

CZASOPISMO TECHNICZNE

ORGAN TOWARZYSTWA POLITECHNICZNEGO WE LWOWIE.

Rocznik XXVII.

Lwów, dnia 10 sierpnia 1909.

Nr. 15.

TREŚĆ: Inż. M. Eugeniusz Lyssy: O granicy prędkości jazdy (Dokończenie). — Inż. M. Jasiński: O obliczaniu wymiarów belek żelazno-betonowych systemu Hennebique'a (Ciąg dalszy). — Stefan Władysław Bryła: Przyczynek do uogólniania pojęć płaszczynowych statyki budowli. — Dypl. inż. Wiesław Chrzanoowski: Praktyczne wykształcenie inżynierów budowy maszyn. — Sprawozdania z literatury technicznej.

O granicy prędkości jazdy

na kolejach żelaznych ze względu na mechanikę, bezpieczeństwo i ekonomię ruchu.

Wykład Inż. M. Eugeniusza Lyssego, wygłoszony dnia 4 marca 1908 na zebraniu członków Towarzystwa Politechnicznego we Lwowie.

(Dokończenie).

W kolejnictwie rozróżniamy trzy rodzaje siły pociągowej:

1. siłę pociągową indykowaną;
2. " " na obwodzie kół popędowych;
3. " " " sprzęgłe parowozu (jaszczyka).

Ta ostatnia jest dla naszych praktycznych celów najważniejsza.

Siłę pociągową na sprzęgłe parowozu (jaszczyka) można przedstawić w układzie rzędnych krzywą łamaną, składającą się z 2 części. Część pierwsza jest mniej, część druga więcej nachylona do osi odciętych. Punkt przejściowy leży, zależnie od konstrukcji i typu parowozu, między chyżościami 40—60 km w godzinie. O położeniu, nachyleniu i długości pierwszej części krzywej decyduje w pierwszym rzędzie wielkość adhezji (tarcia użytecznego), zależna od liczby i obciążenia kół sprężonych, i ona ogranicza przy małych prędkościach jazdy wielkość siły pociągowej na sprzęgłe. Na kształt drugiej części krzywej, wpływa przy wyższych prędkościach, w pierwszym rzędzie wydajność kotła, wielkość jego powierzchni ogrzewanej, a następnie sprawność maszyn parowych parowozu.

Siła pociągowa parowozu na sprzęgłe jaszczki nie jest bowiem niczem innym, jak tylko oporem ruchu wozów (dla każdej prędkości jazdy) przyczepionych do parowozu, naturalnie pod założeniem, że parowóz jedzie całą siłą pary.

W ten sposób rozumując, możemy wyrazić siłę pociągową na sprzęgłe, dla toru prostego i poziomego i każdej prędkości jazdy, prostym wzorem

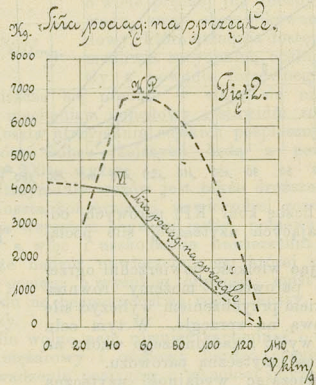
$$Z = W_w \cdot kg$$

w którym to wzorze W_w oznacza opór ruchu wozów dla toru poziomego i prostego.

Przy obliczaniu siły pociągowej na sprzęgłe dla przestrzeni nierównych, górzystych, należy uwzględnić opory wzniosłów, względnie spadków, a nadto siłę opóźnienia, względnie przyspieszenia, spowodowaną rotacją mas kół. Zazwyczaj przyjmuje się przy liczeniu siły pociągowej na sprzęgłe, że masa rotujących (toczących się) kół, wynosi w przybliżeniu 8% masy całego pociągu.

Najprostszym sposobem ścisłych pomiarów siły pociągowej na sprzęgłe jest pomiar dynamometrem, który włączony jako sprzęgło znaczy wielkość tej siły.

Rezultaty tego rodzaju pomiarów siły pociągowej uwidocznione są na fig. 2 i 3 dla sześciu



głównych typów parowozów pospiesznych (zestawienie 4) używanych przy ruchu pospiesznych w Europie.

Wykres fig. 2 przedstawia siłę pociągową na sprzęgłe jaszczki parowozu serii 6¹⁾ wyznaczoną przez inżyniera Sanzina²⁾. Krzywa I przedstawia siłę pociągową przy normalnym nateżeniu kotła. Próby robiono do prędkości oznaczonych w wykresie pełną linią. Jeżeli krzywą I przedłużymy do osi odciętych, zobaczymy, że parowóz serii 6 przy prędkości jazdy 130 km/g jest

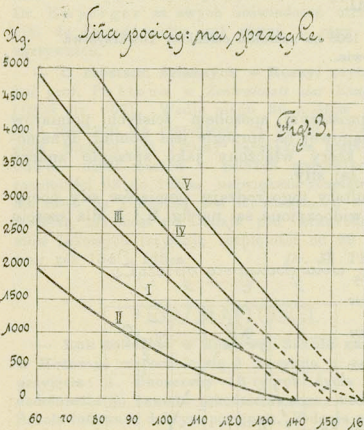
¹⁾ Parowozy tego typu używane są ogólnie w Austrii do pędzenia pociągów pospiesznych.

²⁾ Z. d. V. d. Ing. 1906, str. 119.

Zestawienie 4.

Nr.	Własność	Zbudowany w roku	Liczba kół sprzężniowych	Rodzaj budowy	Średnica cylindrów							
					skok	Średnica kół popędow.	Powierzchnia ogrzewalna	Powierzchnia rusztu	Obciążenie w kotle	Obciążenie kół sprzężni.	Średnica kół parowozu w szlabie	Średnica kół jaszczyka w szlabie
					m/m	m/m	m ²	atm	t	t	t	
I	Angielska kolej półn.-wschod.	1895	1/4	bliźniaczy	483/610	2318	105·8	1·92	12·5	18·23	45·82	80·7
II	Politechnika w Purdue	1896	3/4	"	431/610	1600	123·0	1·61	10·0	26·3	39·92	80·0
III	Londyńska kolej półn.-zach.	1904	3/4	"	483/630	2057	186·7	2·07	12·5	36·6	60·7	98·3
IV	Francuska kolej północna	1896	3/4	4 cylindr. Compound	340×580 640	2130	175·5	2·30	15·0	31·01	50·4	91·4
V	Badeńskie koleje państw.	1903	3/5	"	335×570 620	2100	210·1	3·87	16·0	31·86	74·0	123·2
VI	Austryackie koleje państw.	1902	3/4	2 cylindr. Compound	560×760 690	2100	156·0	3·00	13·0	28·7	55·7	94·9

w stanie zaledwie siebie pędzić. Krzywa II przed-



ników pomiarów wydajności, przeprowadzonych oddzielnie dla pary nasyczonej i przegrzanej przez prof. Gossa i Borriessa i inżynierów Nadal'a i Garbego. Prof. Borriess wyraził na podstawie licznych prób¹⁾ wydajność 1 m² powierzchni ogrzewalnej kotła parowozu pospiesznego 4 cylindrowego, pracującego parą przegrzaną i różnych prędkości jazdy (różnej liczby obrotów kół popędowych w sekundzie) krzywą I, przedstawioną na wykresie fig. 5. Inżynier Garbe²⁾ wyznaczył wydajność 1 m² pow. ogrzewalnej tego samego typu parowozu i pary przegrzanej krzywą II (fig. 5). — Z kształtu tych krzywych widoczne, że przy parze nasyczonej najwyższe wartości leżą między 4—5, a przy parze przegrzanej między 5—6 obrotami kół popędowych w sekundzie.

Opierając się na tych doświadczeniach starałem się wyliczyć (w przybliżeniu) siłę pociągową na sprzęgle w granicach prędkości 90—180 km/g dla parowozów pospiesznych możliwie najsprawniejszych, pracujących parą przegrzaną i posiadających ~ 240 m² powierzchni ogrzewalnej, których sprawność, odpowiadająca wielkości tej powierzchni, powinna wynosić około 2000 HP. Ponieważ pociągi jeżdżą przez cały rok, więc para, wytworzona w kotle musi być użyta nietylko

stawia liczbę koni (KP) parowych, odpowiadających użytecznej sile pociągowej.

Znając wielkość powierzchni ogrzewalnej parowozu, możemy również z wielkim przybliżeniem wyliczyć siłę pociągową na sprzęgle. W tym celu należy wyjść z zasadniczego wzoru na wydajność użyteczną parowozu.

Oznaczając wydajność użyteczną parowozu w koniach parowych przez N , opór ruchu pociągu przez W , opór ruchu parowozu i jaszczyka przez W_p , opór ruchu wozów przez W_w a prędkość jazdy w km/g przez V otrzymamy:

$$N = \frac{W \cdot V}{270}, \text{ a ponieważ}$$

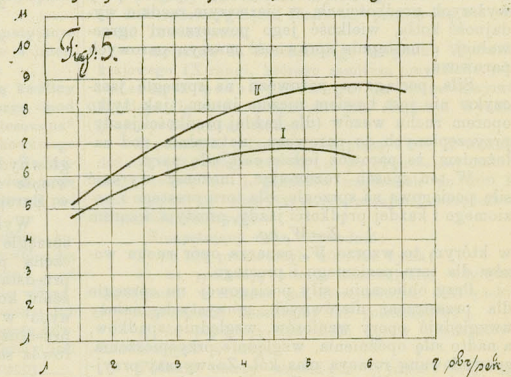
$$W = W_p + W_w \text{ więc}$$

$$N = \frac{(W_p + W_w) \cdot V}{270}, \text{ a stąd}$$

$$W_w = \frac{270 N}{V} - W_p = Z \dots 5)$$

Opór W_p możemy dla każdej prędkości jazdy V wyliczyć z wzoru 2), wartość na N można przyjąć na podstawie wy-

KP. Wydajność 1 m² pow. ogrzewalnej.



1) E. T. d. G. str. 72.
2) Die Dampflok. der Gegenwart, str. 236.

do pędzenia pociągu, lecz w zimie do ogrzewania pociągu, a w ciągu całego roku do uruchomiania hamulca. Przyjąłem więc, że w zimie około $20 m^2$ pow. ogrzewalnej musi obsługiwać pociąg. Parowóz więc w rzeczywistości może oddać tylko ~ 1800 KP na pędzenie pociągu.

Do obliczenia siły pociągowej przyjąłem dwa typy parowozów: parowóz A (konstrukcji normalnej) i B (zabudowany), a to w tym celu, ażeby wykazać, o ile sprawność parowozu można podnieść przez zastosowanie odpowiedniego kształtu ze względu na opory ruchu.

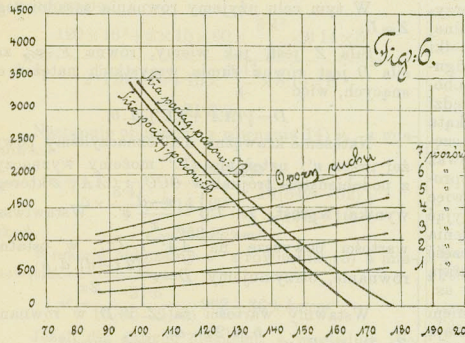
W dalszej konsekwencji przyjąłem wielkość powierzchni parowozu, wywołującej opór powietrza dla parowozu typu A:

$$F = 11 m^2$$

dla parowozu typu B:

$$F_1 = 7.5 m^2.$$

X_g Siła pociągowa parowozów A i B.



Wykres fig. 6 wykazuje, że parowozy te mogłyby ciągnąć po torze prostym i poziomym:

parowóz A:

7, 6, 5, 4, 3, 2, 1 wóz

z prędkością:

$\sim 128, 132, 136, 139, 144, 148, 152$ V km/g

parowóz B:

7, 6, 5, 4, 3, 2, 1 wóz

z prędkością:

$\sim 133, 137, 141, 145, 150, 155, 161$ V km/g

a przy prędkościach jazdy 165, względnie 177 km/g byłyby w stanie zaledwie siebie pędzić.

Należy tu jednak nadmienić, że na przyjętą do obliczenia siłę pociągową stała (trwała) wydajność kotła (7 względnie 9 HP na $1 m^2$ pow. ogrzewalnej) niepodobna u parowozów w codziennym ruchu liczyć. Taką wydajność można osiągnąć tylko podczas próbnych jazd, specjalnie w tym kierunku przeprowadzanych, przy ścisłym przestrzeganiu wszelkich warunków, mogących wpłynąć na ekonomiczną pracę parowozu — o czym nie może być nawet mowy w ruchu codziennym.

W roku 1902 rozpisali Towarzystwo inżynierów niemieckich „Verein deutscher Maschineningenieure“ w Berlinie konkurs¹⁾ na projekt pociągu (parowozów i wozów), który mógłby przy średniej chyżości 120 a największej 150 km w godzinie, jechać bez przerwy 3 godziny i przewozić 100 po-

dróżnych. Pociąg ma ważyć ~ 180 t (nie wliczając ciężaru parowozu).

Już samo ogłoszenie tego konkursu wywołało krytykę fachowych kół technicznych, które orzekły, że tego rodzaju projekt może być tylko uznany jako zagadnienie czysto akademickie, bez większego znaczenia praktycznego, gdyż nie można nawet przypuścić, ażeby pociąg pospieszny, mogący pomieścić tylko 100 osób, opłacił się. — Z wielu nadesłanych projektów¹⁾ uznał sąd konkursowy w r. 1904 prace inżynierów Peglwa i Mehliasa za najlepsze i przyznał obu tym autorom po 2500 M nagrody. — Przy konstrukcji parowozów i wozów zastosowano wszelkie ulepszenia i wynalazki do ostatniej chwili, w celu zmniejszenia oporu powietrza parowozy zabudowano, martwy ciężar pociągu wyrugowano do minimum, zastosowano parę przegrzaną itd., a mimo to do pędzenia pociągu z stosunkowo niewielką chyżością i przewozu tylko 100 osób podczas bezwzględnej ciszy, na torze prostym i poziomym powstały kolosy, spoczywający na 6 i 7 osiach a ważące do 110 ton. Należy tu jeszcze zauważyć, że dopiero praktyka wykazałaby, czy te parowozy byłyby wogóle w stanie pędzić pociąg, ważący 180 t, z prędkością 150 km/g.

Na dalsze zwiększenie kosztów szybkiej jazdy muszą wpłynąć wyższe koszty utrzymania parku kolejowego, rosnące ze wzrostem prędkości jazdy. Parowozy, przeznaczone do pędzenia pociągów z wysoką prędkością, zużywają się o wiele prędzej już choćby z powodu swej skomplikowanej budowy, która utrudnia dostęp i uniemożliwia racjonalną obsługę. Kłoty z powodu forsownego palenia niszczą się prędko — stają się nieszczelnymi, mechanizm popędowy i stawido rozluźnia się. Koszta utrzymania ciężkich pospiesznych parowozów wobec lżejszych będą z pewnością o 150—200% wyższe.

Utrzymanie wozów jest także droższe. Koszta konserwacji nawierzchni rosną również ze wzrostem chyżości jazdy, ponieważ nateżenia, a więc i uszkodzenia nawierzchni rosną, a także nadzór nawierzchni, po której przejeżdżają pociągi o wysokiej chyżości, musi być ze względu na bezpieczeństwo ruchu lepszy, a więc droższy.

Nie wolno nam również zapominać o tem, że ruch ciężarowy i osobowy bardzo cierpi przez wprowadzenie pociągów o wysokiej chyżości.

Różnorodność prędkości, z jakimi jeżdżą pociągi po tym samym torze, powoduje dłuższe zatrzymanie pociągów o prędkości mniejszej, aby umożliwić przejazd pociągów o wysokiej prędkości, a ta okoliczność bardzo utrudnia wykorzystanie linii kolejowych takimi pociągami, które właśnie niosą duży dochód.

To są czynniki, z którymi zarządy kolejowe ze względu na ekonomię ruchu liczyć się muszą. Prędkość jazdy można podnieść tylko kost-

¹⁾ Glasers A. J. G. u. B.:

1903 r. Nr. 615

„ „ „ 617

1904 „ „ 640

„ „ „ 643.

¹⁾ Gl. A. J. G. u. B. 1902, str. 85.

nioowo przy ulepszonej budowie toru i parku kolejowego i to tylko w miarę tego, o ile z dochodów można pokryć rosnące koszty. Prędkości, osiągnięte w poszczególne przypadkach w Ameryce, Francji i Anglii, nie uprawniają nas jeszcze do przekonania, że wprowadzenie ich w codzienny ruch jest możliwe i wskazane. W obecnych warunkach trudno jest osiągnąć na torze prostym i poziomym, przy bezwzględnej czystości i kołach pędzących 2100—2200 m/m, chyżość jazdy 125—130 km/g samymi parowozami.

Prędkość jazdy dzisiejszych parowozów ogranicza ich olbrzymi ciężar martwy, odpowiadający

kołowowi jako źródłu energii, a następnie niespokojny bieg, z powodu niejednostajnego działania sił w mechanizmie popędowym. Przez zmianę konstrukcji, można to działanie sił zlagodzić, ale niepodobną go zupełnie usunąć.

Przećiętną prędkość 100 km w godzinie na dłuższych przestrzeniach należy więc w przyszłości ze względu na bezpieczeństwo i ekonomię ruchu uważać za granicę prędkości jazdy pociągów pędzonych parowozami, trzeba jednak o tem pamiętać, że do osiągnięcia i tej na pozór niewielkiej prędkości potrzeba między stacyami jechać 125—130 km w godzinie.

O obliczaniu wymiarów belek żelazno-betonowych systemu Hennebique'a zapomocą tablic wykreslnych w budownictwie lądowem.

(Ciąg dalszy).

Przejdźmy teraz z kolei do drugiego przypadku, t. j. gdy oś obojętna leży poniżej dolnej krawędzi płyty. Ciśnienie części przekroju belki w tym przypadku kształt uwidoczony na figurze 3 przez zakreskowanie. — Ponieważ oś obojętna leży zazwyczaj tuż poniżej dolnej krawędzi płyty i wskutek tego powierzchnia prostokąta $EFGH$ jest w porównaniu z całą ciśnioną częścią przekroju stosunkowo mała i ponieważ ponadto natężenia ciśnące, działające na ten prostokąt, są również stosunkowo niewielkie, więc można w celu uproszczenia rachunku, przyjmując bez popełnienia znacznego błędu, że natężenia ciśnące działają tylko na górną płytowatą część przekroju belki, a tych natężeń, które działają w prostokącie $EFGH$ wcale nie uwzględniać.

Przedewszystkiem zajmijmy się wyznaczeniem wielkości największych natężeń, które powstają w belce wskutek ugięcia. Zasada obliczenia jest w niniejszym przypadku ta sama, co poprzednio.

Przyjąwszy te same oznaczenia, co powyżej, i oznaczając ponadto przez Y odległość siły wypadkowej (D) ze wszystkich natężeń ciśnących od osi obojętnej (fig. 3), możemy napisać $M = Z \cdot r = D \cdot r$, a ponieważ, jak wynika z figury, $r = h - x + y$, więc $M = Z(h - x + y) = D(h - x + y)$.

Siła Z jest, jak wiemy, równa $F_c \cdot v_c$, więc $F_c \cdot v_c (h - x + y) = M$, skąd

$$v_c = \frac{M}{F_c (h - x + y)} \quad \dots \quad 10)$$

W równaniu 10) są nieznanne ilości x i y , musimy je zatem obliczyć.

Z podobieństwa trójkątów: OAA' i OBB' na fig. 3 wynika proporcja: $AA' : BB' = OA : OB$, a ponieważ $AA' = \frac{AA_1}{E_{bd}} = \frac{v'}{E_{bd}}$ i $BB' = \frac{v_c}{E_c}$, zaś $OA = x$ i $OB = h - x$, więc zamiast powyższej proporcji możemy napisać

$$\frac{v'}{E_{bd}} : \frac{v_c}{E_c} = x : (h - x), \text{ czyli ze względu na to, że } \frac{E_c}{E_{bd}} = n : \frac{v'}{v_c} \cdot n = \frac{x}{h - x} \quad \dots \quad 11)$$

Z równania tego mogliśmy wyznaczyć x , gdybyśmy znali stosunek $\frac{v'}{v_c}$ — ponieważ jednak v' i v_c są nam nieznanne, więc także i stosunek tych ilości nie może być znany. Musimy zatem stosunek ten z rachunku wyrugować.

W tym celu użyjemy równania zasadniczego $Z = D$.

Siła Z jest, jak wiemy, równa $F_c \cdot v_c$, zaś siła D jest równa sumie wszystkich natężeń ciśnących, więc

$$D = \frac{1}{2} (AA' + CC') \cdot d \cdot b.$$

Natężenie krawężne AA' oznaczyliśmy powyżej przez v' ; natężenie CC' możemy wyznaczyć z podobieństwa trójkątów OCC' i OAA' , z którego wynika wprost, że $CC' = \frac{x-d}{x} v'$. Wstawimy wartości powyższe na AA' i CC' w ostatnie równanie, otrzymujemy $D = v' \frac{(2x-d) \cdot d \cdot b}{2x}$.

Wstawmy wartości za Z i D w równanie $Z = D$, to $F_c \cdot v_c = \frac{b \cdot d (2x-d)}{2x}$ skąd wprost

$$\frac{v'}{v_c} = \frac{2x \cdot F_c}{b \cdot d (2x-d)}. \text{ Podstawiawszy wartość tę w row. 11) dochodzimy do związku:}$$

$\frac{2x \cdot F_c}{b \cdot d \cdot (2x-d)} \cdot n = \frac{x}{h-x}$, z którego możemy wielkość szukaną t. j. x wyrazić już zapomocą samych ilości znanych, a mianowicie

$$x = \frac{b \cdot d^2 + 2n \cdot h F_c}{2(bd + n \cdot F_c)} \quad \dots \quad 12)$$

Druga niewiadoma w równaniu 10) t. j. y jest to odległość środka ciężkości trapezu AA_1CC_1 od osi obojętnej. Oznaczmy przez s odległość tego środka ciężkości od dolnej krawędzi płyty, to $y = x - d + s$. Z mechaniki wiadomo, że

$$s = \frac{1}{3} d \frac{2AA_1 + CC_1}{AA_1 + CC_1},$$

a ponieważ $AA_1 = v'$, $CC_1 = v' \frac{x-d}{x}$, więc

$$s = \frac{1}{3} d \frac{2v' + v' \frac{x-d}{x}}{v' + v' \frac{x-d}{x}} = \frac{1}{3} d \frac{3x-d}{2x-d},$$

$$y = x - d + \frac{d}{3} \frac{3x-d}{2x-d} = x - \frac{d(3x-2d)}{3(2x-d)} \quad \dots \quad 13)$$

Obliczywszy z równań 12) i 13) wielkości x i y możemy z równania 10) wyznaczyć szukaną wielkość natężenia v_c , a mianowicie

$$v_c = \frac{M}{F_c \left(h - \frac{d(3x-2d)}{3(2x-d)} \right)} \quad (14)$$

Obliczywszy w ten sposób natężenie we wkładce żelaznej, obliczamy z kolei drugą ilość szukaną t. j. natężenie cisnące w betonie, w górnej krawędzi belki (v') zapomocą równania 11), z którego wynika, że

$$v' = \frac{x}{n \cdot (h-x)} v_c \quad (15)$$

Przykład a: Niech będzie dana belka żelazno-betonowa systemu Hennebique'a o wymiarach: $b=120 \text{ cm}$, $d=16 \text{ cm}$, $h=60 \text{ cm}$ i o wkładce żelaznej, złożonej z 5 prętów o przekroju kołowym i o średnicy równej 34 mm ; mamy wyznaczyć największe natężenie cisnące w materjali betonu i natężenie ciągnące we wkładce żelaznej dla takiego obciążenia, które w uważanym przekroju wywołuje moment o wielkości $M=2340000 \text{ kgcm}$.

Przedewszystkiem obliczamy x z równania 12) a mianowicie:

$$x = \frac{120 \times 16^2 + 2 \times 15 \times 60 \times \frac{3 \cdot 4^2}{4} \times 3 \cdot 14 \times 5}{2(120 \times 16 + 15 \times \frac{3 \cdot 4^2}{4} \times 3 \cdot 14 \times 5)} = 21.6 \text{ cm.}$$

Następnie obliczamy z równania 14) v_c , a mianowicie:

$$v_c = \frac{2340000}{5 \times \frac{3 \cdot 4^2}{4} \times 3 \cdot 14 \left(60 - \frac{16(64 \cdot 8 - 32)}{3(43 \cdot 2 - 16)} \right)},$$

skąd

Wreszcie obliczamy v' z równania 15) a mianowicie:

$$v' = \frac{21.6}{15(60-21.6)} 963 = 36.1 \text{ kg/cm}^2.$$

Jeżeli dla danych obciążeń, a względnie dla danego największego momentu sił zewnętrznych i dla danych największych natężeń dopuszczalnych żelaza i betonu, chcemy wyznaczyć potrzebne wymiary belki, to w takim razie postępujemy w następujący sposób:

Z równania 14) wyeliminujemy F_c , wstawiając za F_c wartość, obliczoną z równania 12) a mianowicie: $F_c = \frac{b \cdot d(2x-d)}{2 \cdot n(h-x)}$, i w ten sposób otrzymujemy równanie

$$\frac{b \cdot d(2x-d)}{2n(h-x)} = \frac{M}{v_c \left(h - \frac{d(3x-2d)}{3(2x-d)} \right)},$$

albo po uproszczeniu

$$\frac{M}{b} = v_c \frac{\{3h(2x-d) - d(3x-2d)\} d}{6n(h-x)} \quad (16)$$

Wstawiając ostatecznie za x wartość obliczoną z równania 11) a mianowicie: $x = \frac{n \cdot v'}{n \cdot v' + v_c}$, otrzymujemy równanie, w którego skład nie wchodzi oprócz ilości b , h , d , zresztą żadne inne ilości niewiadome. Możemy więc już teraz z równania 16), — mając dane M i przyjąwszy dowolnie dwa wymiary belki np. b i d —, wyznaczyć trzeci wymiar belki.

Podstawny teraz za v' i v_c szczegółowo wartości (t. j. unormowane austriackimi przepisami wielkości największych natężeń dopuszczalnych), według takich samych sześciu grup jak poprzednio, to otrzymamy

$$1. \text{ Dla } v' = 40 \text{ kg/cm}^2 \text{ i } v_c = 950 \text{ kg/cm}^2, \\ x = \frac{15 \times 40}{15 \times 40 + 950} h = \frac{12}{31} h, \text{ zaś} \\ \frac{M}{b} = \frac{5}{9} \frac{d}{h} \{62 d^2 + 72 h^2 - 129 d \cdot h\} \quad (17 a)$$

$$2. \text{ dla } v' = 36 \text{ kg/cm}^2 \text{ i } v_c = 950 \text{ kg/cm}^2, \\ x = \frac{54}{149} h, \text{ zaś} \\ \frac{M}{b} = \frac{1}{9} \frac{d}{h} \{298 d^2 + 324 h^2 - 609 d \cdot h\} \quad (17 b)$$

$$3. \text{ dla } v' = 32 \text{ kg/cm}^2 \text{ i } v_c = 950 \text{ kg/cm}^2, \\ x = \frac{48}{143} h, \text{ zaś} \\ \frac{M}{b} = \frac{1}{9} \frac{d}{h} \{286 d^2 + 288 h^2 - 573 d \cdot h\} \quad (17 c)$$

$$4. \text{ dla } v' = 40 \text{ kg/cm}^2 \text{ i } v_c = 850 \text{ kg/cm}^2, \\ x = \frac{12}{29} h, \text{ zaś} \\ \frac{M}{b} = \frac{5}{9} \frac{d}{h} \{58 d^2 + 72 h^2 - 123 d \cdot h\} \quad (17 d)$$

$$5. \text{ dla } v' = 36 \text{ kg/cm}^2 \text{ i } v_c = 850 \text{ kg/cm}^2, \\ x = \frac{54}{139} h, \text{ zaś} \\ \frac{M}{b} = \frac{1}{9} \frac{d}{h} \{278 d^2 + 324 h^2 - 579 d \cdot h\} \quad (17 e)$$

$$6. \text{ dla } v' = 32 \text{ kg/cm}^2 \text{ i } v_c = 850 \text{ kg/cm}^2, \\ x = \frac{48}{133} h, \text{ zaś} \\ \frac{M}{b} = \frac{1}{9} \frac{d}{h} \{266 d^2 + 288 h^2 - 543 d \cdot h\} \quad (17 f)$$

Z układem tych możemy już teraz z łatwością dla danego momentu sił zewnętrznych obliczyć wymiary płyty. Ponieważ jednak równania te są ze względu na h i d drugiego stopnia, więc zastosowanie ich w praktyce jest dość uciążliwe. Dlatego też w niniejszym przypadku znaczną korzyść przedstawia użycie tablic wykreslnych, obliczonych przez zamianie na podstawie powyższych równań (Tablice 1, 2 i 3).

Układ tych tablic jest następujący:

Linie krzywe, oznaczone na tablicach literą d , przedstawiają związek, jaki zachodzi pomiędzy momentem sił zewnętrznych, a pomiędzy wysokością użytą (h) belki. Rzędne pionowe przedstawiają wielkości $\frac{M}{b}$ t. j. momentu sił, liczonego na jednostkę szerokości belki (1 cm) w kilogrammetrach, zaś rzędne poziome oznaczają wysokość h, mierzoną w centymetrach.

Mając np. dla danego momentu $\frac{M}{b} = 300 \text{ kgm}$

i dla $v' = 40 \text{ kg/cm}^2$, $v_c = 950 \text{ kg/cm}^2$ wyznaczyć wymiary belki, użyjemy tablicy 1. Jeden z wymiarów belki t. j. h albo d musimy przyjąć. Przyjmijmy np. że $d = 10 \text{ cm}$, to w takim razie rzędna $\frac{M}{b} = 300 \text{ kgm}$ przecina się z krzywą $d = 10 \text{ cm}$ w rzędnej pionowej $h = 91 \frac{1}{2} \text{ cm}$. A zatem wielkości momentu $\frac{M}{b} = 300 \text{ kgm}$ odpowiada belka o wymiarach $d = 10 \text{ cm}$ i $h = 91 \frac{1}{2} \text{ cm}$.

Tablice omawiane obejmują oprócz przypadku, gdy os obojętna leży poniżej dolnej krawędzi płyty, także i ten przypadek, gdy os obojętna przecina samą płytę. Wszystkie krzywe „ d ” są mianowicie — jak widzimy z rysunku — styczne do paraboli. Parabola ta przedstawia graficznie wysokości płyty dla tego przypadku, gdy os obo-

jętna nie przecina wcale żebra, ale leży wewnątrz płyty. Punkta styczności tej paraboli z liniami krzywymi „ d ” przedstawiają nam graficznie dla poszczególnych krzywych „ d ” tę graniczną wysokość belki, dla której os obojętna belki, spada się z dolną krawędzią płyty. Tak np. widzimy na Tabl. 1, że dla belki o grubości płyty $d=10\text{ cm}$, wynosi ta graniczna wysokość h , — 26 cm, przyczem odpowiadająca wielkość momentu zgięcia wynosi 45 kgm .

Przystąpmy teraz do obliczenia wymiarów wkładki żelaznej. Najwygodniej będzie nam w tym celu użyć równania poprzędno wyprowadzonego, które opiewa:

$$F_c \cdot v_c = \frac{b \cdot d (2x - d)}{2x} v'$$

Z równania tego wynika wprost

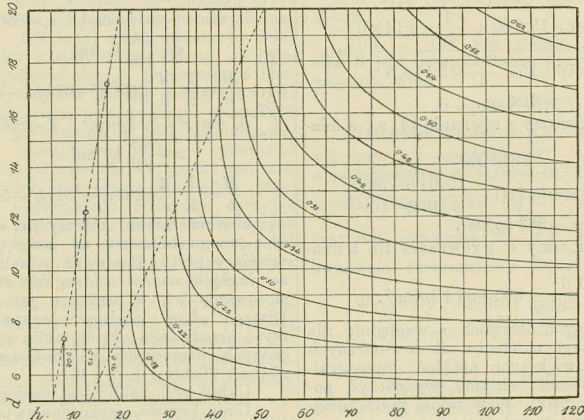
$$\frac{F_c}{b} \frac{v'}{v_c} \frac{d(2x-d)}{2x} \dots \dots \dots 18)$$

$$6. \text{ dla } v' = 32 \text{ kg/cm}^2 \text{ i } v_c = 850 \text{ kg/cm}^2$$

$$\frac{F_c}{b} = \frac{1}{2550} \frac{d}{h} (96h - 133d) \dots \dots 19f)$$

Na podstawie równań 19(a-f) można obliczyć przekrój wkładki żelaznej dla danych największych napiężeń dopuszczalnych betonu i żelaza, jeżeli się już ma ustaloną wysokość belki i grubość płyty, — zapomocą stosunkowo prostego rachunku i bez wielkiego nakładu czasu. Obliczenie to można jednak o wiele więcej jeszcze uprościć, a ponadto uczynić je bardzo przejrzystym przez zastosowanie tablic wykresłych, które zostały przezeń ułożone na podstawie powyższych równań. Równie jak tablice do wyznaczenia wymiarów samej belki, zestawilem tablice omawiane jedynie dla napiężeń dopuszczalnych żelaza równego 950 kg/cm^2 t. j. przyjmując, że wkładka żelazna jest z żelaza zlewonego, — ponieważ żelazo spawalne bywa w budownictwie coraz mniej uży-

Tabl. 4. Obliczenie wkładki żelaznej $v' = 40 \text{ kg/cm}^2$, $v_c = 950 \text{ kg/cm}^2$.



Z równania 18) możemy wyznaczyć wielkość powierzchni przekroju wkładki żelaznej, wypadającego na jednostkę szerokości belki, przyczem za x musimy podstawić wartość z równania 11), z którego wynika, że: $x = \frac{n v'}{n v' + v_c} h$.

Poniżej zestawiam dla tych samych wskaźników grup napiężeń, co poprzednio, wzory służące do obliczenia przekroju wkładki żelaznej, ustawione na podstawie równania 18), a mianowicie:

1. dla $v' = 40 \text{ kg/cm}^2$ i $v_c = 950 \text{ kg/cm}^2$

$$\frac{F_c}{b} = \frac{1}{570} \frac{d}{h} (24h - 31d) \dots \dots 19a)$$

2. dla $v' = 36 \text{ kg/cm}^2$ i $v_c = 950 \text{ kg/cm}^2$

$$\frac{F_c}{b} = \frac{1}{2850} \frac{d}{h} (108h - 149d) \dots \dots 19b)$$

3. dla $v' = 32 \text{ kg/cm}^2$ i $v_c = 950 \text{ kg/cm}^2$

$$\frac{F_c}{b} = \frac{1}{2850} \frac{d}{h} (96h - 143d) \dots \dots 19c)$$

4. dla $v' = 40 \text{ kg/cm}^2$ i $v_c = 850 \text{ kg/cm}^2$

$$\frac{F_c}{b} = \frac{1}{510} \frac{d}{h} (24h - 29d) \dots \dots 19d)$$

5. dla $v' = 36 \text{ kg/cm}^2$ i $v_c = 850 \text{ kg/cm}^2$

$$\frac{F_c}{b} = \frac{1}{2550} \frac{d}{h} (108h - 139d) \dots \dots 19e)$$

wane. Układ tych tablic jest bardzo prosty i łatwy do zrozumienia, a jest on następujący: Linie krzywe (na tablicach 4, 5 i 6) przedstawiają wielkości powierzchni wkładki żelaznej, liczonej na 1 cm szerokości belki; rzędne pionowe oznaczają grubości płytowe części belki t. j. „ d ”, a wreszcie rzędne poziome wysokości belki „ h ”. Tak np. jeżeli mając dane napięcia dopuszczalne $v' = 40 \text{ kg/cm}^2$ i $v_c = 950 \text{ kg/cm}^2$ chcemy wyznaczyć potrzebny przekrój wkładki żelaznej dla belki o wysokości $h = 55 \text{ cm}$ i $d = 13 \text{ cm}$. Obie rzędne przecinają się, jak widzimy, w linii krzywej, oznaczonej liczbą 0.38 t. zn., że grubości płyty $d = 13 \text{ cm}$ i wysokości belki $h = 55 \text{ cm}$, odpowiada wymiar wkładki żelaznej $\frac{F_c}{b} = 0.38 \text{ cm}^2$.

Jeżeli szerokość płyty, wypadająca na jedno żebro, wynosi np. 100 cm , to potrzebny przekrój wkładki żelaznej

$$F_c = 100 \times 0.38 \text{ cm}^2 = 38 \text{ cm}^2.$$

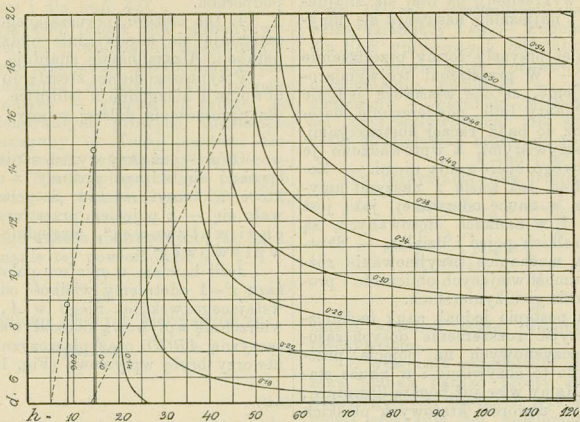
Tablice powyższe mogą być zastosowane także i w tym przypadku, gdy os obojętna przecina płytę.

Jak widzimy mianowicie — wszystkie krzywe w nich przedstawione są w swej części początkowej (t. j. położonej na lewo) złożone z odcinków

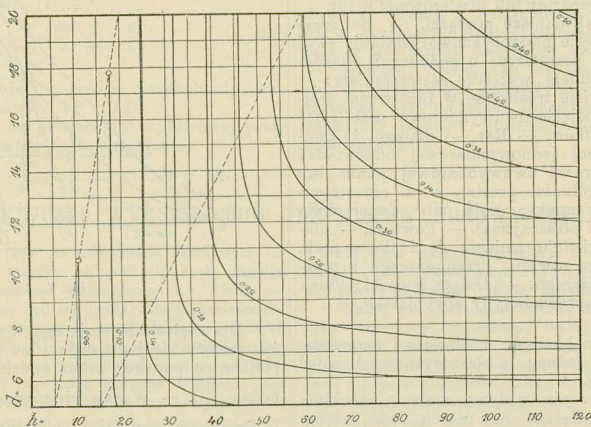
linij prostych. Odeinki te przedstawiają grubość wkładki żelaznej w tym przypadku, gdy oś obojętna przecina płytę; są one prostopadłe do osi

styka się prosta i krzywa każdej z rozpatrywanych linii, leżą na jednej linii prostej (oznaczonej na rysunku linią kreskowaną), — a przedstawiają

Tabl. 5. Obliczenie wkładki żelaznej $v' = 36 \text{ kg/cm}^2$, $v_e = 950 \text{ kg/cm}^2$.



Tabl. 6. Obliczenie wkładki żelaznej $v' = 32 \text{ bg/cm}^2$, $v_e = 950 \text{ kg/cm}^2$.



poziomej (t. j. tej, na której odcinamy wysokości „ h^2 ”) ponieważ dla powyższego położenia osi obojętnej, wielkość przekroju wkładki żelaznej zależy już tylko od samej wysokości belki, a nie od grubości płyty. Wszystkie punkta, w których

nam one ten graniczny stosunek wymiarów d i h , dla którego oś obojętna belki spada się z dolną krawędzią płyty.

(Dok. n.).

M. Jasiński,
inżynier c. k. Namiestnictwa.

Przyczynek do uogólniania pojęć płaszczyznowych statyki budowl.

Napisał Stefan Władysław Bryła.

Przedstawianie, tłumaczenie pojęć statyki budowl. rysunkiem, wysnuwanie z jego pomocą nowych praw, zacieśniło obszerniejszy początkowo

zakres nauki tej do pojęć płaszczyznowych. — Jako takie rozwijały się też odtąd pojęcia statyki budowl. — Płaszczyzna, przestrzeń dwuwymia-

rowa, najbardziej odpowiadała bowiem środkom, jakimś człowiek w naukach tych się posługiwał, przy pomocy których uczył się prosto w danym dziale myśleć; — przy użyciu rysunku bowiem płaszczyzna i formy geometryczne (a tem samem i pojęcia statyki wykreślnej), na niej się znajdujące, najprościej i najjaśniej nasuwają się umysłowi ludzkiemu.

Dopiero później przyszły formy przestrzenne (trójwymiarowe). — W przestrzeni trójwymiarowej, w jakiej żyjemy, są one właściwie jedynie istniejącymi. — Punkty, linie, powierzchnie matematyczne są bądź co bądź raczej abstrakcjami, niż utworami rzeczywistymi, a wprowadzono je dla prostego i łatwego operowania niemi. — Zespółiły się one odąd tak ściśle z naszymi umysłami, że nietylko w nauce odierwanej, jaką jest matematyka, ale i w naukach stosowanych, są one podstawą wszelkich pojęć i działań. — Skutkiem tego jest w mechanice przyjmowanie różnych uproszczeń, umożliwiających obliczenie i projektowanie konstrukcji inżynierskich.

Przy ciągłym postępie jednak nauk technicznych musiano przyjąć rozszerzenie dotychczasowych pojęć płaszczyznowych na pojęcia przestrzenne. Nastąpiło to oczywiście i w nauce statyki budowlanej. — Mamy więc już bogatą literaturę, uogólniającą prawa utworów kratowych płaskich do praw kratownic przestrzennych, dość znaczną liczbę rozpraw i doświadczeń, dotyczących płyty przestrzennej, okrągłej, eliptycznej i w czterech krawędziach podpartej lub utwierdzonej¹⁾ itd.

Są to jednak dopiero początki. — Bo przecież każde pojęcie płaszczyznowe znajduje swój odpowiednik w przestrzeni o podobnych własnościach. — Z jednym wszelako zastrzeżeniem: — uważać mianowicie trzeba, że w przestrzeni trójwymiarowej²⁾ pojęcie dwuwymiarowe może mieć parę odpowiedników. — Raz, — dlatego, że punktowi przestrzeni jednowymiarowej odpowiada może w przestrzeni dwuwymiarowej punkt lub linia (w szczególności prosta), a w przestrzeni trójwymiarowej punkt, linia lub powierzchnia (w szczególności płaszczyzna). — Powtóre, — dlatego, że odpowiednio zmienia się i liczba cech, własności danego utworu, przeniesionego z przestrzeni rzędu niższego. — Dalsze wnioski jednak na ten temat zaprowadziłyby zbyt daleko.

Celem moim bowiem w niniejszej rozprawce jest uogólnienie jednego z płaszczyznowych pojęć z teorii mostów.

Do wyznaczenia wpływu zmiany położenia jakiegokolwiek ciężaru na pewną ilość mechaniczną, używamy na płaszczyźnie linii wpływu w o. y. ch. — Jakąż analogię otrzymamy dla pojęcia tego w przestrzeni (trójwymiarowej)?

Weźmy np. pod uwagę płytę prostokątną, w czterech punktach wolno podpartą i starajmy się wyznaczyć (w przybliżeniu) wpływ ciężaru $P=1$, po niej się poruszającego, na oddziaływania, siły poprzeczne i momenty jej, a to pod następującymi warunkami³⁾:

1. Ugięcie płyty jest tak nieznaczne, że nie wpływa zupełnie na oddziaływania, a tem samem na siły poprzeczne i momenty.

¹⁾ Prace Grashofa, Bacha, Foepppla, Boscha i i. ²⁾ O ile operujemy pojęciami matematycznymi, jakie tu zresztą wyłącznie przychodzą.

³⁾ Powtarzam tu ustęp z artykułu: „Przestrzenne powierzchnie wpływowe“ (Czasop. Techn. 1908, Nr. 15) dla zaokrąglenia całości.

2. Dla ciężaru, poruszającego się między dwiema sąsiednimi podporami, oddziaływania w nich zmieniają się wedle linii prostej.

3. Ciężar, stojący w prostej podporowej nie wpływa zupełnie na oddziaływania w dwu innych podporach.

4. Dla ciężaru, poruszającego się w przekątnej, zmieniają się odpowiednie oddziaływania wedle paraboli. (Uzasadnienie znajduje się poniżej).

Przyrzuczenia te, zresztą do pewnego stopnia dowolne i niezgodne z istotnym stanem, przyjęto dla uproszczenia dalszej roboty.

Otóż — już przy wyznaczaniu oddziaływań — spotkać się odrazu musimy z nowym pojęciem, które w teorii mostów dotychczas nie znajdowało się — z pojęciem przestrzennej „powierzchni wpływowej“, względnie ciała, bryły wpływowej⁴⁾.

Jeśli bowiem w miejscu położenia danego ciężaru $P=1$ odetniemy wielkość oddziaływania, powstającego wskutek niego w A , otrzymamy powierzchnię wpływową oddziaływania, która z płaszczyzną $ABCD$, oraz płaszczyznami ABZ i ADZ utworzy bryłę wpływową (Fig. 1).

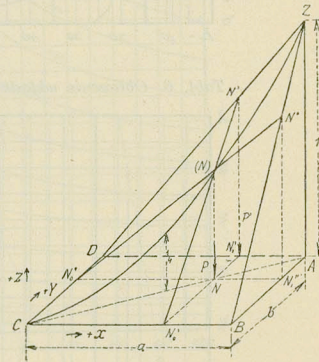


Fig. 1.

Dla ciężaru P , stojącego w środku płyty, ciężar rozłoży się jednostajnie na wszystkie cztery punkta podporowe, zatem oddziaływanie wynosić będzie $\frac{P}{4}$. — Wprowadzcie równowagę otrzymamy

i dla innego rozkładu oddziaływań; — (równowaga zajdzie np. wtedy, gdy A i C niosą po $\frac{1}{2}nP$, zaś B i D po $\frac{1}{2}mP$, — gdzie $m+n=1$) — jednak dla jednostajnego materiału i jednakowych podpór, nie mamy powodu przypuszczać nierównych oddziaływań, a również dla tego przypadku otrzymamy najmniejszość pracy odkształcenia. Zatem w środku rzędna linii wpływowej będzie wynosić $z=\frac{1}{4}$. — Dla ciężaru w A otrzymamy rzędna $z=1$, zaś dla ciężaru w C rzędna $z=0$. — A więc przyjęc możemy, że dla ciężaru poruszającego się w przekątnej, rzędne wpływowe zmieniają się wedle paraboli (p. str. 4).

⁴⁾ Należy tu odróżnić pojęcie powierzchni wpływowej przy użyciu linii wpływowych. Oznacza ono tam powierzchnię, zamkniętą liniami wpływowymi. Tu — analogicznie byłoby pojęcie objętości „ciała“, wzgl. „bryły wpływowej“.

⁵⁾ Do wyniku tego dojść można, ustawiając warunki równowagi ($M=0$) ze względu na krawędzie podparcia.

Dla ciężaru, poruszającego się w linii AB , otrzymujemy dla $A:z=1$, zaś dla $B:z=0$, o ile — w myśl założenia — opuścimy wpływ ugięcia płyty i — bardzo małe zresztą — powstające wskutek tego oddziaływania w C i D . — Podobną prostą otrzymamy i dla linii AD .

Na podstawie tych trzech linii możemy wyznaczyć odpowiednią powierzchnię wpływową. — Będzie nią w tym przypadku paraboloida hyperboliczna (powierzchnia siodełkowa), powstająca — jak wiadomo — przez ruch prostej po dwu innych wchrowatych prostych, równoległe do pewnej płaszczyzny. — Tutaj prostymi kierownicami są BC i DZ , zaś płaszczyzną kierowniczą pł. ABZ . — Dla drugiego układu prostych na tej płaszczyźnie są kierownicami CD i BZ , oraz pł. ADZ .

Dla przyjętego układu współrzędnych, jak fig. 1, otrzymamy równanie tej powierzchni:

$$z = \frac{xy}{ab} \dots \dots \dots (1)$$

przez równania prostych kierujących są:

$$y = b \quad z = \frac{1}{a} x \dots \dots \dots (2)$$

oraz

$$y = 0 \quad z = 0 \dots \dots \dots (2a)$$

Dla przekroju przekątnego, a zatem płaszczyznę

$$bx - ay = 0$$

otrzymamy z równ. (1):

$$z = \frac{xy}{ab} = \frac{ay}{b} \frac{y}{ab} = \frac{y^2}{b^2} \dots \dots \dots (2b)$$

zatem parabolę.

Inne przekroje pionowe są parabolami, coraz bardziej płaskimi ku AB i AD .

Dla kontroli tej powierzchni wpływowej przeprowadzimy następujące rozumowanie:

Dla belki prostej suma obu powierzchni wpływowych oddziaływań musi być równą:

$$A = 2 \cdot \frac{l \cdot l}{2} = l m.$$

Wynika to stąd, że dla ciężaru jednostkowego 1 kg/m , otrzymujemy całkowity ciężar na belkę działający 1 kg . — Podobny warunek mamy dla linii wpływowych oddziaływań każdej belki.

Dla powierzchni wpływowych (w przestrzeni) otrzymujemy podobny, — odpowiednio tylko zmieniony — warunek. Mianowicie suma objętości „brył wpływowych“ dla wszystkich (tu czterech) oddziaływań musi być równą

$$V = ab \cdot l m^2.$$

Tu otrzymamy (dla jednego oddziaływania):

$$dV = dz \cdot \frac{1}{2} b \cdot z = \frac{1}{2} b \frac{x}{a} dz$$

$$V = \frac{1}{2} \frac{b}{a} \int_0^a x dx = \frac{1}{2} \frac{b}{a} \frac{x^2}{2} = \frac{1}{4} ab$$

$$V = \frac{1}{4} ab \dots \dots \dots (3)$$

zatem warunek wyżej wymieniony spełnia się rzeczywiście.

Z własności paraboloidy hyperbolicznej wynika jednak bardzo prosty sposób znajdowania poszczególnych rzędnych wpływowych bez znajomości równania tej powierzchni. — Ponieważ przekrój równoległy do płaszczyzny ABT (podobnie, jak i przekrój równoległy do pł. ADT) jest trójkątem, przeto możemy najpierw wziąć składową P' ciężaru P , działającego w N , w kierunku osi x , a następnie znaleźć oddziaływanie, powstające w A wskutek ciężaru P' , stojącego w N .

(Uwaga. Sposób ten jest identyczny ze sposobem wyznaczania oddziaływań na poprzecznicę mostowe, przy ciężarach przenoszących się na nie zapomocą pomostu niosącego [np. kształtówek], oraz podłużnic). (Dok. n.).

Praktyczne wykształcenie inżynierów budowy maszyn.

Zapatrzywania swe na nowoczesne kształcenie inżynierów budowy maszyn na politechnikach, skreśliłem w Nr. 9 *Czasopisma Technicznego* z r. 1908; — obecnie tematem ma być ich praktyczne wykształcenie, o ile możliwości z specjalnem uwzględnieniem naszych warunków i potrzeb. Nie będę poruszał zadań kolegów, którzy wstępują do służby rządowej i na rozwój przemysłu bezpośrednio nie mają żadnego wpływu, lecz zwrócę główną uwagę na tych, którzy poświęcają się przemysłowi twórczemu; — na nich bowiem cięży obowiązek podniesienia rodzimego przemysłu i dobrobytu własnego społeczeństwa.

Po ukończeniu politechniki staje ogromna więk szość inżynierów-mechaników na rozdrożu, nie wiedząc, w której gałęzi przemysłu żelaznego pracować. U narodów, posiadających własny kwitnący przemysł, młodzi jego adepci mają, że się nie tak wyrażę, nietykło kultury przemysłowej, lecz także i bliższe stosunki z twórczym przemysłem, co im ułatwia na podstawie rad wytrawnych praktyków wybór specjalnego działy i uzyskanie na tem polu odpowiedniej porady.

U nas Polaków inaczej się dzieje; — ogólna bezplanowość cechuje nasze pierwsze kroki w życiu praktycznym. Pomijając nawet fakt, że jesteśmy narodem na wskroś rolniczym, że nie odiedziczyliśmy po ojcach przyniotów, potrzebnych przemysłowcowi, u wydajniają się niewytypione dotychczasąs błędy: brak podporządkowania się, brak energii

i woli, nie w mniejszej mierze chęć poświęcenia się teorii, — tak zwane teoretyzowanie, bo nie jest ono oparte na żadnej trwałej podstawie.

Nasze wady wrodzone tworzą anomalnie ujemne typy inżynierów. Spotykamy takich, którzy zaraz po ukończeniu politechniki, czy to z lenistwa, czy też z zarozumiałości na ogrom swej wiedzy i praktyki, nie chcą się podporządkować żadnej organizacji fabrycznej i nie starają się wcale o uzyskanie posady, tylko usamodzielniają się pod szumnym nazwiskiem „technicznego biura“. Przyjmując zastępstwa obcych firm, stają się pośrednikami pomiędzy towaram zachodnim a odbiorcami polskimi i szkodzą często rozwijającemu się przemysłowi krajowemu.

Inni nie mają dość woli i energii, aby się do rydwanu szarej pracy codziennej początkującego inżyniera zaprzad, która umożliwiała wdrapywanie się, szczebel po szczeblu, na coraz lepsze i odpowiedzialniejsze stanowiska. Zajmuje ich przedewszystkiem sztuka, literatura, polityka no i ex officio też ekonomia teoretyczna. Ostatecznie „dochodzą do przekonania“, iż nie są stworzeni na to, aby jako mała śrubka w wielkim organizmie fabrycznym swoje zdolności marnować, iż należą im się zraz szersze pole działania jako organizatorów lub kierowników wielkich przedsiębiorstw. Zamiast w praktyce uczyć się ekonomii praktycznej, jeżdżą od czasu do czasu, na różne kursy społeczne za granicę, nie robiąc w entre-aktach nie zgola.

W ten sposób powstaje pokaźna liczba pasyżów społecznych, którzy nie posiadają żadnych pozytywnych wiadomości i nie przyczynią się nigdy do podniesienia rodzimego przemysłu.

Brak szerszego poglądu na obecny stan przemysłu światowego i wysoki rozwój techniki, oraz mianowanie przez społeczeństwo współziomków, którzy jakąś drobnośkę stworzyli, przynajmniej drugimi Edisonami, wywołuje wśród naszej młodzieży technicznej manię „robienia wynalazków“. Młodzi inżynierowie nie uprzedmiotwiają sobie należycie, że patenty w twórczym przemysle nowoczesnym stosunkowo nie wielką odgrywają rolę. Ponieważ zazwyczaj elektrotechnika najpodatniejszem jest polem do łatwych wynalazków, przeto znajduje wielu tego rodzaju adeptów. Dopiero później przychodzi rozczarowanie; — przemysł elektrotechniczny jest dziś najwięcej scentralizowany — np. w Niemczech ogranicza się do kilku wielkich przedsiębiorstw — i najbardziej unormalizowany, co uniemożliwia inżynierowi rozwinięcie swych indywidualnych zdolności. Skutkiem tego otrzymuje inżynier-elektrotechnik po 4 latach praktyki fabrycznej przeciętnie jakies 200 marek miesięcznego wynagrodzenia, podczas gdy koleżdy jego z politechniki, w innych działach przemysłu pracujący, zarabiają przynajmniej jeszcze raz tyle. Dochodzi do tego i ten wzgląd, że inżynierowi-elektrotechnikowi najtrudniej będzie zawsze powrócić do kraju.

Wielu kolegów zamierza bez żadnej praktyki fabrycznej poświęcić się teorii. Dla praktyków jest jasne, że w ten sposób nie mogą osiągnąć żadnych dodatnich rezultatów, lecz zachodzi pytanie, co ich właściwie do „zajmowania się teorią“ nakłania. Płomaczyć można ten objaw w dwojaki sposób: albo zawod inżyniera-praktyka wydaje im się być za mało comme il faut, albo odstrasza ich mozolna praca fabryczna i przymus podporządkowania się organizacji fabrycznej. Zwłaszcza wśród młodszych, mogących z tego powodu z łatwością do rozwoju własnego przemysłu coś zrobić, spotykamy ludzi, którzy po ukończeniu krajowej politechniki lata całe przebywają za granicą na studiach teoretycznych. Zapominają, że na politechnikach nigdy tyle się nie skorzysta, co w praktyce, gdzie każda skonstruowana część natychmiast bywa wykonana i gdzie za swe konstrukcje w pełnej mierze jest się odpowiedzialny. Można kilka lat zajmować się np. na politechnice gazowemi maszynami i studować różne dzieła z tego zakresu, lecz w praktycznym przypadku podobne kształcenie się bez wątpienia zawiesić musi. Lepiej i prędzej zbuduje racjonalną gazową maszynę inżynier, który po ukończeniu politechniki tylko jeden rok konstruował w biurze fabrycznym parowe maszyny.

Nie ulega natomiast wątpliwości, że do ogólnego braku wytkniętego celu i wzruszenia się do ogólnego działu przemysłu na drugi, przyczynia się u wielu początkujących inżynierów Polaków we wielkiej mierze ogromna trudność uzyskania wogóle posady, — na obczyźnie, ponieważ są Polakami, w kraju z powodu mało rozwiniętego przemysłu.

Wykształcenie praktyczne inżynierów budowy maszyn odbywa się, pomimo swej różnorodności, w krajach przemysłowych przeważnie w następujący sposób: W pierwszym czasie pracuje młody technik jako detalista pod nadzorem samodzielnego konstruktora. Zwykle na politechnice budował już daleko trudniejsze rzeczy, lecz teraz ponosić musi zupełną odpowiedzialność za błędy, wykonanie rysunku, fałszywe miary i obliczenie wytrzymałości, choćby nawet bezpośredni jego przełożony konstruktor dany rysunek był podpisał. Oprócz tego przyzwyczajają się do wspólnej pracy, ręką w rękę, z innymi inżynierami przy większych zamówieniach tj. do podziału pracy,

na którym cały aparat przemysłowy jest zbudowany. Nierzad zdarza się, iż już po krótszej bytności w fabryce, nie posiadającej osobnych inżynierów montażu, musi odbywać samodzielnie podróże służbowe w celu regulacji stawideł itd.

Zależnie od uzdolnienia i wakansu zostają byli uczniowie politechnik w przeciągu 1—3 lat samodzielnymi konstruktorami t. j. kierownikami budowy kilku maszyn lub większych zakładów. W czasie tym zbiera każdy inżynier bardzo bogaty materiał konstrukcyjno-praktyczny na cale życia, prowadząc dokładne obliczenia wszystkich części maszyn i rozwijając zupełnie indywidualnie swój zmysł konstrukcyjny w tym kierunku, aby dobrze i zarazem tanie maszyny budować. Odpowiedzialność samego konstruktora jest bardzo wielka, gdyż na pozór mały błąd np. w miarach może łatwo spowodować bardzo znaczne straty, dochodzące nieraz do kilku tysięcy marek. Oprócz konstrukcyi musi załatwiać całą korespondencyę, tyczącą się budowy jego maszyn i w większości fabryk zamawiać materiały i części, których przedsiębiorstwo same nie wyrabia, co nie mało przyczynia się do kształcenia koniecznego inżynierowi zmysłu kupieckiego. Najważniejsze są jednakowoż wyjazdy służbowe w celu usunięcia różnych niedomagań maszyn. W ten sposób widzi i poznaje się najlepiej dodatnie i ujemne strony maszyny wzgl. konstrukcyi i zbiera swe cenne doświadczenia praktyczne, gdyż w budowie maszyn to, co „na papierze idzie“, w rzeczywistości nie zawsze funkcjonuje. Poza tem nauczy się inżynier obchodzić z odbiorcami i samodzielnie rozstrzygać w najtrudniejszych sytuacjach; — równocześnie zwiędzi mnóstwo ciekawych zakładów przemysłowych, zobaczy — jeśli umie racjonalnie technicznie patrzeć — najnowsze konstrukcje innych fabryk i dowie się różnych praktycznych rzeczy, o których w biurze nigdy nie myślał, od inżynierów ruchu, majstrów i maszynistów.

Tak pojęte wyjazdy służbowe są z arazem podróżami naukowemi, powiedziałbym nawet, że znacznie je przewyższają, gdyż pozostają zwykle dłużej na jednym miejscu można widziiane rzeczy lepiej przetrawić i ułożyć w umyśle. Zapartywanie na podróże naukowe są bardzo podzielone; — śmiejm jednakowoż twierdzić, że mają jedynie wtedy racyę bytu, gdy po kilkuletniej praktyce posiada się subtelnie wyrobiony zmysł patrzenia i widzenia technicznego, gdy się dłużej na jednym miejscu pozostaje i tem samem wszystkie urządzenia nie tylko powierzchownie, lecz gruntownie studyuje. Podróże naukowe, odbywane przez młodych inżynierów w ten sposób, aby mózż powiedzieć, że tam a tam byli, chybają zupełnie celu i przedstawiają niepotrzebną stratę pieniędzy i czasu.

Wypada mi jeszcze odpowiedzieć na pytanie, czy wielka lub średnia fabryka lepiej kształci inżynierów. Wogólności trzeba uznać zdanie, że w średniej fabryce więcej można się nauczyć i więcej zebrać praktycznych doświadczeń z powodu stałej łączności z wykonaniem maszyn. Wychodząc jednakowoż z założenia, że każdy młody inżynier w pierwszych latach praktycznych nie powinien dłużej na jednym miejscu pozostawać niż dwa lata, musi być jego dążeniem pracować w tym czasie także w wielkiem przedsiębiorstwie, aby poznać różnicę organizacyi, podziału pracy i sposób wykonywania maszyn wzgl. aparatów.

Częsta i korzystna zmiana posad, osobiste zdolności, wyrobienie sobie renomy dobrego inżyniera i znajomości wśród wpływowych osób umożliwiają szybsze wybiecie się na szefów biur poszczególnych oddziałów i szefów całych biur technicznych (starszych inżynierów). Na stanowiskach tych trzeba na mocy wy-

kształcenia teoretycznego i zdobyte jako samodzielny konstruktor praktyki kierawc ogólnie budową wszystkich zamówionych maszyn i nieraz nawet detalicznymi konstrukcjami się zajmować, gdy podlegli konstruktorzy nie dopiszą. Wybitnie czucie mechaniczne, gruntownie wyrobiony samodzielny sąd o wszystkich częściach jak i całości, dokładna znajomość obróbki i ruchu danych maszyn, połączone z wszechstronnością i z pewnym zmysłem piękna, są niezbędne w celu wywierania dominującego, dodatniego wpływu na poszczególne inżynierów. Bez takiego kierownictwa każda z maszyn, budowanych przez jedną firmę, inaczej by wyglądała i funkcjonowała, zależnie od samodzielnego konstruktora. Racyonalna budowa maszyn jest sztuką, ponieważ mają być trwałe, dobre i estetycznie ładne, a zarazem tanie. Cel ten osiągnąć można jedynie głęboko obmyślanymi konstrukcjami i jak najdalej idącym unormalizowaniem maszyn, które we wielkiej mierze przyczynia się do znacznego obniżenia kosztów rysunkowych i przedewszystkiem kosztów produkcji. Praca, rozwinięcie przyrodzonych zdolności i wykorzystanie zebranej praktyki w tym kierunku jest jednym z najważniejszych zadań szefów biur technicznych.

W większości fabryk przechodzi także przez ich ręce cała kalkulacja i wszystkie oferty, nie wspominając o korespondencji i wyjazdach służbowych w technicznie trudniejszych przypadkach, co się samo przez się rozumie, — w niektórych mniejszych muszą także akwizycyja się zajmować. W ten sposób kształcą się systematycznie na kierowników zakładów przemysłowych, zdobywając potrzebne na takie stanowiska wiadomości kupieckie, ucząc się ekonomii praktycznej. Równocześnie muszą się także gruntownie zajmować organizacją i urządzeniem fabryki, placą i akordami robotników, które sprawy należą w pierwszej linii do kierowników w ruchu.

Stanowiska tych ostatnich otrzymują zwykle inżynierowie, którzy po odbyciu krótszej praktyki konstrukcyjnej, pracują kilka lat jako asystenci kierowników ruchu. W nowoczesnej fabryce maszyn, przy stosunkowo do uzyskanej ceny wysokiej płacy robotników, odgrywa umięjętny naczelnik ruchu ogromnie ważną rolę, zniżając przez dobre urządzenie warsztatów, racjonalne wykorzystanie, odpowiednie uzupełnianie maszyn pomocniczych i daleko idący podział pracy znacznie koszty produkcji.

Z szefów biur technicznych i kierowników ruchu rekrutują się w europejskich krajach przemysłowych dyrektorzy fabryk. Od kilkunastu lat zerwano tutaj z dawniejszym systemem, kiedy na cele przedsiębiorstwa przemysłowego stał niefachowiec, kupiec lub prawnik. Dlatego całe nowoczesne kształcenie techniczne na politechnikach zmierza ku temu, aby oprócz zawodowego przygotowania nauczyć uczniów praktycznego rozwiązywania ekonomicznych zadań. Dziś wymaga się od dyrektora fabryki, aby łączył w swej osobie przymioty tegoście fachowca, sprężystego organizatora i rzutkiego kupca. Fachowcem i organizatorem musi być, aby biura i warszaty dzielnie prowadzić i organizować, — nowe przedsiębiorstwa, oddziały fabryki i filie zakładów. Fachowcem i kupcem musi być, aby na mocy dokładnej znajomości swych produktów i konstrukcji konkurencyjnych firm umieć odbiorcom rzeczowo udowodnić, że jego fabrykaty są najlepsze i zarazem korzystnie je sprzedać, — dalej aby stosownie do potrzeb zmieniać i ulepszać urządzenia fabryczne, racjonalnie przeprowadzić kalkulację kosztów i zysków maszyn, umięjętnie kierować całą fabryczną gospodarką finansową i tanio zakupywać potrzebne materiały surowe. Każdy odbiorca żąda dzisiaj, aby sprze-

dający nie tylko czynnymi frazesami towar swój zachwalał, lecz umiał nam także działania i zalety danej maszyny dokładnie wytłumaczyć i wątpliwości jego w rzeczowy sposób usunąć. Z tego powodu powstał w ostatnich latach typ „inżynierów-podróżujących“, sprzedających maszyny i aparaty w tych okręgach, którym dyrektorzy polecać nie mogą.

Bez gruntownego wykształcenia technicznego tym wszystkim dyrektorom przedsiębiorstwa przemysłowego sprostać nie można. Ze kupiec na naczelnym stanowisku nie jest na miejscu, dowodzi także fakt, iż w tych nielicznych przypadkach, gdzie ich jeszcze spotykamy i gdzie nie załatwiają zarazem funkcji buchalterskich, bardzo mało mają do czynienia, — przychodzą do biura przed obiadem na godzinę, a po obiedzie na dwie. Pomijając już nawet umięjtny, w najwyższym stopniu demoralizujący wpływ, jaki podobne postępowanie wywiera na podwładnych robotników i urzędników, przedstawia obsadzenie miejsca dyrektora fabryki tego rodzaju kupcem bardzo poważną stratę dla akcyonariuszy np. przy zakładowym kapitale 1000000 marek 1% dywidendy rocznej, jeśli pensya dyrektora wynosi tylko 10000 marek. Zwróć jeszcze uwagę na jeden błąd, popełniany bardzo często przez kupców-dyrektorów, a wielkie straty przedsiębiorstw przynoszący. Tyczy się to zakupu materiałów surowych, gdzie kupy, z powodu braku zrozumienia technicznego, nie pytają się, co jest potrzebne, tylko co jest najtańsze, np. pewna odlewnia używać musi przeważnie miękkiego żelaza, kupiec zakupił tania wielką ilość twardego, które lata cała leży i pożera procenta; — części z lanej stali zamawia u najtańszej dostawcy, nie przekonawszy się przedtem, iż dostarczany przez niego materiał jest bardzo lichy. Z tego powodu obróbka jego kosztuje tyle, że tanie na pozór zakupu było w rzeczywistości najdroższem. Przytoczenie innych przykładów na ten temat nie sprawiłoby żadnych trudności, lecz jest to zadaniem rzutkich rad nadzorczych, aby podobne błędy wykręć, usunąć i niefortunnnych dyrektorów do odpowiedzialności pociągnąć.

O ile na Zachodzie każdy, począwszy od robotnika a skończywszy na generalnym dyrektorze, musi wszystkie swe siły dla swego przedsiębiorstwa przemysłowego poświęcić, przedkładane są nasze fabryki i fabryczki różnemi synekurami i zupełnie niepotrzebnymi posadami, zamiast w to miejsce zaprowadzać ulepszenia warsztatowe. Z powodu krótkowidztwa i braku zrozumienia wśród akcyonariuszy, rad nadzorczych i całego społeczeństwa trudno u nas reorganizację istniejących zakładów przemysłowych przeprowadzić, a tem trudniej coś nowego stworzyć. Jaskrawym dowodem niezadarności i braku przedsiębiorczości jest wypowiedziana myśl kolonizowania w Galicji przemysłu (Bujak w Ateneum Polskiem Nr. 2 r. 1908) t. j. sprzedanie obcych, aby fabryki zakładał, co uważam z łatwo zrozumiałych przyczyn za krok najfalszyszy, — potrzebujemy sobie tylko dzieje Łodzi uprzytomnić.

Modne i typowe jest obecnie we wszystkich trzech zaborach zdanie, że „nam potrzeba przedewszystkiem organizatorów“, które się, co prawda, prawie wyłącznie z ust teoretyków słyszy, nie znających wcale życia twórczego przemysłowca. Cechuje ono wybitnie nasz abstrakcyjny sposób myślenia i działania: na wiecach i na papierze tworzy się bardzo wiele. Ludzie, rozszęcając sobie prawo do miana „organizatora“ zwolują wiece, przyczyniają się do szum-

nych rezolucji i wybierają najróżniejsze komisje z wielkimi zadaniami, ale w czyn nic nie przeprowadzają, ponieważ brak im gruntownego wykształcenia zawodowego, a co z tem w parze iść powinno, zdrowego poglądu na stan i zadania nowoczesnego przemysłu.

Mylne jest zapatrywanie, jakoby za pieniądze wynajęty fachowiec wypełnił lukę, przez brak zawodowego wykształcenia u kierownika fabryki, a tem mniej u organizatora zakładu przemysłowego. Aby przemysł choć tylko w średnich rozmiarach stworzyć, potrzeba nam ludzi z przymiotami dyrektorów fabryk zachodnich, t. j. dzielnych fachowców, sprężystych organizatorów i rzutkich kupców.

Wychodząc z tego założenia powinni nasi nieliczni obecnie zawodowcy zająć się wykształceniem praktycznym inżynierów, kończących politechniki, żeby im umożliwić specjalizację w tych gałęziach, które w kraju mają najlepsze widoki prosperowania. Poszczególnych działów nie wymieniam tutaj, ponieważ konieczne zarazem uzasadnienie odbiegłoby od tematu. Nieluwi posiadamy inżynierów Polaków, którzy pracują twórczo w przemyśle obcych narodów i wybili się na samodzielnější stanowiska, a i ta garstka szła, bo iść musiała, jedynie za chlebem, nie zważając na to, czy obrana specjalność umożliwi jej powrót i twórczą pracę w kraju. Pomimo, iż niektórzy z nich mogliby znaleźć po kilkuletniej praktyce odpowiednie zatrudnienie w kraju, stają temu trudności finansowe na przeszkodzie. Najczęściej otrzymują oświadczenie, że są „za drodzy”, w czem bezsprzecznie wydatnia się brak należytej oceny wartości ludzi, którzy na obczyźnie zdobyli sobie uciążliwą pracą liczne cenne doświadczenia. Nie uloga bowiem wątpliwości, że kilkunastu dzielnych zawodowców, w różnych kierunkach przemysłu, z żelazną siłą woli, posiadających o ile możności własny kapitał, więcej przyczyni się do uprzemysłowienia kraju, niż cześć gadanie na wiecach i szumne rezolucje.

Przed obcą konkurencją ochronić mogą powstający przemysł kartele fabryk polskich i częściowa specjalizacja w celu tańszej produkcji. Mojem zdaniem nawet w tak niekorzystnie dla rozwoju przemysłu położonym Wielkiem Księstwie Poznańskiem udało się przez skartelowanie wszystkich polskich fabryk i fabryczek maszyn rolniczych rok rocznie bardzo wiele pieniędzy w kraju zatrzymać. Każda fabryczka mogłaby posiadać ogólny dział reparacyjny, w którym wszystko z najbliższej okolicy do naprawy przyjmuje i dział sycycały, który jedynie wyrabia pewne rzeczy, np. jedna fabryka lokomobile i młocarnie, druga maneże, trzecia plugi i brony, czwarta wialnie itd. Fabrykując w ten sposób rzeczy lepsze i zniżając kosztą produkcji, podjąć można z powodzeniem konkurencję z towarem obcym. Nieodzownym warunkiem prosperowania jest jednakowoż zobowiązanie się do sprzedaży jedynie skartelizowanych towarów, naturalnie za pewnem ustanowieniem wynagrodzeniem. Czy z powodu naszego mało spistego charakteru da się na zdrowych zasadach podobne połączenie fabryk wyrobów żelaznych przeprowadzić, na to pytanie trudno odpowiedzieć. Powodzenie byłoby zapewnione, gdyż znana jest rzeczą, że polski włóścianin, główny odbiorca fabryczek, tam kupi nową maszynę, gdzie mu starą naprawią.

Przykład powyższy przytoczyłem jedynie na dowód, iż przy dobrej woli i chęci można niejedno dla rozwoju przemysłu zrobić. Brak nam przede wszystkim odpowiednich i dzielnych zawodowców, będących zarazem kupcami i organizatorami, umiejących dla przemysłu uruchomić kapitały polskie, nieraz w bankach zagranicznych na niskim procentie spoczywające. Dlatego jeszcze raz powtarzam wypowiedziane zdanie, że gruntowne zajęcie się praktycznem kształceniem młodych i zdolnych inżynierów powinno być głównem zadaniem wybitnych jednostek, pragnących się przyczynić do uprzemysłowienia kraju.

Dypl. inż. Wiesław Chrzanowski.

Sprawozdania z literatury technicznej.

— Rozkład sił w nitach, łączących pręty sprężyste. Sprawą tą zajmuje się inż. Arnovlevic w *Zeitschrift für Architektur und Ingenieurwesen* 1909, z. 2, dochodząc do następujących wyników:

Jeśli połączymy pręt sprężysty I o przekroju F z prętem II o przekroju F' zapomocą n nitów, umieszczonych wzdłuż tej samej osi w równych od siebie odległościach, to siły w nitach rozkładają się wedle nast. praw:

a) Gdy oba pręty mają przekrój stały i równy ($F=F'$), to nateżenia skrajnych (a więc najbardziej od siebie oddalonych) nitów są największe i równe; zmniejszają się one ku środkowi, zawsze względem środka symetrycznie.

b) Dla $F' > F$ są nateżenia nitów skrajnych leżących od strony przeciwnej. — Ku środkowi siły w nitach znów się zmniejszają.

c) Dla $F' = \infty$ (w przybliżeniu: pręt, przytwierdzony do znacznej blachy węzłowej) siły największe są w nitach od strony pręta II, zmniejszając się stale ku nitom po stronie przeciwnej.

d) Dla pręta II o przekroju zmiennym, wzrastającym poza miejscem przytwierdzenia, zachodzą stosunki pośrednie między a) a c).

e) Różnica nateżeń dwu sąsiednich nitów jest tem mniejsza, im mniej jest nitów, im mniejszy jest ich

odstęp i im są one sztywniejsze. (Arnovlevic opiera swoje wywody na podstawie ugięcia nitów przy obciążeniu).

f) Siła w nicie najbardziej nateżonym, prawie zupełnie się nie zmniejsza przez dodanie nitów ponad $u=5$.

g) Równy rozkład sił w nitach nastąpić może tylko dla prętów sztywnych ($F=F'=\infty$) lub nitów zupełnie gibkich.

Z tych wyników wysnuć można następujące prawa:

1. Odstęp nitów w kierunku osi pręta powinien być jak najmniejszy.
2. Korzystniej jest użyć mniejszej liczby nitów o większej średnicy.
3. Umieszczanie więcej niż pięciu nitów w jednym rzędzie równoległe do osi pręta jest bezużyteczne.
4. Zbyt silne przykładki są niekorzystne.
5. Przytwierdzenie prętów do blachy węzłowej jest lepsze, niż przymocowanie ich do blachy stojącej (ścianki pasów).

St. W. B.

OD REDAKCYI.

Do dzisiejszego numeru dołącza się dla członków Tow. Pol.: „Organ des österr. Ingenieur u. Architekten-Tages“ Nr. 1.