśmy w restauracji na dworcu śniadanie.

Wśród rzęsiatego deszczu odjechaliśmy dalej przez dolinę Palten i przełęcz Schober na dziale wód między Anizą a rzeką Mur w dolinę Liesing, u której wylotu leży miasto St. Michael.

Tu nastąpiło powtórne przesiadanie z wielu turystami, niezbyt zadowolonymi niepogodą, wypadła jak na złość w pierwszy dzień Zielonych Świąt — i dalej jazda wzdłuż Muru, przez Unzmarkt, następnie przez granicę między Styryą a Karyntyą na dziale wód rzek Muru i Drawy do Celowca (Klagenfurt), dokąd przybyliśmy o godzinie 2-giej po południu.

Na szczęście ustał trochę deszcz, tak że po rozmieszczeniu się po kwaterach i po spożyciu obiadu wyzyskaliśmy resztę dnia na zwiedzenie stolicy Karyntyi i 4 km długiego kanału spławowego, t. zw. Lendkanal, który łączy Celowiec z jeziorem Wörth. Po malowniczych falach tego jeziora przejechaliśmy się częścią na zwykłych łódkach, częścią na statkach parowych, kursujących między licznymi miejscowościami, położonymi nad jego brzegami.

W Celowcu osiągnęliśmy punkt wyjścia nowej trasy kolejowej, która — jako jednotorowa kolej główna pierwszorzędna — łączy w najbliższej linii Celowiec, a temsamem i Wiedeń, z Tryestem. Trasa ta dzieli się na trzy części, a mianowicie: a) t. zw. Karawankenbahn, kolej przez Karawanki, między Celowcem a Assling; b) Wocheiner Bahn, kolej Bohińska, między Assling a Gorycyą i c) Karstbahn, kolej przez Karst, między Gorycyą a Tryestem.

W celu zwiedzenia najważniejszych szczegółów tej pod względem technicznym bardzo zajmującej trasy, wyruszyliśmy z Celowca w poniedziałek, 20-go maja, o godz. 7:45 rano jadąc przez Sattniz, niejako przedgórze potężnego pasma Karawanków, spadkami dochodzącymi do 24·83‰ w Rosental; „Dolinę róż“, Drawy.

Różnica wysokości między stacją Maria Rain na dziale wód Sattniz a rzeką Drawą wynosi 84 m. Trasa, włożona w stromy skalisty stok, zwany Hollenburg, przekracza boczne jary przeważnie na wysokich nasypach. Przez jeden z większych jarów jest przerzucony wiadukt 80 m długi, 28 m wysoki, t. zw. wiadukt Hollenburski.

W dolinie przekracza kolej Drawę żelaznym mostem 200 m długim i prowadzi następnie przez teren zalewowy Drawy na wysokim nasypie. Niedługo potem przerzyna trasa przekopem usypowy stożek potoku Floischach; wodę tego dzikiego potoku przeprowadza akwadukt ponad koleją na drugą stronę.

Trasa prowadzi w „Dolinie róż“ w kierunku zachodnim, wzdłuż Drawy, obok słoweńskiej wioski Podgorje (Maria Elend), zwraca następnie na południe, w boczną dolinę przez wiadukt Rosenbach, (239 m długi), z którego wjeżdża bezpośrednio w tunel 111 m długi. Po opuszczeniu tunelu zatrzymuje się pociąg na stacji Rosenbach, na której przyłącza się również nowa linia, prowadząca z Villach,

Z tej stacji wznosi się już dwutorowa trasa w dolinie Rosenbach silnymi spadkami w górę i osiąga niebawem północny portal wielkiego tunelu przez Karawanki.

Jestto tunel dwutorowy o długości 7,976 m, zatem po tunelu przez Taury (8,526 m długim) najdłuższy na nowych kolejach alpejskich. Górą przechodzi granica między Karyntyą a Krainą.

Po opuszczeniu tunelu przekracza trasa wysokim nasypem linię kolejową Tarvis-Lublana i zjeżdża podwójną serpentyną w kształcie litery S w dolinę Sawy wurceńskiej (Wurzener Save) na stację Assling, gdzie się łączy, a względnie krzyżuje, z wspomnianą linią Tarvis-Lublana.

Pięć kierunków kolejowych, które się tu z Celowca, z Villach, z Tarvis, z Tryestu i z Lublany schodzą, tworzy z tej stacji punkt węzłowy pierwszorzędnej doniosłości.



Północny portal tunelu przez Karawanki 7976 m dł.

Z inżynierami budowy i konserwacji kolei, którzy nas tu oczekiwali, udaliśmy się pociągiem do następnej stacji „Dąbrowy“ (Dobrava), aby zwiedzić stąd pieszo jedną z najpiękniejszych, a zarazem i najtrudniejszych partyj tej części trasy kolei Bohińskiej (Wocheiner-Bahn).

O godzinie 9:45 przed południem ruszyliśmy grupami, przy sprzyjającej już — jakby na zamówienie — pogodzie, wzdłuż znów tylko jednotorowej linii.

Okolice Dobrawy niezwykle piękna. Od północy widać potężne pasmo Karawanków z najwyższym szczytem „Stołem“ Stol, (Hochstuhl 2239 m), na wschód otwiera się dolina Sawy, od południa zamykają widnokrąg Alpy Julijskie z „Trójgłowem“, (Triglav, 2865 m.)

Niedaleko za stacją zwraca trasa na południe i przechodzi przez bardzo niebezpieczne usuwisko, przesiąknięte wodą. — Małą wzniosłość terenu, którą w zwykłych przypadkach przekroczonyby przekopem, musiano podejść tunelem zaledwie 50 m długim, z zachowaniem wszelkich środków ostrożności.

Po drugiej stronie tunelu znajduje się wysoki nasyp po części na silnym murze oporowym, sto-



Usuwisko i krótki tunel Dobrava. Fot. W. Lasiński.

jącym również na usuwisku. W tej partyi trasy widzieliśmy zastosowanie niemal wszystkich sposobów osuszania i ubezpieczenia stoków i skarp.

Niebawem przekracza kolej kamiennym wiaduktem o rozpiętości głównego łuku 41 m głęboką



Wiadukt przez Vintgar (Rotweinklamm) o rozp. 41 m. Fot. W. Martini.

szczelinę, zwaną Vintgar (Rotweinklamm), w której płynie potok Radovna (Rotwein).

(C. d. n.).

Memoriał Towarzystwa Politechnicznego w sprawie nadzoru kotłów parowych,

wystosowany do c. k. ministerstwa handlu, spraw wewnętrznych i do ministerstwa dla Galicyi.

Na wniosek naszego Oddziału Stanisławowskiego, zastanawiało się Towarzystwo Politechniczne nad sprawę państwowego nadzoru kotłów parowych i innych urządzeń, do których odnosi się ustawa z 7 lipca 1871 r. Ponieważ w tym kierunku skonstatowaliśmy niejedno, co według naszego zdania może być uważane bądźto jako brak w obowiązujących przepisach, bądź też jako brak w wykonaniu tych przepisów, przeto postanowiliśmy się starać u c. k. Ministerstwa o zarządzenie tym brakom w interesie nie tylko bezpieczeństwa publicznego, ale pośrednio także w interesie przemysłu krajowego.

Przepisy wykonawcze do ustawy z 7 lipca 1871, które istnieją bez ważniejszej zmiany od 33 lat, zdaniem naszym, już są w części przestarzałe i wymagają przy ich stosowaniu wielkiej oględności organów wykonawczych, bo interpretacja zanadto surowa, a nawet zanadto ścisła, może bardzo łatwo przynieść szkodę dążącemu ciągle naprzód przemysłowi. Ponieważ w przypadkach wątpliwych interpretacja należy tylko do władz centralnych, więc użycie tych przepisów jest utrudnione. Byłoby zatem bardzo pożądanem, żeby jak najrychlej weszły w życie przepisy nowe, lepiej dostosowane do obecnych warunków. Jeśli in-

formacje nasze są słuszne, zajmuje się c. k. Ministerstwo już od dłuższego czasu studjami nad ulepszeniem tych przepisów, przeto i rychłe wydanie ich nie powinno napotkać na zbyt wielkie trudności.

Wszystkie kotły parowe w kraju naszym, podobnie jak w innych krajach koronnych, są pod nadzorem c. k. władz krajowych politycznych. Kotły ubezpieczone w wiedeńskim Towarzystwie wzajemnych ubezpieczeń kotłów parowych, podlegają nadzorowi i peryodycznym rewizjom inspektorów Towarzystwa. W tym celu kraj cały podzielony jest na 7 okręgów, tak, że na każdego inspektora przypada około 300 kotłów. Wymienione Towarzystwo stara się oczywiście o to, ażeby jego funkcjonariusze odpowiadali zadaniu, które spełnić mają. Muszą być inżynierami budowy maszyn z wykształceniem akademickim, a obok tego muszą mieć zawodową praktykę i stosowne wykształcenie. Oprócz tego inspektorowie ci muszą mieć kwalifikację do egzaminowania palaczy, do ocenienia, czy palacze spełniają swój obowiązek nie tylko ze względu na przepisy bezpieczeństwa, lecz także ze względu na ekonomię wytwarzania pary.

Towarzystwo ubezpieczeń kotłów parowych musi w interesie swoich członków zwracać szczególną uwagę na dwa punkty: 1. nie śmie popaść w sprzeczność z obowiązującymi przepisami prawnymi i 2. musi się starać, żeby zadania przyjęte wykonać w sposób jak najtańszy. Stąd to pochodzi, że niezbyt świetnie sytuowani inspektorowie Towarzystwa ubezpieczeń starają się swoje dochody zwiększać przez wykonywanie robót technicznych, pomiarów i wydawania orzeczeń, zastrzeżonych właściwie autoryzowanym inżynierom cywilnym.

Nadzór państwowy nad czynnościami wymienionego Towarzystwa jest dość trudny w kraju takim jak nasz, gdzie zakłady przemysłowe rozsiadane są rzadko po dużej przestrzeni, nie obfitującej wcale w środki komunikacyjne. Sprawują właściwie ten nadzór tylko trzej fachowi urzędnicy techniczni c. k. Namiestnictwa. Nie można tu liczyć na tych kilku jeszcze fachowców, przydzielanych do niektórych Starostw, bo ci przeciążeni bywają bez tego innymi pracami. Inni technicy, piastujący urząd c. k. komisarzy nadzoru kotłów parowych, nie rekrutują się nawet z pomiędzy inżynierów-mechaników, lecz są inżynierami budowy lub architektami. Otóż, zdaniem naszym, czynność, wymagająca wykształcenia specjalnego i w dodatku doświadczenia, nie powinna być powierzana ludziom, nie mającym tych warunków. Wprawdzie wyjątkowo może urzędnik pracujący tylko według szablonu zapobiedz nieszczęśliwemu wypadkowi przez swoją nadzwyczajną sumiennność, ale to jeszcze nie wszystko. Już rozporządzenie c. k. Ministerstwa handlu z 1 października 1875 r., l. 25021 powiada w §. 1, ustęp 2, że celem autoryzacji należy udowodnić potrzebne wiadomości techniczne, a nadają się do tego szczególnie ci technicy, którzy się wykazują dłuższą praktyką w zawodzie mechanicznym. Więc już wówczas, gdy nauka i praktyka techniczna nie wymagała jeszcze ani w części tej specjalizacji, którą dziś widzimy, zamianowanie architektury c. k. komisarzem nadzoru kotłów parowych byłoby sprzeczne z duchem owego przepisu.

Przemysł, będący w trudnych warunkach, ma prawo żądać, żeby organa nadzorcze umiały wniknąć w jego położenie, żeby umiały ocenić warunki produkcji krajowej i wspierały ją w swoim zakresie, zaś nigdy nie utrudniały.

Wątpić należy także, czy nieliczne organa rządowe potrafią nadzorować skutecznie i szczegółowo czynności owych funkcjonariuszy prywatnego towarzystwa, rozsiadanych po kraju. Nam się zdaje, że nie,

bo najpierw nadzorujący powinien posiadać przynajmniej tyle wiedzy i doświadczenia co ten, którego należy dozorować, a następnie powinien mieć dość czasu na to. Nawet najtężsi inżynierowie budowy i architektki mało potrafią zdziałać w tym kierunku, bo funkcjonariusze prywatni, a nawet palacze i maszyniści często mają nad nimi znaczną przewagę w sprawach zawodowych.

Ale nie są to jeszcze najgorsze usterki, na które pragnęliśmy zwrócić uwagę, bo najprzód prywatni inspektorowie kotłowi są odpowiedzialni sami za siebie; chociażby nie było żadnej kontroli, a następnie odpowiada za ich czynności poważne bądźco bądź stowarzyszenie, obowiązane do zdawania sprawy publicznie.

Daleko fatalniej przedstawia się fakt, że ci sami inżynierowie budowy i architektki (inżynierowie budowy maszyn należą u nas jeszcze do wyjątków na tych stanowiskach) muszą pełnić osobiście urząd c. k. komisarzy nadzoru kotłów parowych. Wszystkie te kotły, których właściciele nie są członkami wymienionego towarzystwa, są według ustawy z 7 lipca 1871 pod bezpośrednim nadzorem rządu. Wtedy rola c. k. komisarza nadzoru kotłów parowych, który jest np. inżynierem budowy i dopiero „ad hoc“ wyuczył się przepisów o nadzorze kotłów — wcale nie jest do pozazdroszczenia. Według rozporządzenia z 9 marca 1882 r. taki komisarz ma np. prawo do powtarzania rewizji kotła w tym samym roku, jeśli spostrzeże usterki w obsłudze. Tego zapewne nie zrobi nigdy, bo brak mu miary do ocenienia „mniej starannej obsługi“.

Nie chcemy zaprzeczać, że technicy dawniejsi, których wykształcenie nie podlegało tak daleko idącej specjalizacji jak dziś, mogli łatwiej spełniać omawiane zadania, zwłaszcza jeśli mieli długoletnie doświadczenie i prawie tylko jeden typ nielicznych kotłów do nadzorowania. Być może, że i dziś cel wskazany przez ustawę może być osiągnięty przez specjalistę odmiennego kierunku, jeśli łączy w sobie wyjątkowe zdolności z usilną pracą i pewną intuicją osobistą, ale w żadnym razie takich wyjątków nie możemy uważać za normę, ani doradzać, żeby obecny stan rzeczy utrzymać nadal. Nie chodzi bowiem o szablonowe wykonywanie przepisów ustawy, lecz o słuszne i życzliwe dla przemysłu przestrzeganie bezpieczeństwa publicznego. Chodzi o to, żeby właściciel kotła, obciążony przepisami i taksami w imię dobra społecznego, był równocześnie traktowany jak można najżyczliwiej, żeby te przepisy nie były dla niego ciężarem, a obecność komisarza kotłowego zdarzeniem niepożądanym, żeby na przyjazd komisarza kotłowego nie czekał zbyt długo, jeśli go potrzebuje, żeby mógł u niego zasięgnąć rady, gdy popadnie w trudności dotyczące obsługi kotłów parowych. Wreszcie powinien ten rządowy nadzorca rzeczywiście przewyższać pod względem zawodowym tych, których ma nadzorować. Kto ma oceniać, czy palacz spełnia swoje obowiązki należycie według przepisów, musi przede wszystkim sam być obznajomiony dokładnie z tą służbą, musi nie tylko zakazywać, lecz powinien także umieć usuwać dostrzeżone braki w sposób praktyczny. Nawet słuszne ocenienie tego, na jakie najwyższe ciśnienie dany kocioł jeszcze może być koncesjonowany, wymaga, zdaniem naszym, o wiele więcej, niż znajomości pewnej liczby przepisów. Koncesjonowanie zakładów przemysłowych nie da się także wykonywać bez pomocy inżynierów, gruntownie obeznanych z całym zakresem motorów przemysłowych.

Zbyt mała obecnie liczba c. k. komisarzy nadzoru kotłów parowych bywa przyczyną niepożądanego zwłoki w wykonywaniu przepisów ustawy; cierpi na tem przemysł i bezpieczeństwo publiczne. Nadzór nad

Sprawozdania z literatury technicznej.

— **Wpływ ogrzewania na żelazo.** W. Campbell w *Metallurgie* (Nr. 22 z 22 listop. str. 772) opisuje swoje doświadczenia nad wpływem jaki wywiera ogrzewanie na fizyczne własności i strukturę żelaza o średniej zawartości węgla (0.4—0.5%). W pracy ilustrowanej licznymi mikrografiami dochodzi badacz amerykański do następujących wyników: Aby wielkość ziarna zmniejszyć w stali (o powyższej zawartości węgla), należy ją ogrzać do temperatury około 750°C, a mianowicie materiał sam z siebie drobnoziarnisty do niższej, — gruboziarnisty do wyższej temperatury; im większa jest zawartość węgla i manganu tem ogrzewanie musi być silniejsze, granice mieszczą się między 735° a 785°C. Stal ogrzana powyżej 710° i ostudzona na powietrzu (a więc w normalnej temp. i dosyć szybko) zwiększa swą moc, a zmniejsza rozciągliwość; odwrotnie ma się rzecz ze stalą powoli w piecu ostygającą.

— **Piasek formierski.** *Zeit. d. Ver. d. Ing.* (Nr. 50 z 14 grudnia str. 1996) podaje sprawozdanie z odczytu Krausa o piasku używanym do robienia form odlewnianych, — materiale, do niedawna zupełnie niedbale traktowanym i powierzonym w zupełności rękom robotnika. Prelegent wskazuje na niezwykłą ważność badania piasku na jego zdatność do formowania, rozważa jego gatunki i skład w stanie naturalnym i sztucznie przyrządzonym, używanym i świeżym, wskazuje na trudności w uzyskaniu potrzebnej plastyczności przy równoczesnej, należytej przepuszczalności mieszaniny, na wpływ kształtu i rozmiarów ziarenek piasku. Uważa za rzecz bezwarunkowo konieczną, aby masy formierskiej nie przyrządzał każdy robotnik dla siebie, lecz żeby było jedno, wspólne miejsce do tego celu, umiejętnie kierowane i należycie wyposażone w maszyny gniotące, mielące, przesiewające, mieszające i transportujące, gdyż od dobrej jakości masy formierskiej zależą w bardzo znacznej mierze korzystne wyniki w odlewni, zarówno techniczne jak finansowe.

— **Wyrób rdzeni do form odlewnianych** odbywa się dziś jak i samo formowanie ile możności przy pomocy maszyn. Jedne z nich pracują zapomocą stempli i form, drugie wyrabiają rdzenie przeciskając masę obrotem ślimaka przez odpowiedni kaliber. *Giesserei-Ztg* (Nr. 23 z 1 grudnia str. 709) opisuje nową maszynę do wyrobu rdzeni wyrobu Küstnera z Drezna, która jest połączeniem obu powyższych systemów i znakomicie pracuje.

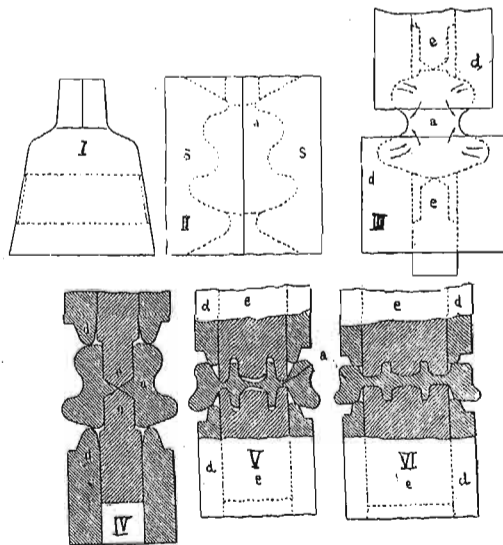
Do poziomego przewodu wsypuje się z góry za pośrednictwem mieszadła masę, poczem stempel poruszany przyrządem korbowym ścisną ją i przepycha przez kaliber o dowolnym kształcie i wielkości. Czynność ta powtarza się raz po raz, wskutek czego powstaje rdzeń dowolnej długości; ażeby każdy nabój łączył się dokładnie z poprzednim, jest stempel zakończony kilku ostrzami, tak, że koniec każdej części rdzenia bywa rozluźniony i łatwo łączy się z dalszą częścią masy. Stempel posiada w środku otwór, przez który przesunięty jest gruby drut, z jednej strony stale utwierdzony, z drugiej dochodzący do kalibru; przy przeciskaniu masy przez kaliber tworzy się wskutek tego w środku rdzenia kanał powietrzny.

— **Porowatość odlewów.** Hove i Stoughton podają w *Metallurgie* (Nr. 23 z 8 grudnia str. 793) wyniki doświadczeń swych na blokach ze stearyny i wosku, dla analogicznego badania warunków, w jakich powstają otwory wewnątrz odlanych bloków stalowych. Interesujące doświadczenia doprowadziły badaczy do wniosków, że otwory w blokach można zmniejszyć przez powolne odlewanie, przez odlewanie bloków w górze szerszych niż w dole (a więc odwrotnie

niż się to robi w praktyce), przez powolne studzenie bloków i zastosowanie nadlewków.

— **Blachy kotłowe.** Inż. Baumann omawia w *Zift. d. Ver. d. Ing.* (Nr. 50 z 14 grudnia str. 1982) przyczyny powstawania w blachach kotłów parowych niewidocznych pęknięć (rys), które są powodem późniejszego uszkodzenia kotła. Jako materiał do wyrobu blach rozważa tylko żelazo zlewne, uważając że żelazo zgrzewane (pułdowe) nie odpowiada już dzisiejszym wymaganiom, stawianym blachom kotłowym. Przyczyny pęknięć dzieli na cztery następująco grupy: 1. Wadliwa konstrukcja kotła; — to, wobec dzisiejszych doświadczeń na polu budowy kotłów, uważa za wyjątkowy i w pierwszorzędnym fabrykach prawie nie zdarzający się wypadek. 2. Nieodpowiednia jakość blachy dostarczonej przez walcownię, jużto wskutek szkodliwych, a zazwyczaj nierównomiernie rozmieszczonych przymieszek chemicznych, jużto wskutek użycia do walcowania bloków z częściami zawierającymi otwory tworzące się przy krzepnięciu bloka. 3. Nieodpowiednie obchodzenie się z blachą w czasie przeróbki (przegrzanie, nagłe ostudzenie, nieoględne prostowanie, przebijanie, nitowanie itd.), przez co w materiale powstają naprężenia; to jednak da się usunąć przez umiejętne wyżarzanie i wystudzenie blachy, naturalnie o ile już nie popękła. 4. Wpływy działające w ciągu używania kotła: a) normalne (działanie wysokiego ciśnienia pary, ciągłych zmian temperatury itp.); b) nienormalne, wskutek wadliwego obmurowania, nagłego oziębienia, nieumiejętnego palenia, braku wody itd. Na końcu swej pracy dochodzi autor do wniosku, że normy przepisane dla odbioru blach kotłowych i kotłów nie są dostateczne dla zapobieżenia uszkodzeniom i wypadkom, ale dopiero dalsze, dokładne badania właściwości materiałów używanych do budowy kotłów mogą dać wskazówki do ułożenia lepszych przepisów.

— **Prasowanie kół wagonowych.** O ile w Europie używane są walcowane koła z żelaza zlewne z nasuniętą obręczą stalową, — to w Ameryce wchodzi w powszechne użycie koła wyrobione z jednego kawałka stali wraz z obręczą. *Stahl u. Eisen* (Nr. 50 z 11 grudnia str. 18.2) opisuje sposób wykonania takich kół zapomocą prasy. Blok surowy ma kształt przedstawiony na szkicu I (rys. 1); w miejscu, które ma utworzyć wie-



Rys. 1.

niec koła, jest on obtoczony (linia kreskowana). Zauważając, że blok dostanie się na prasę, podlega przygotowanemu formowaniu w formach S (II) naciskanych z obu stron w kierunku poziomym, i otrzymuje kształt a. Po odcięciu górnej i dolnej wystającej części, blok dostaje się na właściwą prasę i w czterech po sobie następujących

okresach (III, IV, V i VI) podlega stopniowemu prasowaniu między formami *d* i *e*, które poruszają się niezależnie od siebie, zagłębiając się głębiej lub płycej. Z pod formy VI wyjęty blok przebija się w środku, a następnie walcuje aż do wykończenia wieńca. Przez kolejne zastosowanie odpowiednio ukształtowanych form materiał doznaje dokładnego przerobienia, a prasa pracując okresowo nie wymaga zbyt wysokiego ciśnienia. Formy umieszczone są na dźwigarach ustawionych na wózku, tak, że z łatwością dają się podsuwać pod prasę. Cała praca odbywa się za jednorazowym rozgrzaniem bloka.

— **Elektryczne zgrzewanie.** Inż. Bock opisuje w *Zft. d. öst. Ing. u. Arch.-Ver.* (Nr. 48 z 29 listopada str. 841) nową maszynę do zgrzewania blach, zbudowaną przez Allg. Elect. Ges. w Berlinie. Zgrzewanie zastępuje nitowanie przez to, że dwie blachy łączy się w podobny do nitowania sposób, zgrzewając je punktami ze sobą w jednakowych odstępach; można ten sposób stosować także przy wyrobieniu naczyń żelaznych do przytwierdzania uszek, dzióbek itd. przed emaliowaniem; maszyna ta znalazła również znaczne zastosowanie w kowalstwie artystycznym. Narzędzie do ogrzewania tworzą dwa ramiona będące biegunami elektrycznymi, dolne nieruchome dźwiga rodzaj kowadła, górne ruchome zastępuje stempel maszyny do nitowania, lub młotek przy zwykłym zgrzewaniu; przy naciśnięciu pedału (robotnik ma obie ręce wolne) ramię ruchome opada i przyciska obie blachy do kowadła, przy dalszym silniejszym naciśnięciu następuje złączenie prądu, który miejsce ściśnięte rozgrzewa do białości, wskutek czego w tym punkcie następuje natychmiast połączenie obu blach. Elektrody są chłodzone wodą, a zużycie prądu wynosi, zależnie od grubości blachy 3—15 *KWh*. Maszyna wskutek swego prostego urządzenia jest łatwa do obsługi i pracuje bardzo szybko.

— **Szlifowanie kół zębatach.** Przy budowie samochodów używa się do przenoszenia znacznych sił kół zębatach małych rozmiarów o wielkiej wytrzymałości na uderzenia, które powinny mieć bardzo spokojny ruch. W tym celu wyrabia się je ze stali chromo-niklowej o wytrzymałości na rozciąganie 90 *kg/mm²* i hartuje. Ponieważ przy tej czynności zęby się często deformują, wygładza się je na szlifierce o tarczy profilowanej według kształtu zębów. Robota odbywa się na podobieństwo frezowania kół, w ten sposób, że koło obraca się, zęby jego więc toczą się po obracającej się tarczy szmirglowej otrzymując właściwy kształt; tarcza szmirglowa zaś wykonywa ruch postępowy w kierunku długości zęba. W ten sposób wyrobić można zazębienie o bardzo wielkiej dokładności. (*Werkstattstechnik* Nr. 12 z grudnia str. 625).

— **Trwałość słupów telegraficznych** rozważa Novotny w *Elektrotechnik u. Maschinenbau* (Nr. 48 z 1 grudnia str. 927) na podstawie danych statystycznych zebranych przez dyrekcje austriackich urzędów pocztowych. W Austrii używa się słupów impregnowanych siarkanem miedzi lub nieimpregnowanych wcale. Materiałem na pierwsze jest sosna, jodła i świerk, na drugie obok powyższych, najczęściej modrzew, rosnący obficie w krajach alpejskich, a czasami dąb (na Bukowinie) i kasztan prawdziwy (w Krainie). Wykazy statystyczne pouczają, że trwałość słupów jest bardzo zmienna, zależnie od kraju; tak np. impregnowane słupy najdłużej pełnią służbę w Galicyi i Bukowinie, najkrócej w obu Austriach, gdzie musiano się w ostatnich latach zwrócić do słupów impregnowanych kreo-zotem, obiecujących dłuższą trwałość. Słupy modrzewiowe nieimpregnowane okazały się bardzo dobrymi i mają szerokie zastosowanie; — dlatego w krajach alpejskich, gdzie to drzewo rośnie, niema wcale zakła-

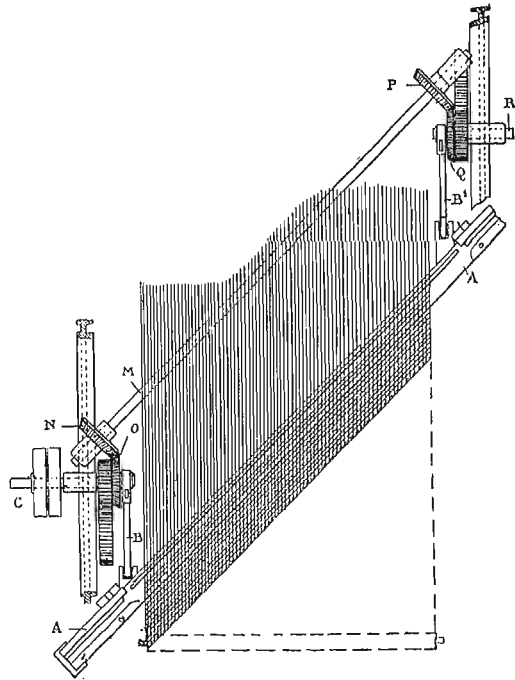
dów do impregnowania słupów. Koszta impregnowanego słupa, trwającego około 8 lat, wynoszą w Austrii przeciętnie 3·58 K, w poszczególnych krajach, gdzie słupy szybciej ulegają zniszczeniu, dochodzą do 5·70 K i tu bywają zastępowane materiałem nasycanym kreo-zotem. Słupy nieimpregnowane sosnowe, jodłowe i świerkowo trwają przeciętnie 4 lata i kosztują rocznie 6·25 K, modrzewiowe przy 9-letniej służbie 3·57 K, są więc ze wszystkich najkorzystniejsze w użyciu — naturalnie tam, gdzie ich można na miejscu dostać, bez dalekiego dowozu. Doświadczenia ze słupami kreo-zotowymi są zbyt jeszcze krótkie, by je można ująć w cyfry, dotychczasowe obserwacje wypadają dla nich dodatnio i przypuszczać można, że będą trwały około 15 lat. Obecnie dyrekcje pocztowe robią doświadczenia także z innymi sposobami impregnowania.

— **Impregnowanie drzewa** celem zabezpieczenia go od ognia ma znaczenie dla wozów kolejowych, tramwajów elektrycznych itp. w razie rozgrzania się łożyska lub innych przypadków, mogących wywołać pożar wozu. Próby odebrania drzewu palności wykazały, że praktycznie zadanie to nie da się przeprowadzić z powodu zbyt wysokich kosztów, — natomiast można zmniejszyć zapalność drzewa do tego stopnia, by w zetknięciu z ogniem tylko powoli się zwęglowało, a po usunięciu ognia natychmiast gasło. Środki do ogniotrwałego nasycania drewna muszą być złymi przewodnikami ciepła, nie mogą zawierać wody, która wyparowuje po jakimś czasie i zmienia odporność środka zabezpieczającego, nie mogą wreszcie zmniejszać mocy drzewa, ani utrudniać jego obróbki. Do najlepszych środków zabezpieczających należy roztwór kwasu fosforowego w amoniaku, z którego przy wysokim ogrzaniu wydziela się amoniak i jako gaz niezapalny gasi ogień powstający zaś w drzewie kwas fosforowy pokrywa je ochronną warstwą. Impregnowanie odbywa się w znany sposób przez wypompowanie z drzewa soków i powietrza i następnie wciskanie w nie roztworu; po wysuszeniu drzewo pozwala się łatwo obrabiać, malować i zachowuje swą moc. Koszta impregnowania tym sposobem mają być stosunkowo nie wielkie. (*Zft. f. Dampfessel u. Masch. Betrieb* Nr. 52 z 27 grudnia str. 549).

— **Trwałość papieru.** W *Mitteil. a. d. legl. Pri-fungsamt* (Nr. 3 z 1907 str. 116) zwraca prof. Herzberg uwagę na bardzo zły stan różnych, dla przyszłości ważnych wydawnictw, które już po krótkim czasie formalnie się rozpadają wskutek złego papieru, na którym je wydrukowano. Dotyczy to także pism codziennych, mających być kiedyś dla historyka naszych czasów doniosłym źródłem wiadomości, które drukowane są przeważnie na papierze z masy drzewnej, ulegającej bardzo szybko zniszczeniu. Zwraca uwagę jak niezbędną jest rzeczka dla przyszłości publicznych bibliotek rozpocząć akcję przeciw używaniu złych papierów na tego rodzaju wydawnictwa i proponuje, aby przynajmniej, — jak to robią już pewni nakładcy i pewni wydawcy pism codziennych, obowiązkowe egzemplarze dla bibliotek publicznych drukowane były na trwałym papierze.

— **Przędalnictwo lnu.** W przeróbce lnu i innych włókien lkowych używano dotąd wyłącznie przędziarek stałych. *Leipz. Monatschrift f. Text. Ind.* (Nr. 10 z 31 paździer. str. 301) opisuje opatentowany pomysł Francuza Guillemaud'a zastosowania do tego celu selfaktora, wskutek czego można wyrobić przędzę jednodajniej skręconą i nawiniętą na zwykłe cewki papierowe. Przy przędzeniu na sucho umieszczony jest tuż przy wózku selfaktora przyrząd wyciągający, składający się, podobnie jak przy przędziarkach stałych, z wałków wyciągających, pomiędzy którymi poruszają się listwy lub płótna iglaste. Przy przędzeniu na mokro znajduje się w tem miejscu zbiornik z wodą zwilżającą włókna.

— **Tkaniny ukośnie tkane.** Wymagania handlu i mody, aby rozporządzać wciąż nowymi i niezwykłymi wzorami, są powodem powstawania nowych pomysłów w technice tkackiej i, co zatem nierozłącznie idzie, nowych przyrządów, pozwalających wykonać owe pomysły. Tu zaliczyć trzeba wyrób tkanin z przędzy splatającej się nie pod kątem prostym, ale ukośnie. Można to osiągnąć albo ze zwykłej tkaniny przez użycie przy wykończaniu pewnych maszyn przesuwających nitki w położenie ukośne, albo, jeżeli przesunięcie ma być znaczne, przez wplecenie ich ukośnie już w czasie tkania. Taki przyrząd przedstawia rys. 2. Pomiędzy rów-



Rys. 2.

noległe nitki osnowy wplata się wątek zapomocą ukośnie ustawionej lady *A*, która poruszając się równoległe do nitki osnowy, wciska pomiędzy nie wątek w kierunku równoległym do swego położenia. Mechanizm ruchu widoczny z rysunku jest następujący: Koło popędowe *C* wprawia w ruch jedną stronę lady zapomocą korby *B*, a za pośrednictwem kół ząbionych stożkowych *O*, *N*, *P*, *Q* i wału *M* i *R* porusza drugą korbę *B*₁, wskutek czego obie strony lady poruszają się jednakowo i równoległe do osnowy, (*Leipz. Mtschft. f. Text. Ind.* Nr. 10 z 31 października str. 309).

— **Drukarstwo tkanin.** Dla umożliwienia równoczesnego drukowania kilku barw na sobie na maszynie cylindrycznej zastosowuje *Rotzinger* pomiędzy każdą parą walców drukujących suszenie zapomocą gorącego powietrza. Służy do tego kilka rurek z dyszami zwróconymi ku tkaninie, przez które wypływa strumień powietrza. Aby jednak sąsiadujące z przyrządem suszącym walce drukujące nie zasychały pod wpływem gorącego powietrza, znajdują z obu stron wyżej wspomnianych rurek dwa przewody ssące, które powietrze gorące natychmiast odprowadzają, tak że suszenie ogranicza się na przestrzeni zajętej przez rurki suszące i dalej nie sięga. (*Leipz. Monatschft. f. Text. Ind.* Nr. 10 z 31 paździer. str. 816).

— **Mierzenie tkanin** uskutecznia się zazwyczaj przy pomocy wąskiego paska papieru, z oznaczoną na nim miarą w metrach. Pasek taki zwija się wraz z tkaniną, przez co koniec sztuki wskazuje na pasku jej długość, a w miarę sprzedaży można każdej chwili odczytać długość, jaka jeszcze pozostała. Ponieważ miary papierowe przedstawiają dla fabryki pewien wydatek — a na tkaninach delikatnych odciskają się przy zwijaniu,

pozostawiając ślad trudny do usunięcia, starano się je zastąpić znaczeniem wprost na tkaninie długości w metrach farbą dającą się wilgotnym płatkim łatwo usuwać. Taki przyrząd pochodzenia szwajcarskiego pod nazwą „metra“ opisuje *Leipz. Monatschft. f. Text. Ind.* (Nr. IV specjalny z grudnia str. 150). Na stole, po którym przeciąga się przy mierzeniu tkaninę, przytwierdza się przyrząd; głównym jego organem jest kółko miernicze uzbrojone igielkami wbijającymi się w tkaninę. Gdy tkaninę przeciągamy, kółko miernicze przyciśnięte do niej, zaczepiając się igielkami obraca się z tą samą szybkością obwodową i przenosi ruch na mechanizm liczący obroty, który po każdym metrze przeciągniętej tkaniny wybija liczbę metrów poczynając od jednego. Mierzenie jest zupełnie pewne, bo kółko nie może się ślizgać po powierzchni tkaniny, miara da się w każdym miejscu sztuki odczytać, mierzenie jest tańsze niż przy użyciu paska papieru, nie pozostawia śladu na tkaninie i nie zawodzi, jak się to dzieje, gdy papierowy pasek mierniczy się przerwie i przesunie.

— **Usuwanie mgły** w farbiarniach i tp. fabrykach, gdzie się dużo pary wytwarza i przy oziębieniu w porze jesiennej i zimowej tworzy mgłę, jest zadaniem niełatwym a ze wszech miar pożądanym tak ze względu na pracujących, jak i na wyrób, którego dozorowanie w gęstej mgłę nadzwyczaj jest utrudnione. Sposoby przeciwnie mgłę stosowane, a nawet w pewnych krajach ustawowo obowiązujące polegają albo na b. silnej wentylacji farbiarni, lub ogrzewaniu w niej powietrza do tej temperatury, w której nie wydziela pary, a więc pozostaje przezroczyste; jednakże sposoby te albo nie spełniają dobrze swego zadania, albo też są bardzo kosztowne, a przytem utrudniają pracę już to wskutek powstających przy wentylacji prądów powietrza o różnej temperaturze, już to wskutek wielkiego gorąca.

Färber-Zeitung (Nr. 23 z 1 grudnia str. 353) podaje sposób dający się niekiedy z korzyścią zastosować. Przy każdej farbiarni znajduje się kocioł parowy dostarczający pary potrzebnej do gotowania; według owego sposobu łączy się przestrzeń ponad kotłownią zapomocą obszernej rury drewnianej z farbiarnią i prowadzi ją przez całą długość pracowni. U początku rury umieszczony wentylator wciska gorące powietrze z kotłowni do przewodów, z którego ono wchodzi do farbiarni otworami porobionymi w pewnych odstępach; powietrze w farbiarni ogrzewa się i mgła znika. Sposób opisany może tylko w pewnym stopniu mgłę usuwać, bo jej powstawanie zależy od temperatury zewnętrznego powietrza, i stopnia do jakiego jest nasycone parą, a także od mniej lub więcej intensywnej roboty — a zatem ilości równocześnie czynnych kotłów i kadzi farbiarskich, w każdym razie — co już praktyka stwierdziła, stanowi w wielu przypadkach znaczne polepszenie. Że jednak zużycie opału pod kotłem musi się przez to zwiększać, bo promieniowanie ścian jego obmurowania będzie zważsze przy odprowadzaniu gorącego powietrza z otoczenia — to chyba nie ulega wątpliwości. *Dr. St. Anczyz.*

— **Nowe doświadczenia ze słupami żelazno-betonowymi** wykonał prof. *Talbot* na uniwersytecie Illinois (*Eng. Record* 1907_{II} str. 145). Autor zmierzył dokładnie odkształcenie betonu i żelaza i otrzymał stosunek między natężeniem stali i betonu z początku 13, dla obniżenia $\frac{3}{4}$ ciężaru łamiącego 18, a przy złamaniu 26. Słupy były o przekroju okrągłym ($d=30$ cm) a wysokości 2 74 m i 3 05 m. Badaniu poddano 3 serye: 1. słupy betonowe, 2. słupy wzmocnione okrągłymi obręczkami i 3. słupy owijane. Obręczki były w odstępach 5 cm, w niektórych 7 6 i 10 cm. Prętów podłużnych nie użyto z wyjątkiem cienkich pręcików, które były potrzebne dla utrzymania obrę-

czek i drutu owijanego w należytem odstępie. Autor mierzył także odkształcenia poprzeczne i otrzymał wartość współczynnika Poissona dla małych natężeń 10 lub mniej nieco, dla największych natężeń spada do 4 i 3.3. Dla słupów uzbrojonych obręczkami początek doświadczenia był taki sam, jak dla słupów betonowych. Dla ciężaru, pod którymi słupy betonowe się łamały lub nieco wyżej, beton okrywający obrączki pękał i odpadał, poczem skrócenia słupa były stosunkowo do siły znacznie większe, a tak samo rosły i odkształcenie poprzeczne i ugięcie słupa. Ugięcie tu wynosiło w końcu nareszcie 10 do 12 cm. Ostatecznie słupy się łamią, gdy żelazo obrączek przekroczy granicę płynności. Parcie poziome na obrączki wynosi około 0.35 zwykłego ciśnienia pionowego nad ciśnieniem, pod którym słup betonowy się łamie. Autor zwraca uwagę na tę okoliczność, że skrócenie słupa przy wzmocnieniu obręczkami jest dla najw. P kilka razy większe, niż dla słupów z prętami podłużnymi, więc uzbrajanie równocześnie słupów prętami podłużnymi i obręczkami okazuje się nieekonomiczne.

Dr. M. Thullie.

WIADOMOŚCI OSOBISTE.

Obywatelstwo honorowe nadała rada gminna Skąły Inż. Augustowi Marcelemu Eustachiewiczowi

z powodu zasług położonych około interesów mieszkańców tego miasteczka.

ROZMAITOŚCI.

— VIII międzynarodowy Kongres Architektów odbędzie się pod protektoratem Najjaśniejszego Pana we Wiedniu w dniach 18—24 maja b. r. Równocześnie odbędzie się tam też międzynarodowa Wystawa sztuki budowlanej.

— Celem zabezpieczenia dostawy materiałów faszynowych do budowy regulacyjnych odbędą się rozprawy ofertowe, a to:

Dnia 17 lutego 1903 o godz. 12-tej w południe w biurze c. k. Kierownictwa budowy regulacji Skawy w Wadowicach, dnia 27 lutego w takich samych biurach w Przemyślu i w Nowym Sączu.

OD REDAKCYI.

Do dzisiejszego numeru dołącza się dla członków Tow. Pol.: „Sprawozdanie z czynności za r. 1907“, oraz 4 tablice z widokami perspektyw, nagrodzonych projektów przebudowy ratusza lwowskiego. Resztę rysunków i odnośny artykuł przyniesie numer następny naszego pisma.

ZWYCZAJNE WALNE ZGROMADZENIE

członków Towarzystwa Politechnicznego odbędzie się we środę dnia 26 lutego 1908, początek o godzinie 6-tej wieczór w lokalu Towarzystwa, przy ul. Zimorowicza l. 9.

Porządek dzienny:

1. Zagajenie.
2. Odczytanie protokołów z ostatniego zwyczajnego i nadzwyczajnego Walnego Zgromadzenia.
3. Sprawozdanie z czynności Towarzystwa za r. 1907.
4. „ kasowe za r. 1907.
5. „ Komisji lustracyjnej.
6. Wybory: prezesa, 2 zastępców prezesa i 8 członków Wydziału głównego.
7. Wybór 5 członków Komisji lustracyjnej.
8. „ Sądu honorowego.
9. „ „ polubownego.
10. Wybór 6-ciu członków Komisji dla rozdawnictwa nagród konkursowych imienia br. Gostkowskiego.
11. Zatwierdzenie darowizny skrawka gruntu pod ulicę na rzecz gminy miasta Lwowa.
12. Wnioski.

W razie braku kompletu odbędzie się drugie Walne Zgromadzenie tego samego dnia i w tym samym lokalu o godzinie 7-mej wieczór, którego uchwały w myśl § 32 statutu będą prawomocne bez względu na liczbę członków.

Lwów, dnia 6 lutego 1908.

Za Wydział główny:

A. W. Krüger,
sekretarz.

L. Syroczyński,
prezes.

VI. Pośrednictwo pracy.

Posady wakujące dla	Poszukujący pracy
8. Inżyniera powiatowego w Nowym Sączu (patrz inserat).	
9. Naczelnika urzędu budowniczego w Czerniowcach.	
10. Budowniczego w Żywcu (patrz inserat).	

Redaktor odpowiedzialny: Wiktor Syniewski.

Nakładem Towarzystwa Politechnicznego we Lwowie
Z I. Związkowej Drukarni we Lwowie, ul. Lindego 4.