

TREŚĆ: Część urzędowa. Część nieurzędowa. — Prof. St. Bełzecki: Układy prętów o połączeniach sztywnych. — Inż. J. Domański: Uproszczony sposób rozwiązywania niektórych trudniejszych zagadnień przy obliczaniu połączeń torów. — Prof. E. Hauswald: Zadanie administracji przemysłowej. — Inż. M. Dolnicki: W sprawie naszych przepisów budowy mostów drogowych. — Inż. J. Nechay: Doświadczenia nad wytrzymałością betonu. — Wiadomości z literatury technicznej. — Recenzje i krytyki — Bibliografia. — Różne sprawy.

Część urzędowa.

Zmiany personalne.

Przeniesienia na emeryturę:

Inż. Karol Gustaw Miszke, Radca budownictwa V st. sł. w Wojewódzkiej Okręgowej Dyrekcji Robót Publicznych w Warszawie.

Inż. Jan Chodakiewicz, urzędnik VII st. sł. w Wojewódzkiej Okręgowej Dyrekcji Robót Publicznych w Białymstoku.

Zmiany organizacyjne.

W myśl rozporządzenia Rady Ministrów z dn. 9. września 1925 r. w sprawie zmiany kompetencji Ministra Robót Publicznych i Ministra Skarbu odnośnie do spraw katastralnych w województwie poznańskim i pomorskim (Dz. Ust. R. P. Nr. 98, poz. 691) nastąpiło z dniem 1. stycznia 1926 r. przejście personelu katastralnego Wydziałów Mierniczych i Urzędów Katastralnych w województwach poznańskim i pomorskim do resortu Ministerstwa Skarbu.

Ustawy i rozporządzenia.

W „Dzienniku Ustaw R. P.” zostały ogłoszone:

W Nr. 133 z dn. 31. grudnia 1925 r. poz. 950 — rozporządzenie Ministra Pracy i Opieki Społecznej z dn. 27. listopada 1925 r. w porozumieniu z Ministrami: Przemysłu i Handlu, Spraw Wewnętrznych, Spraw Wojskowych, Robót Publicznych, Kolei i Skarbu w sprawie sprostowania rozporządzenia Ministra Pracy i Opieki Społecznej z dn. 29. lipca 1925 w porozumieniu z Ministrami: Przemysłu i Handlu, Spraw Wewnętrznych, Spraw Wojskowych, Robót Publicznych, Kolei i Skarbu o spisie robót, wzbronionych młodocianym i kobietom;

W Nr. 1 z dn. 9. stycznia 1926 r. poz. 3 — rozporządzenie Rady Ministrów dn. 13. listopada 1925 r. w sprawie bezpłatnego odstąpienia m. st. Warszawie gruntów państwowych na cele regulacji i budowy ulic: Wawelskiej, Mochnackiego, Mianowskiego, Akademickiej, Supińskiego, Uniwersyteckiej, Głogiera, Korzeniowskiego, Hoffmanowej, Pługa, Raszyńskiej, Filtrowej i przyległych ulic dotychczas nie posiadających nazwy, oraz domków znajdujących się na tych terenach.

Komunikaty.

Dn. 14. listopada 1925 r. odbyło się w Ministerstwie Robót Publicznych kolejne IV posiedzenie Państwowej Rady Elektrycznej. Szczegółowe sprawozdanie zostało ogłoszone w „Monitorze Polskim” Nr. 292 z dn. 17. grudnia 1925 r.

Część nieurzędowa.

Prof. St. Bełzecki.

Układy prętów o połączeniach sztywnych.

§ 1. Zagadnienie równowagi układów o połączeniach sztywnych poruszył pierwszy St. Venant, prawie jednocześnie Clebsch, Poisson, Kirchhoff, Thomson i Tait ustalili warunki graniczne (Conditions aux limites, the terminal Conditions)¹⁾. Te warunki razem z teorią i zasadą S. Venant'a wystarczają do określenia równowagi układów o połączeniach dowolnych. Równowaga układów jest określona jednoznacznie, o ile poprzeczne wymiary prętów nie są bardzo małe w stosunku do ich długości. Stworzyć teorię układów znaczy określić odpowiednie graniczne warunki.

Bardzo liczne prace poświęcone są tej kwestji w niemieckiej literaturze technicznej²⁾.

W latach 1901 i 1910 opublikowałem teorię układów o połączeniach sztywnych i zastosowałem ją do obliczenia mostów na kolei Władykaukaskiej przez rzekę Samur (układ przestrzenny) i rzekę Białą (układ płaski)³⁾.

Obecnie biorąc pod uwagę nieliczność odpowiednich prac w polskim języku⁴⁾ mam zamiar podać tak samą teorię, jak również zastosowanie jej do układów płaskich i przestrzennych. Zaczynam od układów płaskich, jako prostszych.

Teorie układów opierają się na zadaniu S. Venant'a.

Ponieważ potrzebne mi będą wzory w pewnej formie, poświęcam kilka stronie teorii zgięcia.

¹⁾ Idea funkcji normalnych powstała wcześniej (Navier, Poisson), podjęta nanowo w innej formie w 1909. *Journal Crelle Ritz*.

²⁾ Na szczególną uwagę zasługuje praca Mohr'a.

³⁾ Most przez rzekę Samur. Wydanie Towarzystwa kolei Władykaukaskich r 1901. *Izw. Petersb. Polit. Inst.* „Teoria ferm”, w której jako przykład przytoczono obliczenie mostu przez rz. Białą.

⁴⁾ O ile mi wiadomo poświęcone są tej kwestji prace profesorów Thulliego i Hubera.

§ 2. Określenia, hipotezy, ograniczenia (Układy płaskie). Węzeł teoretyczny przy układzie o prętach sztywnych jest to zespół stycznych do osi odkształconych, wychodzących z jednego punktu. O ile osi nie przecinają się w jednym punkcie, powstałe wskutek tego momenty są wiadome. Węzeł rzeczywisty winien być rozpatrywany jako oddzielne ciało, przeto odległość między teoretycznymi węzłami nie równa się długości pręta. Zakładając taką równość wprowadzamy hipotezę, która daje naprężenia większe od rzeczywistych.

Możemy się obyć bez tej hipotezy, lecz wówczas otrzymamy wzory bardzo złożone. Dla inżyniera ważne są nie rzeczywiste wartości naprężeń, lub odkształceń, lecz ich górne granice, więc wyżej wskazana hipoteza jest zupełnie uzasadniona. Teoretyczny węzeł posiada 3 stopnie swobody w układzie płaskim i 6 w układzie przestrzennym.

Układ stanowią ciała kształtu graniastosłupów lub walców (pryzmatyczne lub cylindryczne), ograniczone na końcach płaszczyznami normalnymi do powierzchni bocznej. Każde ciało układu znajduje się w warunkach zadania St. Venant'a lub w warunkach zbliżonych¹⁾.

Stosunek poprzecznych wymiarów ciała do jego długości ulega ograniczeniom. W zależności od tych ograniczeń nazywają ich prętami lub cienkimi prętami (tiges, beams, Stäbe, стержни, tiges minces, vires, dünne Stäbe, проволоки)²⁾.

¹⁾ Ograniczenie, że pręt jest niewąski, obecnie zbyt techniczne.

²⁾ Granice rozróżniające pręty od cienkich prętów są tak zw. granice Euler'a.

Charakterystyki prętów:

a) potencjalna energja pręta jest jednorodną funkcją drugiego stopnia; b) rzuty przesunięć u , v i w i ich pochodne są nieskończenie małe; c) wektor siły przyłożonej do masy pręta jest tego samego rzędu co i wektor sił zewnętrznych; d) forma równo-

Normalny przekrój pręta ograniczony jest obwodem zamkniętym (closed curve)¹⁾. Zakładamy, że obwód ma dwie osie symetrii.

Układ ma płaszczyznę symetrii, w której leżą wektory sił i płaszczyznę par (ZOY).

Naprężenia sił sprężystości w normalnym przekroju są wiadome. Normalne naprężenia (naprężenia sił normalnych) są linjowe funkcje y ; naprężenia sił stycznych zależą od formy obwodu przekroju. Moment sił sprężystości jest równy:

$$\frac{EI}{\rho} \quad (\text{sztywność zginania}) \\ \rho \quad (\text{promień krzywizny odkształconej osi})$$

Każden pręt odnosimy do jego współrzędnych z początkiem w lewym końcu pręta. Za osie obieramy główne osie bezwładności. Oś OZ skierowana wzdłuż najwyższego wymiaru pręta. Oś OY leży w płaszczyźnie układu.

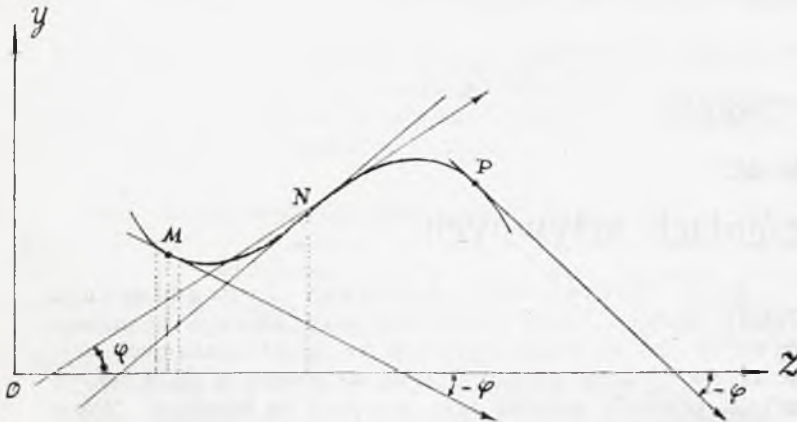
§. 3. Znakowania i oznaczenia (dla układów płaskich):

$z, y=0$ współrzędne nieodkształconej osi
 $z+u, v$ współrzędne osi odkształconej

$$s = \int_0^z dz \sqrt{1 + \left(\frac{dv}{dz}\right)^2}$$

Długość odkształconej osi liczona od lewego końca do zmiennego punktu z ($z > 0$).

Promień krzywizny ρ jest to wektor skierowany od punktu zmiennego $M(z+u, v)$ do odpowiedniego środka krzywizny, przeto ma kierunek normalnej w punkcie M od wklęsłej strony krzywej.



Rys. 1.

Przeprowadzimy styczną w punkcie M ; o ile rzędne sąsiednich przy M punktów krzywej są większe od odpowiednich rzędnych stycznej, to wklęsłość krzywej jest zwrócona w stronę dodatniego kierunku Y . Przeprowadzimy przez punkt M równoległą do osi Z ; jeśli niezależnie od znaku Δz przyrost rzędnej osi $-\Delta y$ jest większy od przyrostu rzędnej stycznej $-dy$, to znak różnicy: $\Delta y - dy = \frac{1}{2} f''(z + \Theta dz) dz^2$ jest dodatni, a zatem $y''(z) > 0$. O położeniu wklęsłości krzywej sędzimy po znaku $y''(z)$. Gdy $y''(z) = 0$ i jednocześnie $y'''(z)$ zmienia znak, wówczas odpowiedni punkt krzywej jest punktem przegięcia (na rys. punkt N). Gdy $y''(z) = 0$ i $y'''(z)$ znaku nie zmienia, to odpowiedni punkt będzie punktem spłaszczenia (point méplat).

wagi jedna i ona jest stateczna. Charakterystyki cienkich prętów: a) pot. energia nie jest jednorodną funkcją drugiego stopnia; b) u, v i w i $\frac{d(u, v, w)}{d(x, y, z)}$ są częściowo skończone, częściowo n. m.; c) wektor siły przyłożonej do masy jest nieskończenie mały; d) form równowagi jest kilka, niektóre z nich stateczne, inne niestateczne. Granice Euler'a dają niższą granicę; wyższą granicą stosunku poprzecznych wymiarów do długości pręta jest około $1/5$. (Wyrażonej granicy niema). (Normalne naprężenia nie są linjowymi funkcjami y).

W budownictwie ogólnym i mostowym używają zamiast terminu pręt, termin belka. Określenie belki będzie dane niżej.

¹⁾ Pręt jest to ciało jednospójne.

Kąt (t, z) jest dodatni wtedy, kiedy kąt (t, y) mniejszy od $\frac{\pi}{2}$ i ujemny, kiedy $(t, y) > \frac{\pi}{2}$.

Jeżeli na odcinku krzywej $y''(z)$ znaku nie zmienia, to kąty φ , które tworzą styczne w początku i końcu odcinka, mają znaki różne, jeżeli y'' zmienia znak, to kąty te mają znaki jednakowe. W granicach odcinka jest punkt przegięcia. O tem, czy jest lub niema punktu przegięcia, możemy sędzić zależnie od znaku kątów φ w końcach odcinka.

Będziemy oznaczać przez:

j — numer węzła
 i — „ pręta
 φ^j — obrót węzła
 φ_i — kąt między stycznymi do końców pręta
 l_i — długość pręta
 w_i — pole normalnego przekroju pręta
 I_i — moment bezwładności
 E — moduł Young'a
 EI — sztywność zgięcia (Biegungssteifigkeit, flexural rigidity)

G — moduł poprzecznej sprężystości. $G = \frac{E}{2(1+\eta)}$

η — liczba Poisson'a
 N — naprężenie sił normalnych
 T — „ „ stycznych

\mathfrak{M}_ω — moment pary sił wewnętrznych równy $\int_\omega Ny d\omega$

$\alpha = \frac{\partial w}{\partial z}$ — stosunkowe wydłużenie

$\beta = \frac{\partial w}{\partial y} + \frac{\partial v}{z}$ — poślizg (zmiana kąta ZOY)

dla osi $\beta = \left(\frac{\partial w}{\partial z}\right)_{y=0}$

$\mathfrak{R}_i = \int_\omega T d\omega, \quad \mathfrak{I}_i = \int_\omega T d\omega$

$\left(\frac{\partial v}{\partial z}\right)_i = \frac{\mathfrak{I}_z}{\omega G} = -\frac{dM}{dz} \frac{k}{\omega G}$

k — współczynnik liczbowy, zależny od formy obwodu normalnego przekroju

$r = \sqrt{\frac{J}{w}}$

$\delta(u)$ — nieskończenie mały przyrost u

$|u|$ — absolutna wartość u

R — reakcja lewej podpory

\mathfrak{M} — moment pary sił wewnętrznych

M_z — suma momentów sił zewnętrznych, działających na lewą część belki (od lewego końca do danego przekroju)

M_{i-1} — podobna suma działająca na prawą część belki

M_0 — moment w przekroju $z=0$

M_n — „ „ „ „ $z=l$

ξ — parametr, który określa położenie siły skupionej względem lewego końca belki

p — obciążenie ciągle, stałe, obliczone na jednostkę długości pręta

p_z — obciążenie ciągle zmienne

g — przyspieszenie siły ciężkości

σ — gęstość

σ_g — ciężar jednostkowy.

§. 4. Zginanie. Normalnym przekrojem rozdzielimy pręt na dwie części. Każda z nich pozostaje w równowadze ulegając działaniu sił i par zewnętrznych, oraz siły i pary sił sprężystości (wewnętrznych) w normalnym przekroju pręta¹⁾.

Dla lewej części: $M_z = \mathfrak{M}_\omega$,

dla prawej: $M_{i-1} = -\mathfrak{M}_\omega$,

dla całej belki: $M_z = -M_{i-1} \dots (a)$

¹⁾ Równania równowagi ciał fizycznych tem się różnią od równań równowagi ciał niezmiennych (mechanicznej abstrakcji), że dla pierwszych całe ciało i dowolna część jego powinna być w równowadze, dla drugich ciało jest niepodzielne i tylko jako takie powinno pozostawać w równowadze.

Dla lewej części: $EI \frac{d\varphi}{dz} = M$. . . (b)

Gdyby początkowa krzywizna była różna od 0, to byłoby:

$$EI \delta \left(\frac{d\varphi}{ds} \right) = M_2$$

albo:

$$EI \left(\frac{1}{\rho} - \frac{1}{\rho_0} \right) = M_2 \quad (b) \text{ bis}$$

$\frac{1}{\rho_0}$ początkowa krzywizna osi.

$\frac{d\varphi}{dz}$ możemy rozpatrywać jako przyrost krzywizny $\left(\frac{1}{\rho} = 0 \right)$.

W prawej części równania (b) momenty dodatnie będą te, które zwiększają (algebraicznie) krzywiznę lewej części, t. j. te, które wywołują takie zgięcie, przy którym wklęsłość osi będzie zwrócona w stronę dodatnich Y.

Całkując (1) otrzymamy:

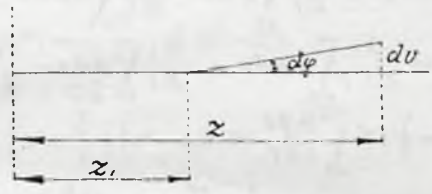
$$\varphi^z - \varphi^j = \int_0^z \frac{M dz}{EI}$$

Ponieważ zakładamy $\omega = \text{Const}$, to:

$$\varphi^z = \varphi^j + \frac{1}{EI} \int_0^z M dz$$

Przy $z = l$:

$$\varphi^{j+1} - \varphi^j = \frac{1}{EI} \int_0^l M dz \quad \dots \quad (I)$$



Rys. 2.

Z rysunku 2 widać, że:

$$dv = (z - z') d\varphi - dM \frac{k}{\omega G}$$

z — parametr, wskazujący punkt, którego przesunięcie rozważamy, z' odcięta zmiennego punktu.

Całkując otrzymamy:

$$v^z - v^0 = z \left(\varphi^j + \frac{1}{EI} \int_0^z M dz \right) - \frac{1}{EI} \int_0^z z M dz - M \frac{k}{\omega G}$$

przy $z = l$:

$$v^n - v^0 = l \left(\varphi^j + \frac{1}{EI} \int_0^l M dz \right) - \frac{1}{EI} \int_0^l z M dz - M \frac{k}{\omega G} \quad (II)$$

skąd:

$$\varphi^j = \frac{v^n - v^0}{l} + \frac{1}{EIl} \int_0^l z M dz - \frac{1}{EI} \int_0^l M dz + M \frac{k}{\omega G}$$

$$\varphi^{j+1} = \frac{v^n - v^0}{l} + \frac{1}{EIl} \int_0^l z M dz + M \frac{k}{\omega G}$$

Jeśli przy $z = a$, $\varphi^a = 0$, to styczna równoległa do osi z :

$$v^n = v^0 - \int_0^a z M dz + M \frac{k}{\omega G}$$

$$\frac{dv}{dz} = \varphi^j + \frac{1}{EI} \int_0^a z M dz + \frac{\partial M}{\partial z} \frac{k}{\omega G}$$

równa się zero przy:

$$\varphi^z = - \frac{1}{EI} \int_0^z M dz - \frac{\partial M}{\partial z} \frac{k}{\omega G}$$

Pierwszą całkę równania (b)-bis otrzymamy mnożąc przez dz i całkując w granicach 0 i $z = z_0 + \delta z_0$.

$$\sin \varphi = \sin \varphi_0 + \frac{1}{EI} \int_0^z M dz + \int_0^{\delta z_0} \frac{\delta z}{\rho_0} + \delta z_0 \left(1 + \frac{d\delta z_0}{dz_0} \right)$$

Wzór ten będzie nam potrzebny w dalszym ciągu rozważań. Wobec zrobionych założeń (v i w nieskończenie małe) wzory mogą być stosowane tylko w tym wypadku, gdy M jest funkcją tylko z .

Oznaczmy przez μ dowolną funkcję z taką, która przy $z = 0$ i $z = l$ jest równą zero, wówczas ogólny wzór na M będzie taki:

$$M = M_0 + (M_n - M_0) \frac{z}{l} + \mu$$

$$\frac{\partial M}{\partial z} = \frac{M_n - M_0}{l} + \frac{\partial \mu}{\partial z} = \mathfrak{E}$$

$$M = M_0 + \left(\mathfrak{E} - \frac{\partial \mu}{\partial z} \right) z + \mu$$

Oznaczmy przez z_0 tę wartość z , przy której $M = 0$ (punkt przegięcia):

$$z_0 = \frac{M_0 + \mu}{M_0 - M_n} l$$

Żeby było: $0 < z < l$,
powinno być:

$$\frac{M_0 + \mu}{M_0 - M_n} < 1$$
$$M_n < 0$$

Z tego faktu, że M jest tylko funkcją z bezpośrednio wynika, że $\int_0^l M dz$ równa się algebraicznej sumie pól: a) pola ograniczonego osią x i krzywą $u = f(z)$ i b) pola ograniczonego prostą $M_0 + (M_n - M_0) \frac{z}{l}$, osią z i rzędnymi M_0 i M_n . $\int_0^l z M dz$ jest moment tych pól względem $z = 0$.

Gdyby w i v mogły mieć wartości skończone, to M byłoby funkcją z i φ .

Uwzględniając formę na M i zakładając $w_0 = v_0 = 0$, otrzymamy następujące wzory, z których będziemy korzystać:

$$\varphi^z = \varphi^j + \frac{l}{2EI} \left[2M_0 \left(\frac{z}{l} \right) + (M_n - M_0) \left(\frac{z}{l} \right)^2 + \frac{2}{l} \int_0^z \mu dz \right] = \varphi^j + \psi$$

$$\varphi^{j+1} = \varphi^j + \varphi_i = \varphi^j + \frac{l}{2EI} \left[M_0 + M_n + \frac{2}{l} \int_0^l \mu dz \right] \quad \dots \quad (I)$$

$$v^z = z \left(\varphi^j + \psi \right) - \frac{l^2}{6EI} \left[3M_0 \left(\frac{z}{l} \right)^2 + 2(M_n - M_0) \left(\frac{z}{l} \right)^3 + \frac{6}{l^2} \int_0^z z \mu dz \right] - \frac{Mz k}{\omega G} = z \left(\psi + \varphi^j \right) - \eta$$

$$v^n = l \varphi^j + \frac{l^2}{6EI} \left[2M_0 + M_n + \frac{6}{l} \int_0^l \mu dz - \frac{6}{l^2} \int_0^l z \mu dz + 12Mlk(1 + \eta) \left(\frac{r}{l} \right)^2 \right] \quad \dots \quad (II)$$

Oznaczmy przez η_n to, czem stanie się v^n , kiedy $\varphi^j = 0$, wtedy:

$$v^n = l \varphi^j + \eta_n \quad \dots \quad (III)$$

$$\varphi^j = \frac{v^n - \eta_n}{l} \quad \dots \quad (IV)$$

$$\varphi^{j+1} = \frac{v^n - \eta_n}{l} + \varphi_i \quad \dots \quad (V)$$

$$w_n = \frac{\mathfrak{N} l}{\omega E} \quad \dots \quad (VI)$$

Z (I) i (II) otrzymamy:

$$M_0 = \frac{2EI}{l} \left[\frac{3\eta_n}{l} - \varphi_i \right] + \frac{6}{l^2} \int_0^l z \mu dz - \frac{4}{l} \int_0^l \mu dz - 12 M_n k (1 + \eta) \left(\frac{r}{l} \right)^2 \quad \text{(VII)}$$

$$M_n = \frac{2EI}{l} \left[2\varphi_i - \frac{3\eta_n}{l} \right] - \frac{6}{l^2} \int_0^l z \mu dz + \frac{2}{l} \int_0^l \mu dz + 12 M k (1 + \eta) \left(\frac{r}{l} \right)^2 \quad \text{(VIII)}$$

$$\frac{\partial M}{\partial z} = \frac{6EI}{l} \left[\varphi - \frac{2\eta_n}{l} \right] - \frac{12}{l^2} \int_0^l z \mu dz + \frac{6}{l} \int_0^l \mu dz + 24 M k (1 + \eta) \left(\frac{r}{l} \right)^2 \quad \text{(IX)}$$

$$\eta_i - l \varphi_i = - \frac{l^2}{6EI} \left[M_0 + 2 M_n + \frac{6}{l^2} \int_0^l z \mu dz - 12 M k (1 + \eta) \left(\frac{r}{l} \right)^2 \right] \quad \text{(X)}$$

$$\frac{\partial v^2}{\partial z} = \psi + \varphi^j,$$

jeśli $\frac{\partial v^2}{\partial z} = 0$, przy $z = a$, to:

$$\varphi^j = -\psi, \quad \max v = -\eta_a.$$

Mogą być użyteczne wzory w nieco innej formie.

Przedstawmy M w formie $M = M_0 + \mathfrak{L}z + \mu$. Wtedy:

$$\varphi^{j+1} - \varphi^j = \varphi_i = \frac{l}{2EI} \left[2M_0 + \mathfrak{L}l + \frac{2}{l} \int_0^l \mu dz \right] \quad \text{(XI)}$$

$$\eta^u = l \varphi^{j+1} + \frac{l^2}{6EI} \left[3M_0 + \mathfrak{L}l + \frac{6}{l} \int_0^l \mu dz - \frac{6}{l^2} \int_0^l z \mu dz \right] = l \varphi^j + \eta_n \quad \text{(XII)}$$

Dla skrócenia będziemy oznaczać:

$$\frac{2}{l} \int_0^l \mu dz = A\mu,$$

$$\frac{6}{l} \int_0^l \mu dz - \frac{6}{l^2} \int_0^l z \mu dz = B\mu.$$

Graniczne warunki. Pręt ma dwa końce — są to linjowe elementy osi w punktach $z = 0$ i $z = l$. Jeśli mowa o układzie, są to dwa węzły.

Każdy koniec może być:

a) swobodny, jeśli u, v i φ są różne od zera. Na takim końcu $\frac{\partial \varphi}{\partial z} = \frac{\partial^2 \varphi}{\partial z^2} = 0$. Oznaczają go będziemy przez S . Ma 3 stopnie swobody.

b) podparty, na takim końcu $w = 0$, $\frac{\partial \varphi}{\partial z} = 0$. Oznaczają go będziemy przez P . Ma dwa stopnie swobody.

c) zamocowany, $w = 0$, $v = 0$, $\frac{d\varphi}{dz} = 0$. Oznaczamy go Z . Jeden stopień swobody.

d) utwierdzony, $w = v = \varphi = 0$. Oznaczamy U . Koniec pozbawiony wszystkich stopni swobody¹⁾.

¹⁾ Warunki utwierdzenia końca lub danego przekroju mogą być zadane inaczej. Jeśli w pewnym przekroju $u = v = \frac{\partial w}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial z} = 0$ dla dowolnego y , to przekrój jest zamocowany i utwierdzony. Jeśli $v \neq 0$, to przekrój jest utwierdzony w stanie odkształconym. Zamocowanie i utwierdzenie końca skutecznia się zapomocą ciał fizycznych (odkształcających się), a zatem jest warunkowe. Jeżeli sztywność pręta i wielkość sił na niego działających nie przekracza pewnych granic, to odkształcenia, które powstają w okolicach zamocowania, można uważać jako nieskończenie małe wyższego rzędu w porównaniu z odkształceniami samego pręta. Pręt może być na tyle sztywnym, a siły na niego działające mogą być tak wielkie, że odkształcenia środowiska, w którym pręt jest utwier-

Pręt pozostaje w równowadze, jeśli jest pozbawiony trzech stopni swobody.

Kombinując warunki graniczne dla dwóch końców tak, ażeby były spełnione warunki dla całego pręta, otrzymamy 6 takich kombinacyj:

1. Z.P; 4. U.S
2. Z.Z; 5. U.P
3. Z.U; 6. U.U.

Pręty wspornikowe są szczególne wypadki 1 lub 2. Z 6 kombinacyj, zasadniczych jest cztery: 1, 4, 5 i 6.

Warunki dla dwóch końców pręta nazywają granicznymi warunkami (Conditions aux limites, The terminal Conditions). Są to warunki niezbędne dla określoności zadania.

Rozpatrzmy niektóre wypadki zasadniczych kombinacyj, z których potem będziemy korzystać.

Kombinacja Z.P.

Jeden koniec nieruchomy (przegubowo zamocowany), drugi podparty ($w_0 = v_0 = w_n = 0$). Takie pręty nazywają belkowymi prętami lub prosto belkami.

Z określenia wynika, że:

$$M_0 = M_n = 0, \quad M = \mu,$$

$$\varphi^j = - \frac{1}{EI} \left[\int_0^l \mu dz - \frac{1}{l} \int_0^l z \mu dz \right]$$

$$\varphi^{j+1} = - \frac{1}{EI} l \int_0^l z \mu dz$$

$$v^2 = z \varphi^j + \frac{z}{EI} \int_0^z \mu dz - \frac{1}{EI} \int_0^z z \mu dz - \frac{\mu k}{\omega G}$$

$$\frac{\partial v^2}{\partial z} = \frac{1}{EI} l \int_0^l z \mu dz - \frac{1}{EI} \int_0^l \mu dz - \frac{d\mu}{dz} \frac{k}{\omega G};$$

$$\varphi^a = \varphi^j + \int_0^a \frac{\mu dz}{EI} = 0.$$

$$\max v = - \frac{1}{EI} \int_0^a z \mu dz - \frac{k\mu}{\omega G}.$$

Górna granica a jest określona równaniem:

$$l = \frac{\int_0^l z \mu dz}{\int_0^l \mu dz + \frac{d\mu}{dz} \frac{k}{\omega G} \cdot EI}$$

Wzory te dają rozwiązanie przy dowolnym μ .

Założmy, że:

a) na pręt działa para z momentem \mathfrak{M} :

$$\mu = - \frac{\mathfrak{M} z}{l} \quad \text{w przedziale } 0 \text{ i } \xi$$

$$\mu = \mathfrak{M} \left(1 - \frac{z}{l} \right) \quad \text{w przedziale } \xi - l$$

$$\int_0^l \mu dz = \frac{\mathfrak{M}}{2} (l - 2\xi)$$

$$\int_0^l z \mu dz = \frac{\mathfrak{M}}{6} (l^2 - 3\xi^2)$$

Zakładając: $\frac{\xi}{l} = u$:

$$\varphi^j = \frac{\mathfrak{M} l}{6EI} (6u - 2 - 3u^2)$$

$$\varphi^{j+1} = \frac{\mathfrak{M} l}{6EI} (1 - 3u^2)$$

$$\varphi_i = \frac{\mathfrak{M} l}{2EI} (1 - 2u)$$

dzony mogą być większe od odkształceń pręta; w takim wypadku o zatwierdzeniu końca nie może być mowy. W każdym poszczególnym wypadku warunki utwierdzenia końców pręta powinny być uważnie zbadane.

Przy $u = \frac{1}{3}$; $\varphi_i = 0$,
styczne do końców pręta są równoległe.

Przy $u = 1$:

$$\varphi^j = \frac{Ml}{6EI}; \quad \varphi^{j+1} = -\frac{Ml}{3EI}.$$

Przy $u < 1 - \frac{1}{\sqrt{3}}$; $\varphi^j < 0$; $\varphi^{j+1} > 0$ wklęsłość zwr.
w stronę dodat. Y

" " $\geq \frac{1}{\sqrt{3}}$; $\varphi^j > 0$; $\varphi^{j+1} < 0$ wklęsłość zwr.
w stronę ujemn. Y.

Przy: $1 - \frac{1}{\sqrt{3}} < u < \frac{1}{\sqrt{3}}$

φ^j i φ^{j+1} mają znaki jednakowe, oś odkształcona ma punkty
przebiegania.

b) działa siła skupiona P:

$$\mu = P \left(1 - \frac{\xi}{l}\right) z \text{ w przedziale } 0 - \xi$$

$$\mu = P \xi \left(1 - \frac{z}{l}\right) \text{ w przedziale } \xi - l.$$

$$\int_0^l \mu dz = \frac{P\xi}{2} (l - \xi)$$

$$\int_0^l z \mu dz = \frac{P\xi}{6} (l^2 - \xi^2)$$

$$\varphi^j = -\frac{P}{6EI} \xi (l - \xi) (2l - \xi)$$

$$\varphi^{j+1} = \frac{P}{6EI} \xi (l^2 - \xi^2)$$

przy $z < \xi$:

$$v = \frac{P}{6EI} \left(1 - \frac{\xi}{l}\right) \left\{ z^3 - z \xi (2l - \xi) \right\} - P \xi \left(1 - \frac{\xi}{l}\right) \frac{k}{\omega G}$$

max v przy:

$$z = \sqrt{\frac{\xi(2l - \xi)}{3} + 4kr^2(1 + \eta)}$$

i dowolnym ξ w granicach:

$$z \leq \xi \leq l.$$

Przy $\xi = l$, $V = 0$, przy $\xi = z$:

$$v = \frac{l}{2} \pm \sqrt{\frac{l^2}{16} + 3kr^2(1 + \eta)}$$

max v przy:

$$\xi = \frac{l}{4} - \sqrt{\frac{l^2}{14} + 3kr^2(1 + \eta)} > \frac{l}{2}.$$

Nie uwzględniając poślizgu:

$$\text{max } v \text{ przy } z = \frac{l}{2}.$$

Ze wzoru:

$$l = \frac{\int_0^l z \mu dz}{\int_0^l \mu dz} = \frac{l^2 - \xi^2}{3 \left(l - 2\xi + \frac{\xi^2}{l} \right)}$$

$$\xi = \frac{l}{2}.$$

Kombinując a) i b) otrzymamy zgięcie wywołane siłą
i parą.

c) Obciążenie ciągle, nierównomierne:

$$P_z = \frac{2z}{l} \text{ w przedziale } 0 - \frac{l}{2}$$

$$P_z = \frac{2}{l} (l - z) \text{ w przedziale } \frac{l}{2} - l$$

$$\mu = \frac{lz}{4} - \frac{z^3}{3l}$$

$$\int_0^l \mu dz = 2 \int_0^{\frac{l}{2}} \mu dz = \frac{5l^3}{6 \cdot 16}$$

$$\int_0^l z \mu dz = 2 \int_0^{\frac{l}{2}} z \mu dz = \frac{l^4}{60}$$

$$\text{Przy } z = \frac{l}{2}, \varphi^2 = 0, \varphi^j = - \int_0^{\frac{l}{2}} \mu dz = \frac{5l^3}{2 \cdot 36 \cdot EI}$$

$$\varphi^{j+1} = \varphi^j$$

$$u^2 = -\frac{1}{EI} \int_0^{\frac{l}{2}} z \mu dz = -\frac{l^4}{120 EI}.$$

$$d) P_z = 1 - \frac{2z}{l} \text{ w przedziale } 0 \text{ i } \frac{l}{2}$$

$$P_z = \left(\frac{2z}{l} - 1\right) \text{ w przedziale } \frac{l}{2} \text{ i } l$$

$$\mu = \frac{lz}{4} - z \int_0^z \left(1 - \frac{2z}{l}\right) dz + \int_0^l z \left(1 - \frac{2z}{l}\right) dz = \frac{lz}{4} - \left\{ \frac{z^2}{2} - \frac{z^3}{3l} \right\}$$

$$\int_0^l \mu dz = \frac{l^3}{16}; \quad \int_0^l z \mu dz = \frac{3l^4}{10 \cdot 32}$$

$$\varphi^j = \frac{l^3}{32 EI}$$

$$v^2 = \int_0^{\frac{l}{2}} z \mu dz = -\frac{3l^4}{20 \cdot 32}.$$

e) Obciążenie ciągle niesymetryczne:

$$P_z = \frac{z}{a} \text{ w przedziale } 0 - a$$

$$P_z = \frac{l-z}{d} \text{ w przedziale } 0 - l$$

$$R = \frac{2l-a}{6} = \frac{l+d}{6}$$

dla $z < a$

$$\mu = \frac{l+d}{6} z + \frac{z^3}{6a}$$

$$\int_0^a \mu dz = \frac{l^3}{24} - \frac{5ld^2}{24} + \frac{dl^2}{24} + \frac{d^3}{8}.$$

Reakcja prawej podpory:

$$R_p = \frac{2l-d}{6}$$

na mocy wzoru (a):

$$\mu = \frac{2l-d}{6} z - \frac{z^3}{6d}$$

$$\int_0^d \mu dz = \frac{ld^2}{6} - \frac{d^3}{8}$$

$$\int_0^l \mu dz = \frac{l}{24} [l^2 - d^2 + ld].$$

Kombinacja US.

$$M_0 \neq 0, \varphi^j = 0; \text{ przy } z = l, \frac{\partial \varphi}{\partial z} = \frac{d^2 \varphi}{dz^2} = 0$$

$$M = P(z - \xi)$$

$$\int_0^l \mu dz = \int_0^{\xi} \mu dz = -\frac{P\xi^3}{6}$$

$$\varphi^{j+1} = -\frac{P\xi^2}{2EI}$$

$$V = \frac{Pl^3}{6EI} \left[\left(\frac{z}{l}\right)^3 - \frac{3\xi}{l} \left(\frac{\xi}{l}\right)^2 \right].$$

Kombinacja U.P.

$$\varphi^j = 0, M_0 \neq 0; \quad \text{przy } z=l, \quad \frac{\partial \varphi^2}{dz^2} \neq 0$$

$$M_0 = -Rl + P(l - \xi)$$

$$M = R(z-l) + P(l - \xi) \quad (z < \xi)$$

$$M = R(z-l) + P(l - z) \quad (z > \xi),$$

$$\int_0^l M dz = -\frac{Rl^2}{2} + \frac{P(l^2 - \xi^2)}{2}$$

$$\int_0^l z \mu dz = -\frac{Rl^3}{6} + \frac{P(l^3 - \xi^3)}{6}$$

Z warunku $\varphi^j = 0$ mamy:

$$-\frac{Rl^3}{2} + \frac{P(l^3 - \xi^2 l)}{2} = -\frac{Rl^3}{6} + \frac{P(l^3 - \xi^3)}{6}$$

$$R = \frac{P(2l^3 - 3l\xi^2 + \xi^3)}{2l^3}$$

Zakładając $l - \xi = u$:

$$M_0 = -\frac{Pu(l^2 - u^2)}{2l^2}$$

$$R = \frac{Pu(3l^2 - u^2)}{2l^3}$$

$$\max M = \max M_0, \quad \text{przy } u = \frac{l}{\sqrt{3}}$$

$$V = \frac{l^3}{6EI} \left[R \left\{ \left(\frac{z}{l} \right)^3 - 3 \left(\frac{z}{l} \right)^2 \right\} + 3P \left(1 - \frac{\xi}{l} \right) \left(\frac{z}{l} \right)^2 \right] \quad x \leq \xi.$$

Kombinacja UU.

$$\varphi^j = \varphi^{j+1} = 0$$

$$M = M_0 + (M_n - M_0) \frac{z}{l} + \mu$$

$$M_0 + M_n = -\frac{2}{l} \int_0^l \mu dz$$

$$M_0 + \xi M_n = -\frac{6}{l^2} \int_0^l z \mu dz$$

skąd:

$$M_n = -\frac{6}{l^2} \int_0^l z \mu dz + \frac{2}{l} \int_0^l \mu dz$$

$$M_0 = \frac{6}{l^2} \int_0^l z \mu dz - \frac{4}{l} \int_0^l \mu dz$$

przy dowolnym μ , bez uwzględnienia wpływu poślizgu.

Jeśli:

$$\mu = P \left(1 - \frac{\xi}{l} \right) z \quad \text{w p. } 0 - \xi$$

$$\mu = P \left(1 - \frac{z}{l} \right) \xi \quad \xi - l.$$

to:

$$M_n = -P \left(\frac{\xi}{l} \right)^2 (l - \xi)$$

$$M_0 = -P \left\{ 1 - \left(\frac{\xi}{l} \right)^2 \right\}.$$

(C. d. n.).

Inż. Jan Domaszewski.

Uproszczony sposób rozwiązywania niektórych trudniejszych zagadnień przy obliczaniu połączeń torów.

Połączenia, rozgałęzienia i przekształcenia torów, powstałe przez włożenie rozjazdów w tor prosty i zastosowanie jednego łuku, rozwiązuje się przez rzutowanie układu na odpowiednie osie. Z równań, w ten sposób powstałych, otrzymujemy bez trudności wszystkie potrzebne nam wartości.

Jeżeli w układzie zastosujemy dwa zgodnie lub odwrotnie skierowane łuki, to ułożenie równań rzutowych również nie będzie przedstawiać większych trudności, rozwiązanie natomiast tych równań jest zazwyczaj bardzo uciążliwym, a zwłaszcza gdy niewiadomą tworzy kąt, który w równaniu znajduje się pod postacią rozmaitych funkcji. Rozwiązanie takich równań wymaga tyle pracy, że, o ile nie znamy sztucznego sposobu ich rozwikłania, zwracamy się wtedy do metody wykreślnej, przyjmując więc potrzebne wartości w przybliżeniu.

Autorowie¹⁾ podają sposoby rozwiązywania zagadnień, zwłaszcza mniej skomplikowanych, sposoby te, mimo to proste i dadzą się zastosować tylko do każdego poszczególnego przypadku.

Uproszczenie przezemnie stosowane opiera się na następującym rozumowaniu:

Prawie wszystkie zagadnienia można sprowadzić do dwu następujących ogólnych form:

a) Dany jest początek pierwszego łuku i długość stycznej między łukami, niewiadomą — nachylenie stycznej i położenie drugiego łuku.

b) Dany jest początek pierwszego łuku i ustalone położenie drugiego, niewiadomą — długość i nachylenie prostej między temi łukami (stycznej).

W obu wypadkach promienie łuków są dane, gdyż inaczej

zadanie byłoby nieoznaczonym, chyba, że którą inną niewiadomą możnaby przyjąć dowolnie.

Jeżeli określimy nachylenie stycznej do linii, łączącej środki kół (rysunek 1—6, kąt ten będziemy oznaczać przez φ), wtedy zamiast szukać nachylenia stycznej do danych prostych, możemy szukać nachylenia tej linii, łączącej środki kół. Ponieważ odstęp środków kół w obu wypadkach, da się znacznie łatwiej określić niż którakolwiek inna niewiadoma, więc na tem polega uproszczenie zadania.

W pierwszym wypadku, gdy dana jest długość stycznej l_0 , odległość środków kół otrzymujemy ze wzoru Pitagorasa:

$$D = \sqrt{(R+r)^2 + l_0^2} \quad \text{dla łuków odwrotnie skierowanych, lub}$$

$$D = \sqrt{(R-r)^2 + l_0^2} \quad \text{dla łuków zgodnie skierowanych.}$$

W drugim wypadku, gdy położenie obu kół jest dane, odstęp środków kół da się zawsze obliczyć z danych warunków.

Kąt φ , zawarty pomiędzy styczną, a prostą D łączącą środki kół, określamy ze wzoru:

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{R+r}{l_0} \quad \text{dla łuków odwrotnie skierowanych, zaś}$$

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{R-r}{l_0} \quad \text{dla łuków zgodnie skierowanych.}$$

Mając na uwadze powyższe rozważanie możemy następnie zastosować w zwykły sposób rzutowanie układu na odpowiednio dobraną oś, starając się wprowadzić długość D w równanie rzutów.

Bardzo często nawet równanie rzutów jest zbyt ciężkie np. gdy mamy dane odstęp y_1 i y_2 środków obu łuków od pewnej prostej zasadniczej. Wtedy nachylenie prostej D do tej prostej μ :

$$\sin \mu = \frac{y_2 - y_1}{D}, \quad \text{kąt zaś zawarty pomiędzy styczną a tą prostą}$$

zasadniczą:

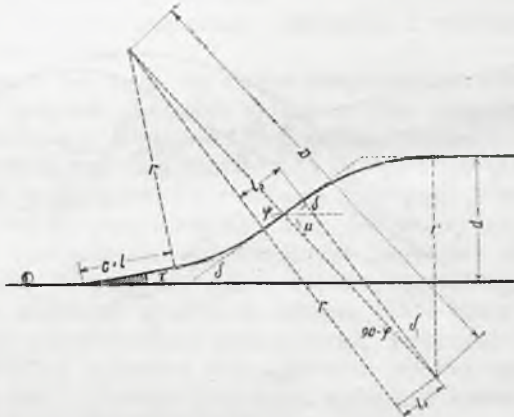
¹⁾ K. Skibiński: Połączenia torów. Lwów 1897. — K. Wątorrek: Budowa kolei. Tom I. Warszawa 1924. — R. Niewiadomski: Projektowanie objazdów kolejowych. Warszawa 1923. — P. Timpenfeld: Weichen- und Gleis-Berechnungen. Lipsk 1920. — A. Wasiuński: Drogi żelazne. Wyd. II., zeszyt 2. Warszawa 1925.

$\delta = \mu \pm \varphi$ (z uwzględnieniem odpowiednich znaków). Sposobu, podobnego do podanego powyżej używa prof. Skibiński np. przy obliczeniu rozgałęzienia dwu torów równoległych przez wstawienie odwrotnych łuków w tor łączący. Poleca on zastosować kąt pomocniczy $\text{tg } \varphi = \frac{2r}{l}$, oraz oblicza następnie wartość $\sin(\varphi - \delta)$, a więc kąta odpowiadającego naszemu μ . Nie podaje jednak, co oznacza kąt φ i równanie na $\sin(\varphi - \delta)$ otrzymuje przez odpowiednie przekształcenie równań rzutów.

Podobnie zapomocą odległości środków kół rozwiązuje Timpenfeld połączenie dwu torów łukowych współśrodkowych, ale podaje tylko gotowe wzory końcowe.

Przykłady¹⁾.

§ 1. Skrócenie rozgałęzienia dwu torów równoległych przez wstawienie odwrotnych łuków.



Rys. 1.

$$D = \sqrt{4r^2 + l_0^2}$$

$$\text{tg } \varphi = \frac{2r}{l_0}$$

$$\delta = \varphi - \mu.$$

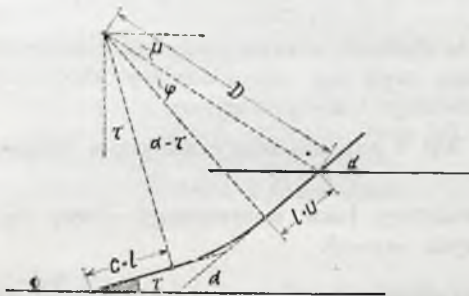
Z rzutu na oś prostopadłą do kierunku torów otrzymany wartość na μ :

$$D \sin \mu = r - d + (c+l) \sin \tau + r \cos \tau$$

$$\sin \mu = \frac{r - d + (c+l) \sin \tau + r \cos \tau}{D}$$

wzór, w którym przychodzą jedynie funkcje trygonometryczne $\sin \tau$ i $\cos \tau$, których wartości dla zwykle przyjmowanych kątów skrzyżowania rozjazdów konstruktor powinien mieć zanotowane.

§ 2. Przecięcie toru równoległego pod maksymalnym kątem. Miejsce środka drugiego koła zajmie punkt przecięcia się



Rys. 2.

torów, od którego to miejsca długość prostej jest dana ze wzoru:

$$D = \sqrt{(l+u)^2 + r^2}$$

$$\text{tg } \varphi = \frac{l+u}{r}$$

¹⁾ Dla porównania, jakie korzyści przedstawia sposób tu podany, przystosowałem dobór i porządek przykładów do dzieła prof. Skibińskiego. Również znakowanie starałem się upodobnić.

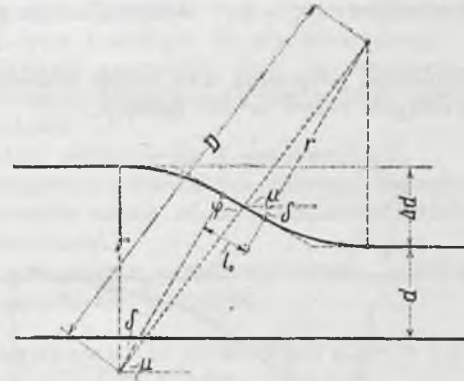
$$D \sin \mu = r \sin \tau + (c+l) \cos \tau - d$$

$$\alpha = 90^\circ - \varphi - \mu.$$

Ponieważ długość skrzyżowania $u = \frac{s}{2 \text{tg } \frac{\alpha}{2}} + k$ jest zależną

od niewiadomego na razie α , należy u przyjąć w przybliżeniu, następnie po wyrachowaniu α trzeba u przeliczyć i ewentualnie α poprawić.

§ 3. Zwiększenie odstepu torów przez zastosowanie łuków odwrotnych.



Rys. 3.

$$D = \sqrt{4r^2 + l_0^2}$$

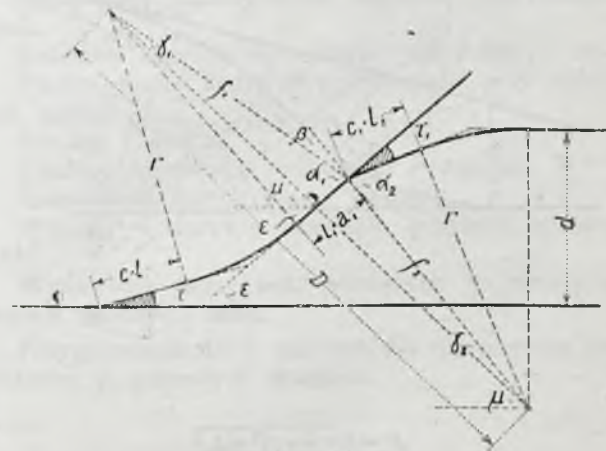
$$\text{tg } \varphi = \frac{2r}{l_0}$$

$$D \sin \mu = 2r - \Delta d$$

$$\delta = \varphi - \mu.$$

§ 4. Zwiększenie odchylenia toru rdzennego drogi zwrotniczej przez wstawienie łuku pomiędzy pierwszy i drugi rozjazd.

Zagadnienie to jest znacznie trudniejsze od poprzednich, gdyż niema danej stycznej do dwu kół, ale dwie proste o danej długości i wzajemnem nachyleniu τ_1 , z których każda jest styczną do innego koła. Mimo to i tutaj musimy oznaczyć odległość środków kół i kąt, zawarty pomiędzy tą prostą, a jedną z danych prostych.



Rys. 4.

Punktem skrzyżowania się obu stycznych jest środek rozjazdu S_1 . Oznaczamy jego odległość od obu środków kół:

$$f_1 = \sqrt{(l_1 + a_1)^2 + r^2} \quad \text{tg } \alpha_1 = \frac{r}{l_1 + a_1}$$

$$f_2 = \sqrt{(c_1 + l_2)^2 + r^2} \quad \text{tg } \alpha_2 = \frac{r}{c_1 + l_2}$$

$\beta = \tau_1 + \alpha_2 - \alpha_1$ kąt zawarty pomiędzy temi odległościami. Stąd odstep obu środków kół:

$$D = \sqrt{f_1^2 + f_2^2 + 2f_1 f_2 \cos \beta}.$$

Kąt nachylenia prostej $O_1 O_2$, łączącej środki kół z kierunkiem $(l_1 + a_1)$ znajdziemy obliczywszy kąty γ_1 i γ_2 z trójkąta $O_1 S_1 O_2$:

$$\sin \gamma_1 = \frac{f_2 \sin \beta}{D} \quad \text{zaś } \varphi = \alpha_1 + \gamma_1 \quad \text{lub}$$

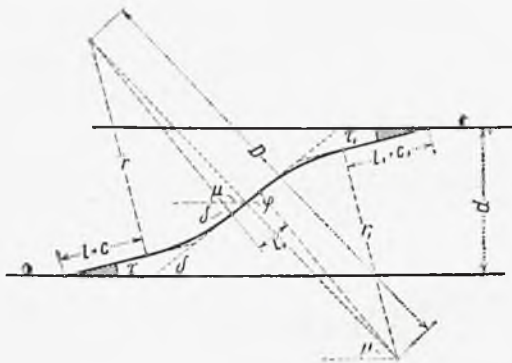
$$\sin \gamma_2 = \frac{f_1 \sin \beta}{D} \quad \varphi = \tau_1 + \alpha_1 - \gamma_2.$$

Mając kąt φ znajdujemy potrzebne nam wartości, podobnie jak w poprzednich przykładach:

$$D \sin \mu = r \cos \tau + (c+l) \sin \tau - d + r.$$

Stąd otrzymujemy μ , a kąt odchylenia toru rdzennego $\varepsilon = \varphi - \mu$.

§. 5. Skrócenie połączenia dwu torów równoległych przez włożenie odwrotnych łuków w tor łączący.



Rys. 5.

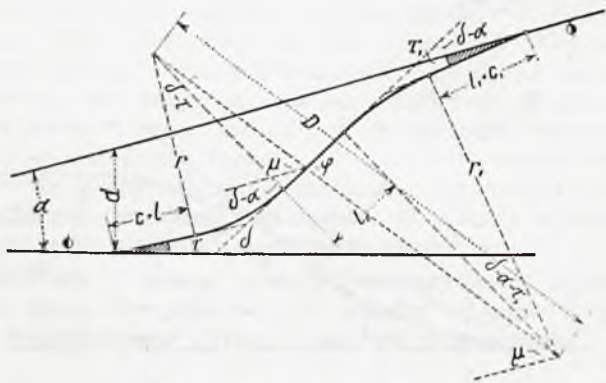
$$D = \sqrt{(r+r_1)^2 + l_0^2}$$

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{r+r_1}{l_0}$$

$$D \sin \mu = r \cos \tau + (c+l) \sin \tau + r_1 \cos \tau + (c_1+l_1) \sin \tau - d$$

$$\delta = \varphi - \mu.$$

§. 6. Połączenie dwu torów zbieżnych w ostrym kącie przy włożeniu odwrotnych łuków.



Rys. 6.

$$D = \sqrt{(r+r_1)^2 + l_0^2}$$

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{r+r_1}{l_0}$$

$$D \sin \mu = r_1 \cos \tau_1 + (l_1 + c_1) \sin \tau_1 - d \cos \alpha + (c+l) \sin (\alpha - \tau) + r \cos (\alpha - \tau)$$

$$\delta = \varphi - \mu + \alpha.$$

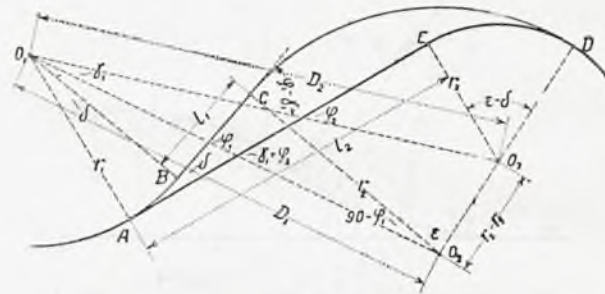
Jeżeli przyjmujemy $\tau_1 = 0$, to zamiast połączenia dwu torów zbieżnych otrzymamy rozgałęzienie tych torów, ale wzory powyższe można zastosować.

§ 7. Zastosowanie odstępu środków kół, również jest najłatwiej prowadzącym do celu przy obliczaniu rozgałęzień i połączeń torów łukowych skierowanych zgodnie, odwrotnie lub współśrodkowo.

§ 8. Jako ostatni przykład podaję zagadnienie bardzo trudne do rozwiązania zwykłymi sposobami.

Przekształcenie torów, celem zwiększenia prostej pomiędzy łukami.

Przyjmujemy, że łuki o promieniach r_1 i r_2 są odwrotnie skierowane i prosta l_1 , pomiędzy nimi zawarta, ma być zwiększona na l_2 przez wstawienie łuku o mniejszym promieniu r_3 , a więc przez zastosowanie łuku koszowego.



Rys. 7.

Odległość środków pierwotnych kół:

$$D = \sqrt{(r_1 + r_2) + l_1^2}$$

$$\operatorname{tg} \varphi_1 = \frac{r_1 + r_2}{l_1}$$

Odległość nowego koła od koła pierwszego:

$$D_2 = \sqrt{(r_1 + r_3)^2 + l_2^2}$$

$$\operatorname{tg} \varphi_2 = \frac{r_1 + r_3}{l_2}$$

Kąt zawarty pomiędzy temi odległościami otrzymamy z trójkąta $O_1 O_2 O_3$, w którym znamy wszystkie trzy boki, a zatem:

$$\cos \gamma_1 = \frac{D_1^2 + D_2^2 - (r_2 - r_3)^2}{2 D_1 D_2}$$

Analogicznie:

$$\cos \gamma_2 = \frac{D_1^2 + (r_1 - r_3)^2 - D_2^2}{2 D_1 (r_2 - r_3)}, \quad \text{gdzie } \gamma_2 = 90^\circ - \varphi_1 + \varepsilon.$$

Mając te wartości, otrzymujemy kąt przechylenia δ prostej między łukami, czyli kąt odpowiadający skróceniu pierwszego łuku:

$$\delta = \varphi_1 - \varphi_2 - \gamma_1.$$

Dalej, kąt ε odpowiadający skróceniu drugiego łuku:

$$\varepsilon = \gamma_2 - (90^\circ - \varphi_1).$$

Kąt środkowy łuku wstawionego równa się różnicy kątów powyższych $= \varepsilon - \delta$.

$$\text{Długość układu pierwotnego } ABCD = \frac{r_1 \pi \delta}{180^\circ} + l_1 + \frac{r_2 \pi \varepsilon}{180^\circ}.$$

$$\text{Długość układu przekształconego } AED = l_1 + \frac{r_3 \pi (\varepsilon - \delta)}{180^\circ}.$$

Lwów w grudniu 1925 r.

Prof. EDWIN HAUSWALD.

Zadania administracji przemysłowej

według Fayola „Administration industrielle et générale (Dunod).

Zwracając uwagę czytelników na zajmujący referat dyr. Rytla w *Przeglądzie Technicznym* 1925, 626, o powyższej książce Fayola, podaję tu krótki plan najważniejszych czynności administratora przemysłowego. Autor dzieli czynności zarządu na 5 większych grup:

1. Przewidywanie (Prévoyance) oraz opracowanie programu i budżetu.

2. Organizację techniczną i administracyjną.

3. Administrację właściwą, czyli zarządzanie.

4. Utrzymywanie zgodności (harmonji) w działaniu i gospodarczej równowagi zakładu.

5. Kontrolę techniczną, finansową i rachunkową, kalkulację i statystykę.

Autor ten żąda, by dobry administrator umiał przewidywać przyszłe potrzeby, czynić na czas wszystkie potrzebne przygotowania, wyprzedzać swemi zarządzeniami nadchodzące zdarzenia, racjonalnie organizować całość i części zakładu, porządkować typowe przebiegi i czynności, następnie celowo uzgadniać, albo dokładniej mówiąc, regulować współdziałanie poszczególnych organów; natomiast nie zgadza się na polecony przez Taylora system wyręczania kierownika oddziału, względnie mistrza, przez kilku specjalistów, zwanych przodownikami funkcyjnymi, podnosząc z naciskiem, że w każdym zakładzie przemysłowym albowiem społecznym konieczną jest jedność władzy, wydającej rozkazy.

Poglądy Fayola są wynikiem długoletniego doświadczenia w kierownictwie wielkich stalowni, kopalni i różnych związków przemysłowych.

Po uzupełnieniu kilku szczegółów i systematycznym uporządkowaniu dat autora podaję niżej tabelę, dającą dobry pogląd na główne zadania nowoczesnego administratora.

Zadania umiejętnej administracji.

1. Przewidywanie.

Opracowanie technicznego, finansowego i handlowego programu.

Program i budżet wytwarzania, zarówno ogólny jak szczegółowy, to znaczy dla każdego oddziału.

Uwaga. Przy opracowaniu programów i budżetów korzysta się ze sprawozdań i wskazań, jakie daje z lat poprzednich dział kontroli (5).

2. Organizowanie.

Organizacja techniczna zakładów i robót.

Organizacja personalu przez:

a) umiejętny dobór i przydział ludzi,

b) podział prac,

c) ustalenie normalnego toku czynności i rozkazów, podporządkowania organów, oraz ich zależności,

d) wydanie instrukcyj służbowych,

e) ustalenie systemu wynagrodzeń,

f) ustalenie zasad planowania robót.

Organizacja kontroli czynności i czasów zużytych.

Organizacja zapisków dla kalkulacji.

3. Administrowanie (Zarządzanie).

Utrzymanie powagi władz (autorytetu).

Utrzymanie jedności w systemie wydawania rozkazów.

Inicjatywa i zachęta do wydatnej pracy.

Wydawanie zarządzeń, czyli dysponowanie.

Kierowanie działalnością wszystkich organów i regulowanie czynności,

Osobiste stykanie się z pracownikami.

Utrzymywanie karności i dobrego nastroju.

Stosowanie zasad odpowiedzialności każdego pracownika za jego działalność.

Dostosowywanie zasad organizacji, planów i programów do zmieniających się wymogów.

4. Regulowanie (Utrzymywanie zgodności i równowagi).

Staranie o zgodność działania wszystkich organów zakładu i podporządkowanie interesów podrzędnych potrzebom wspólnym i wyższym.

Nadawanie wszystkim urządzeniom i czynnościom stosownych rozmiarów i sprawności.

Utrzymywanie równowagi między wydatkami a dochodami.

Dotrzymywanie norm produkcji i wskazań programu w każdym okresie czasu.

Staranie o podtrzymanie gładkiego przebiegu operacyj technologicznych i administracyjnych.

Usuwanie źródeł strat.

Udzielanie wyjaśnień i pouczeń.

Urządzanie konferencyj z naczelnikami i pracownikami.

5. Kontrola i kalkulacja.

Bezpośrednia kontrola ludzi, czynności i urządzeń we wszystkich działach.

Zestawianie i studjowanie zapisków fabrycznych i księgowych.

Ustalanie kosztów wytwarzania (produkcji) i cen.

Porównywanie kosztów wytwarzania przy różnych stopniach zatrudnienia.

Rewizje i skontra.

Pomiary sprawności technicznej i roboczej.

Zestawienia statystyczne i wykresy.

Wnioski w sprawie usuwania przyczyn spostrzeganych błędów.

Wydawanie wskazówek, wiodących do usunięcia marnotrawstwa, nadużyć i strat.

Przygotowanie dat i wskazań dla opracowania programów i budżetów w przyszłych okresach.

Doświadczenia nad wytrzymałością betonu.

Instytut dla badania materiałów budowlanych w Zurychu (Eidgenössische Materialprüfungsanstalt), urządza corocznie kilka wieczorów dyskusyjnych dla szwajcarskich inżynierów, gdzie informuje ich o postępie swych doświadczeń i zasięga rady, w jakim kierunku ma dalej rozwijać swą działalność. Dyrektor tego zakładu dr. Roß wygłosił dnia 12. grudnia wobec przeszło stu inżynierów, pracujących w żelazobetonie, odczyt o wynikach doświadczeń nad wytrzymałością betonu na ciśnienie. Badania obejmowały kilkuletnią pracę, a ilość pomiarów dla uzyskania potrzebnych wyników wynosiła około tysiąca.

Badania doprowadziły do stwierdzenia, że wytrzymałość betonu na ciśnienie zależna jest od następujących czynników:

1. Pierwsze miejsce zajmuje jakość cementu. Dla znalezienia jego wytrzymałości wykonano próby z 17 gatunkami szwajcarskich cementów portlandzkich, tworząc w myśl przepisów mieszaninę 1 części cementu do 3 części piasku normalnego, przy stałym mniej więcej procencie wody (9—10%) i maszynowym ubijaniu. Kostki próbne 7×7×7 cm, przechowywane w wodzie, badano po 1, 2, 3, 7, 28, 45, 60 i 90 dniach, potem zaś po 1, 2 a nawet 7 latach. Wyniki, zestawione szcze-

gółowo na licznych wykresach wykazały, że cement z tej samej cementowni zmieniał z biegiem czasu swe własności. Wytrzymałość jego była zawsze wyższa od wymaganej przez przepisy, nieraz nawet dwukrotnie. Pomyślny ten objaw spowodował zmianę przepisów, które nakazały tego roku, aby cement portlandzki posiadał po 28 dniach wytrzymałości 325 kg/cm^2 (poprzednio było 260). Średnia wytrzymałość na ciśnienie uzyskana z doświadczeń dała 453 kg/cm^2 , najlepszy cement wykazał przeciętnie 550, przy jednej zaś próbie nawet 752 kg/cm^2 . Cement elektryczny t. zw. *ciment fondu* miał średnią wytrzymałość po 28 dniach 890, najwyższą zaś 996 kg/cm^2 .

2. Ilość cementu na jednostkę objętości. Praktyczne jej granice wahają od 150 do 450 kg/m^3 . Mniejsza zawartość powoduje bardzo małą wytrzymałość, większa nieznacznie ją tylko podnosi. Wyniki badań porównywano z wytrzymałością, obliczoną ze wzoru prof. Férét'a: $\beta = k \left(\frac{c}{1-p} \right)^2$, gdzie k jest mało zmienną wartością, zależną od jakości cementu, wieku i t. p., c i p oznaczają objętościowy procent cementu i piasku w badanej kostce. Cały szereg wykresów służył do wyjaśnienia znaczenia poszczególnych czynników w tym wzorze. Stosowano go z powodzeniem nie tylko dla mieszaniny cementu i piasku w myśl intencji prof. Férét'a, a także i dla betonu, uważając p za ilość piasku i żwiru. Prelegent poświęcił temu wzorowi dużo uwagi, dążąc do tego, aby zdecydować, czy należy go uznać za odpowiedni dzisiejszym wymogom naukowym i stosować w praktyce, czy też odrzucić. Na jego niekorzyść przemawiał tylko fakt, podnoszony zresztą niejednokrotnie potem przez zebranych w czasie dyskusji, że objętościowe podanie ilości piasku i cementu po odliczeniu miejsc wolnych jest na miejscu budowy niewygodne. W myśl tych życzeń zobowiązał się prelegent przeprowadzić dalsze doświadczenia nad wygodniejszym dla praktyków i stosowanym powszechnie wzorem Abrams'a, a zadecydowanie co do pozostawienia, czy odrzucenia wzoru Férét'a odłożono na przyszły rok.

3. Własności geologiczne, petrograficzne i chemiczne piasku i żwiru. Materiał doświadczalny czerpano z 27 ważniejszych źródeł poboru w Szwajcarii. Wyniki badań zestawiono wykreślnie, tworząc przejrzysty obraz właściwości piasku i żwiru, znanych zresztą powszechnie z literatury technicznej.

4. Wielkość ziarn i ich stosunek. Próby obejmowały mieszaniny cementu z piaskiem; potem kolejno rósł procent żwiru, aż piasek znikł zupełnie. Najlepsze rezultaty uzyskano przy stosunku piasku do żwiru jak 1:2, albo dla mieszaniny cementu z ziarnami o średniej wielkości 8 m/m . Za piasek uważano ziarna do 6 m/m , za żwir do 30 m/m .

5. Ilość wody, dodawana w czasie prób mieściła się w granicach 5,5—11%. Doświadczenia potwierdziły w zupełności, że wytrzymałość betonu maleje bardzo szybko ze wzrostem procentu wody. Wywody zawarte w punkcie 7 tłumaczą, dlaczego mimo to używa się betonu lanego.

6. Sposób mieszania, ręczny, czy maszynowy. Punkt ten odpada wobec tego, że użycie maszyn stało się powszechne i mieszanie ręczne uważać należy za wyjątkowe.

7. Dokładność mieszania i ubijania. Dokładność mieszania nie może być zwykle przy użyciu maszyn kwestjonowana, sposób ubijania wpływa jednak decydująco na ilość pór w betonie. Przy starannem ubiciu uzyskujemy w najlepszym wypadku 2% pór, zwykle jednak dochodzą one do 6%. Wpływ porowatości na wytrzymałość jest tak duży, że te same mie-

szaniny, mające 2 i 6% pór, różnią się w wytrzymałości o 40%. Ilość pór rośnie praktycznie z ubytkiem wody, tak, że beton plastyczny, choć wytrzymałszy dzięki małowemu procentowi wody, ustępuje ostateczną wytrzymałością betonowi lanemu. Beton lany ma jeszcze te korzyści, że wypełnia lepiej formę, otula wkładki żelazne, jest wygodniejszy w robocie, bo ubijanie staje się niepotrzebne, wreszcie da się szybciej wykonywać, bo wydajność dzisiejszych wież rozdzielczych przekracza już 1600 m^3 betonu lanego dziennie. Zalety te obniżają koszt i decydują zwykle o stosowalności. Prelegent pokazywał próbki betonu lanego z budowy znanego wiaduktu w Langwies, oszlifowane na powierzchni. Przekrój robił wrażenie litego kamienia naturalnego bez żadnych pór, a próba wytrzymałości po 11,5 latach (tyle lat ma wiadukt), dała $743 (!) \text{ kg/cm}^2$. Zbliżyliśmy się już więc z betonem do twardości granitów tatrzańskich.

8. Miejsce przechowywania betonu. Kostki próbne, leżące na powietrzu wykazywały początkowo szybsze wiązanie, niż inne leżące w wodzie, po 8 dniach wytrzymałości była równa, później zaś przechowywane w wodzie przewyższały pierwsze przynajmniej o 20%. Wiązanie na powietrzu powodowało zbyt szybkie ulatnianie się wody w zewnętrznych warstwach betonu i natężenia drugorzędne, które wywoływały nieraz rysy jeszcze przed obciążeniem.

9. Wiek wpływa na wytrzymałość w sposób ogólnie znany. Szybciej wiąże beton tłusty od chudego, plastyczny od lanego. Lany jednak po kilku miesiącach nie wiele już jest słabszy od plastycznego przy tej samej zawartości cementu, zmniejszając tem samem szkodliwy nadmiar wody.

W czasie referatu poświęcił prelegent parę uwag cementom specjalnym, które, choć znacznie droższe, znalazły gdzieś zastosowanie, dzięki szybkości wiązania (cement elektryczny) i wysokości natężeń dopuszczalnych. Ostatnie kroniki techniczne podają, że przy budowie domu towarowego w Paryżu, gdzie użyto właśnie tego cementu szwajcarskiego, zdejmowano deskowanie słupów po 1 dniu, deskowanie stropów po 4 dniach, wymiary zaś pewnego mostu łukowego przyjęto dla natężeń dopuszczalnych 110 kg/cm^2 .

Ciekawe wyniki osiągnął również Zakład dla rozwiązania pytania, czy mieszanie dwu gatunków cementu nie obniża ich wartości. Otóż okazało się, że wszystkie własności mieszanin 2 cementów w stosunku 1:1 połowią się, czyli że mieszanie nie jest szkodliwe. Jeden z obecnych zwrócił uwagę, czyby przez mieszanie cementów nie można było znaleźć tak dobrego stosunku, aby zmniejszyć skurczenie betonu, uznane ogólnie za największą jego wadę. Doświadczenia nad współczynnikiem sprężystości betonu, wykazały między innymi, że odkształcenie na 0,0001 długości przypada równo przy natężeniu, równem połowie wytrzymałości. Liczba Poisson'a, potrzebna przy obliczaniu płyt i stropów grzybkowych wahała w doświadczeniach między 4 a 9 i nie została jeszcze należycie sprecyzowana.

Ogólne wrażenie ze sprawozdania dyr. Roşa da się streścić w słowach podziwu nad ilością i dokładnością wykonanych pomiarów i sumiennem zestawieniu ich w wielkiej ilości wykresów. Zwracał uwagę wysoki poziom naukowej dyskusji, a mowcy, w większości praktycy budowlani, wykazywali naukowe opanowanie przedmiotu i znajomość najnowszej literatury technicznej.

Zurych, w grudniu 1925.

Inż. Jerzy Nechaj.

W sprawie naszych przepisów budowy mostów drogowych.

Ustawodawstwo nasze kuleje jeszcze dotąd w wielu dziedzinach. To też z prawdziwą radością należy powitać każde dążenie do uporządkowania przepisów wszelkiego rodzaju i to z tem większą, jeżeli to będzie uwieńczone takim powodzeniem, jakie niewątpliwie przypadnie w udziale nowym: „Przepisom budowy mostów drogowych“.

Wprawdzie już w r. 1920 wydał Departament Drogowy

M. R. P. „Tymczasowe przepisy budowy i utrzymania mostów drogowych“, aby położyć kres panującemu wówczas chaosowi w kraju, gdzie panowały jeszcze zupełnie odrębne postanowienia w każdej z byłych trzech dzielnic, ale przewidywano, że zestawione na przód, obfitowało w znaczną ilość braków. O ile dziś można zorientować się, odgrywały przy redakcji tych przepisów zbyt dużą rolę żądania M. S. Wojsk., które dyktowało swoje

niebardzo motywowane warunki techniczne, a nie znajdowało sprzeciwu, żyjących jeszcze wciąż pod wrażeniem wypadków wojennych, rzeczoznawców.

Wpływ ten odbił się przedewszystkiem przy ustalaniu teoretycznych obciążeń mostów drogowych. Przeprowadzono mianowicie zasadę, że przy obliczaniu działania sił zewnętrznych ciężarami użytecznymi należy przewidzieć bezwzględnie najniekorzystniejsze wypadki i największe ciężary. Nie wzięto zupełnie pod uwagę, że takie wyjątkowe obciążenia zdarzają się bardzo rzadko, a wtedy dla ich zrównoważenia wystarcza pewność. Nie żałowano wysokości obciążeń; dochodziły one do 38 t przyczem przyjmowano niekiedy jeszcze konieczność zwiększenia ich o 40%!

Naturalnie twórcy tych przepisów uświadamiali sobie niewłaściwość tych cyfr. Aby sparaliżować wpływającą z takiego ujęcia rzeczy rozrzutność materiału, podwyższono naprężenia dopuszczalne. I tak przyjęto dla żelaza w konstrukcjach żelbetowych górną granicę 1200 kg/cm² (choć żelazne konstrukcje nie mogły mieć większego naprężenia jak 800—1150 kg/m²), dla żelbetu na ciśnienie 55 k/gm², a dla betonu zwykłego na ciągnięcie aż 8 kg/cm² i t. d.

Były jednak — z drugiej strony — konstrukcje, które nie cieszyły się specjalnymi względami.

Dźwigary zazębione wyliminowano prawie z praktycznego zastosowania, przyjąwszy zbyt niskie naprężenia dopuszczalne. Ustanowiono też bardzo niskie granice wytrzymałości betonu, gdy się go używa bez prób dla konstrukcji niedużych mostów.

Dymenzjonowanie konstrukcyj nie należało też do łatwości. Wystarczy przypomnieć, że dla jednej klasy mostów było aż 5 rodzajów obciążenia, z których dla każdego elementu trzeba było wybrać najniekorzystniej działające i udowodnić, że ono właśnie jest najniekorzystniejsze. Jeżeli zaś wolno będzie wspomnieć choć o jednym drobniejszym szczególe, to wskażemy jako rzecz bardzo charakterystyczną wzór na obliczenie ciśnienia w słupach żelbetowych uzwojonych, o przekroju prostokątnym, wyprowadzony nie ze wszystkiem szczęśliwie na podstawie małej ilości doświadczeń, a nieuzasadniony teoretycznie: zato skomplikowana jego budowa czyniła go bardzo uciążliwym przy stosowaniu w praktyce.

Ministerstwo R. P. a raczej jego Departament drogowy zdecydował się zakończyć już okres tymczasowości i w nowych przepisach usunąć te braki, które przez szereg lat dały się konstruktorom we znaki.

W pierwszej linii zmieniono szerokości mostów uwzględniając nowoczesne sposoby i środki lokomocji.

Następnie ujednostajniono obciążenia, przyjmując dla każdej klasy tylko jeden rodzaj obciążenia, złożonego z 2 ciężarów skupionych, a pozatem z obciążenia jednostajnie rozłożonego. Nie jestto obciążenie zastępcze wyprowadzone z wzoru

$$p = \frac{\sum P \cdot y}{l}$$
, ale zastępuje doskonale przez swój kształt obciążenie

ściślejsze, gdyby używano za podstawę układ normalnie najniekorzystniejszych ciężarów. Otrzymane w ten sposób wyniki niewiele różnią się od wyników dokładniejszej, ale żmudnej metody, uwzględniając — samo przez się zrozumiałe — zmniejszone wartości samych obciążeń. W ten sposób ogranicza się pracę obliczeniową sił zewnętrznych do drobnej części dotychczasowej.

Uproszczenie poszło nawet w kierunku ustalenia wzajemnego stosunku obciążeń dla poszczególnych klas dróg w procentach między sobą.

Obliczenie takich konstrukcyj, jak żelazne poprzecznice odbywa się teraz przy pomocy jednostajnie rozłożonych obciążeń!

Okoliczność, że obciążenia użytkowe zmniejszono, musi być uznane za dobre i słuszne, to zaś, że je ujednostajniono za bardzo dogodnie. Pod tym względem nowe nasze przepisy wysunęły się na czoło wszystkich i będą napewno podawane nawet zagranicą, jako wzór do naśladowania.

Dalszy postęp widzimy w traktowaniu naprężeń dopuszczalnych. Maxima ich uzależniono, nie tylko w żelazie ale i w betonie, od rozpiętości ustroju.

Zwiększono wartości wytrzymałości betonu na ciśnienie w wypadkach, gdy przy małych obiektach nie dokonuje się prób materiału. Zmieniono długości wolne przy obliczeniach na wyboczenie i uzgodniono je z obowiązującymi przy mostach kolejowych. Czy specjalnie ta inowacja jest lepszą od tego, co było, nie chcę przesądzać, ale sam fakt dążności do ujednostajnienia traktowania tych samych rzeczy w pokrewnych przepisach uważam za objaw dodatni.

O tem, że zaleca się do stosowania prostsze i bardziej teoretycznie uzasadnione wzory na obliczenie uzwojonych słupów żelbetowych o przekroju prostokątnym, nie potrzebuję wobec tego, co wyżej napisałem, osobno wspominać.

Żałować tylko wypada, że nie można było już teraz uwzględnić stosowania cementów wysokowartościowych. W każdym razie pozostawiono furtkę, aby to móc skutecznie, gdy tylko sprawa tych cementów wyjdzie u nas z okresu laboratoryjnych dociekań, a sposób fabrykacji zapewni potrzebną jednolitość materiału.

Wkońcu wspomnę o tem, że zwiększono naprężenia dopuszczalne drzewa w dźwigarach zazębionych, którym przywrócono przez to zdolność konkurowania z innymi konstrukcjami drewnianych dźwigarów złożonych.

Tak przedstawia się w ogólnych zarysach obraz zmian technicznych w nowych przepisach.

Ale są też zmiany w przepisach administracyjnych. Polegają one głównie na racjonalnem zdecentralizowaniu władz, które decydują o wyborze miejsca na mosty i o zatwierdzeniu ich ustroju. Trzeba przyznać, że Departament Drogowy M. R. P. zainicjował w ten sposób praktycznie bardzo celową akcję, mającą na celu odciążenie centrali od balastu spraw, które mogą być z powodzeniem załatwione na miejscu.

Inż. Marjan Dolnicki.

Wiadomości z literatury technicznej.

Budownictwo wodne.

— Port Gdański. Urządzenia portowe. Ruch statków i towarów. W opracowaniu Rady portu i dróg wodnych w Gdańsku 1923. Str. 143¹⁾.

Pojawienie się tego dziełka wydanego starannie, zaopatrzonego czterema planami, a to: planem portu 1 : 20.000, sytuacją zatoki Gdańskiej, sytuacją kanału wjazdowego i mapą obszaru ciężenia, napisanego dobrą polszczyzną, należy powitać z wielką radością. Na treść składają się: Przedstawienie organizacji zarządu portu, ruchu portowego, urządzeń technicznych, ruchu morskiego i wewnętrznego, oraz obszaru ciężenia, dalej rozwoju przemysłowego, terytorium portowego, tudzież rozmiarów handlu głównymi artykułami przewozu, a wreszcie statystykę ru-

chu portowego, na drogach wodnych gdańskich i kolejowego w porcie. Całe społeczeństwo polskie powinno ze zrozumiałych powodów jaknajbardziej interesować się portem gdańskim, nie mówiąc już o sferach przemysłowych i handlowych, które z konieczności muszą ten port dobrze poznać.

Na stronie 38 znajdujemy zdanie, które poucza, czem jest Polska dla Gdańska i odwrotnie, czem Gdańsk dla Polski być powinien: „Można powiedzieć, że rozbudowa sieci dróg żelaznych polskich da Gdańskowi w posiadanie obszar ciężenia, który bądź należy do portu gdańskiego geograficznie, bądź też należał do niego dawniej dzięki połączeniom Gdańska wewnętrznymi drogami wodnymi. Projektowana przez Rzeczpospolitą Polską rozbudowa dróg wodnych zgrupowanych koło Wisły, przyczyni się do rozwoju ruchu w tym samym kierunku i zapewni w przyszłości portowi gdańskiemu opanowanie rozległego obszaru ciężenia“.

Dziełko to powinno się znaleźć w bibliotekach publicznych

¹⁾ Wydawca A. W. Kafemann. Gdańsk.

i szkolnych; w młodzież trzeba wpajać zrozumienie znaczenia Gdańska i konieczność zapoznania się z nim. Przypomnieć tu można zdanie wypowiedziane z miarodajnej strony: „Aby Gdańsk stał się naszym, muszą się tu jaknajliczniej osiedlać przemysłowcy i handlowcy polscy, inżynierowie i rzemieślnicy“.

Co do słownictwa, razi użycie słowa „hinterland“; „Duc d'Albe“ radzę zastąpić słowem „ostoja“.

— **Rozbudowa portu w Strasburgu.** Annales des ponts et chaussées podaje w cz. III/1925 opis projektu rozbudowy tego portu.

Dotychczasowy port miejski, t. z. port Austerlitz o dwu basenach nie wystarcza, tembardziej, że Strasburg stanowi dotychczas końcowy punkt wielkiej żeglugi Renu, drogi wodnej o długości 740 km, na której frachty przed wojną wynosiły 0,004—0,006 fr. za tonnekilometr przy jeździe w górę, a 0,003 fr. w dół, podczas gdy fracht kolejowy wahał od 0,02 do 0,10 fr. Obrót portów Renu osiągnął w r. 1913 cyfrę 110 milionów tonn, a z portami morskimi przy jego ujściu 150 milionów tonn. Przyłączenie Alzacji napowrót do Francji wywołało gwałtowną potrzebę rozszerzenia portu, a właściwie stworzenia portu nowego, wielokrotnie przekraczającego rozmiarami dawny.

Według projektu przewiduje się rozbudowę portu w dwu etapach; pierwszy ma umożliwić obrót roczny 6,5 miliona tonn, z czego $\frac{2}{3}$ przypada na dowóz a $\frac{1}{3}$ na wywóz, drugi ma stworzyć warunki do pokonania obrotu 10 milionów ton.

W pierwszym etapie ma się uzyskać około 21 km wybrzeży przeladunkowych, w drugim 32 km. Koszta pierwszej rozbudowy wyniosą 168 milionów fr., z czego 100 milionów przypada na właściwe roboty portowe, a reszta na kolejowe, koszta zaś rozbudowy w drugim etapie wyniosą 78,7 milionów fr., z czego przypadnie 67,7 milionów fr. na roboty portowe, a 11 na kolejowe.

Pierwszy okres obejmie wykonanie następujących robót: 1. wykonanie basenu naftowego na północnym końcu portu, oddalonego znacznie od innych urządzeń portowych. 2. Wykonanie podłużnego basenu około 7,5 km długiego, z którego część północna, oddzielona od dalszej części i od Renu śluzami posiadać będzie stały poziom zwierciadła i łączy się z kanałem Marna—Ren, druga zaś część o zwierciadle wahającym wraz ze zwierciadłem Renu łączy się z Renem zapomocą kanału otwartego, a w przyszłości łączyć się będzie z „Wielkim kanałem Alzackim“, z którego wodę odpływającą z ostatniego zakładu silnicowego odprowadzać będzie do Renu. Szerokość tego basenu wyniesie 90 m. 3. Wykonanie w części pierwszej (południowej) jednej zatoki bocznej $300 \times 60 m^2$, a w części drugiej również jednej zatoki $1000 \times 90 m^2$. 4. Wykonanie wielkiego dworca zestawczego, torów i magazynów.

W drugim okresie wykona się: 1. 5 nowych basenów w części południowej po $1000 \times 90 m^2$, 2. dalsze wykłupowanie portu, dworca, budowa dalszych linii kolejowych i dróg.

Głębokość portu przyjęto 2,80 pod najniższym stanem wody, aby największe statki Renu o zanurzeniu do 2,60 m mogły w porcie przebywać; wolną wysokość przejazdu przyjęto na 9 m.

Koszta pokryte będą w ten sposób, że miasto Strasburg i port jako jednostka autonomiczna wypuszcza pożyczkę umarzającą w latach 30, której annuitety płacić będzie państwo.

Jak wynika z powyższego opisu, port strasburski będzie jednym z największych portów rzecznych na świecie.

Dr. M. M.

Drogi.

— **Drogi automobilowe w Anglii.** W Nr. 15 czasopisma *Verkehrstechnik* doradca techniczny miasta Solingen umieścił sprawozdanie z podróży po Anglii ze szczególnem uwzględnieniem sprawy budowy dróg bitumowych. Sądzę, że nie od rzeczy będzie podać dokładną treść tego sprawozdania.

Już obecnie 85% ruchu drogowego w Anglii stanowią samochody. Znaczne zwiększenie ruchu samochodowego oraz szybki rozwój autobusów i samochodów ciężarowych postawiły

sprawę budowy dróg przed zupełnie nowymi zadaniami. Ruch samochodowy domaga się budowy nowych ciągów dróg, możliwie poziomych i w liniach prostych lub lekko zakrzywionych, o nawierzchni odpornej i możliwie wolnej od pyłu i hałasu.

W okresie powojennym założono w Anglii całą sieć dróg łączących stolicę wachlarzowato z najodleglejszymi głównymi punktami państwa. Wchodziły tu w grę nie tylko względy komunikacyjne, ale też i strategiczne, oraz potrzeba zajęcia wielkiej ilości bezrobotnych. W Anglii bowiem bezrobotny, nie może oczekiwać zasiłku, lecz ma prawo żądać pracy, za którą otrzymuje unormowane wynagrodzenie w wysokości 1·50 Zł. za godzinę. O ile robotnik nie wykazuje zwyczajowej normy w efekcie pracy, traci dalsze zajęcie. W samym Londynie było około 600.000 takich dniówek dziennie. Roboty wykonywały przedsiębiorstwa prywatne na zlecenie gmin lub powiatów. Drogi główne mają szerokości 30 m i są ogrodzone drutem kolczastym. Nawierzchnie bitumowe, które nie powinny być twarde i gładkie, zakłada się w spadku podłużnym do 6%, w poprzecznym średnim do 2,5%. Zwykła szerokość jezdni między krawężnikami wynosi 10 do 12 m, podczas gdy chodniki dotychczas niewykończone, na których umieszczone są rury gazowe, wodociągowe, kanalizacyjne, kable elektryczne i pocztowe, mają po 9 m szerokości, zczem istnieje możliwość dalszego w razie potrzeby rozszerzenia jezdni. Potrzebne do budowy terena uzyskują gminy na podstawie skróconego w postępowaniu, wydanego w celu zajęcia bezrobotnych, prawa wywłaszczenia tak, że roboty można rozpocząć i prowadzić bez przeszkód w ciągu 7 dni. Dla zapobieżenia spekulacji gruntowej gminy mogą nabywać pasy przydrożne zabudowane lub nie, na szerokości po 200 m z obu stron drogi, na podstawie powyższego prawa wywłaszczenia.

Co do konstrukcji nawierzchni drogowej, to poświęcono jej w Anglii bardzo wiele uwagi. Nawierzchnia żwirowana Mac Adama nie odpowiada dzisiejszym warunkom ruchu, jest za droga w konserwacji, wymaga częstej naprawy, a co zatem idzie stanowi zaporę ruchu; przy dobrej pogodzie powstaje kurz, przy złej błoto, zatem same wady, których nie usuwa maziowanie powierzchniowe, lecz zmniejsza je na pewien czas. Ten rodzaj dróg należy w Anglii do przeszłości a zastąpiono go przez bitumowanie (meksfaltowanie) nawierzchni.

Wielka ilość dróg, budowanych we wszystkich dzielnicach kraju już przed 12 laty, wykazała zalety tego rodzaju nawierzchni. Np. przez Piccadilly w Londynie przechodzi dziennie 58.000 wozów, zatem ruch, który trudno znaleźć w któremkolwiek innym z miast Europy. Na nawierzchnie drogowe używa się bitumów naturalnych, minerału znanego od wieków i występującego w wielu miejscach na kuli ziemskiej. Największe ilości bitumu, które w szczególności nadają się do celów drogowych, wydobywa się z ropy meksykańskiej. Ropa w Meksyku nie tryska z ziemi wprost, lecz znajduje się w podziemnych źródłach lub stawach w różnej głębokości. Przez wiercenia ropa ta wytryskuje jak studnie artezyjskie lub się ją wypompowuje. W miejscach wydobywania ropę tę ładuje się na tanki okrętowe i wysyła do zakładów destylacyjnych.

Nawierzchnia bitumowa, lub jak ją nazwano w Anglii z meksfaltu, posiada następujące zalety:

1. jest elastyczna i nie pęka, przyjmuje przeto wstrząśnienia i daje przyjemną i spokojną jazdę;
2. nie nasiąka wodą i nie przepuszcza jej, tak, że chroni pokład od zniszczenia a grunt od zawilgocenia;
3. nie wytwarza hałasu;
4. nie wytwarza kurzu ani błota, należy więc do dróg całkowicie higienicznych;

5. jest wytrzymałą na wszelkie działania atmosferyczne i wskutek nich prawie się nie zmienia. W lecie nie jest za miękka, tak, że ciężary dochodzące do 100 t nie pozostawiają widocznych śladów. Obręcze kół, żelazne lub gumowe nie przylepiają się. W zimie nie pęka dzięki swej elastyczności i gęstości, mrozy nie działają na nią;

6. zużycie po latach 12 na całym szeregu ulic i dróg było bardzo nieznaczne;

7. wytrzymałość zależna jest, jak przy każdej drodze, od dobroci pokładu — przy dobrym pokładzie czas trwania ocenia się na 15 do 20 lat;

8. czas budowy drogi bitumowej jest krótki, albowiem roboty, ręczne ubijania, zastąpiono przez maszyny i wálki;

9. po ukończeniu droga jest natychmiast przydatna do użytku i nie potrzeba czasu na związanie i stwardnienie jak przy betonie;

10. uzyskany z destylacji bitum daje produkt wysoko-wartościowy i zawsze jednolity, wolny od niepożądanych domieszek;

11. materiał gotowy do użytku dostarcza się w beczkach; potrzeba go tylko ogrzać i zmieszać z materiałem kamiennym;

12. koszty budowy drogi bitumowej wynoszą 10—12 Zł. za 1 m², są więc tańsze od drobnego bruku, jednak droższe od żwirówki zwykłej lub maziowanej powierzchniowo. Ponieważ nie wymagają prawie żadnej konserwacji, wykazują w porównaniu do tamtych oszczędności do 50%.

Zastosowanie meksfaltu jako środka wiążącego może nastąpić na różne sposoby. Specjalną jego zaletą jest, że może być mieszany z każdym materiałem, który znajduje się w danym miejscu. W szczególności dobrze wypalony żużel z pieców hutniczych znajdujący się w wielkiej ilości w każdym miejscu przemysłowym, zmieszany z meksfaltem daje doskonałą nawierzchnię. Najważniejsze metody są następujące:

I. Metoda penetracji (polewania).

Drogę buduje się sposobem Mac Adama z pokładu 20 cm grubości i z górnej warstwy o grubości 8 cm, lekko zawałowanej ciężkim wałem; następnie zalewa się ją maszynowo lub ręczną polewaczką meksfaltem i zakrywa piaskiem lub drobnym żwirkiem i dobrze się zawałowuje, wałem 8 do 10 tonnowym. Po wałowaniu powleka się ją cienką warstwą tzw. sprameksu i pokrywa się drobnym żwirkiem lub piaskiem.

Sprameks to jest meksfalt mniejszej spójności, którego stopień topliwości według Kramer-Sarnowa leży przy 28° C, podczas gdy topliwość meksfaltu jest o 20 do 25% wyższa. Zużycie meksfaltu wraz z sprameksem wynosi 18 kg na 1 m².

II. Metoda mieszania (beton bitumowy).

a) Jedno-warstwowa nawierzchnia (sposób Tobeka).

Warstwa wierzchnia składa się z mieszaniny grubego szutru 50%, szutru drobnego 20%, piasku 12% i z t. zw. wypełniacza (cementu lub mielonego wapienia) 10%, do którego dodaje się 8% meksfaltu jako środka wiążącego. Mieszanie odbywa się na gorąco i maszynowo, po uprzednim rozgrzaniu kamienia i meksfaltu do 180° C w specjalnych naczyniach. Mieszanie kamienia i meksfaltu trwa 2—3 minut. Tę mieszaninę wysypuje się w grubości 8 cm na gotowy pokład kamienny, po jego uprzednim oczyszczeniu i zawałowuje się na grubość 5 cm. Koszta według stosunków miejscowych 8-5—11-00 Zł.

b) Dwu-warstwowa nawierzchnia.

Jest to metoda najlepsza i w Anglii najpowszechniej używana. Obie warstwy nanosi się oddzielnie i oddzielnie wałuje. Dolna warstwa składa się z mieszaniny grubego szutru i piasku i 8% wagi meksfaltu. Górna warstwę wykonuje się podług różnych recept i t. np. 78% piasku, 10% wypełniacza i 12% meksfaltu. Miejsce budowy może być oddalone o 25 do 30 km od mieszania, o ile mieszaninę gotową dowozi się do miejsca zużycia samochodami.

III. Powlekanie nawierzchni sprameksem.

Użycie sprameksu do nawierzchni ma na celu uzyskanie drogi wolnej od pyłu. Do tego potrzeba 2 do 3 kg sprameksu na 1 m². Zarabianie sprameksu odbywa się na sposób maziowania powierzchniowego. Sprameks ogrzewa się w żelaznych kotłach do temperatury 125° C i polewa się nim drogę przy pomocy konewek lub czerpaków, poczem natychmiast posypuje się ją drobnym żwirkiem lub piaskiem i silnie wałuje.

IV. Sheetasfalt (asfalt wałowany).

Jest to warstwa wierzchnia, składająca się z 12% meksfaltu, 10% wypełniacza i 78% piasku, którą wykonuje się,

jak górną warstwę przy systemie dwuwarstwowym. Po zawałowaniu ma 5 cm grubości.

V. Metoda Colasa.

Jest to najnowszy rodzaj nawierzchni, wykonywany na zimno przez mieszanie materiału kamiennego z emulsją meksfaltową. Pod emulsją bitumiczną rozumie się mieszaninę meksfaltu z wodą. Meksfalt, zamknięty szczelnie w naczyniach przed dostępem powietrza utrzymuje się na zimno w stanie płynnym. Emulgowany meksfalt można przeto mieszać z kamieniem na zimno. Po zmieszaniu i zawałowaniu woda z emulsji wydziela się tak, że meksfalt pozostaje jedynie jako środek wiążący kamieni.

Ostatnia metoda nadaje się zdaniem autora doskonale do naprawy uszkodzeń. Nie potrzeba bowiem do tego żadnych maszyn, maszynowych systemów mieszania lub przyrządów, przeto w każdym miejscu siły miejscowe są w stanie same wykonywać naprawy. Autor był świadkiem takich napraw i naocześnie przekonał się o prostocie roboty i jej dobroci.

Do przyrządzenia tego drogowego materiału zbudowano umyślnie, wielkie maszyny, składające się z 3 części, a obejmujące wszystkie maszyny potrzebne do suszenia, ogrzania, siania, ważenia i mieszania materiału kamiennego.

Do maszyn należy również wałek parowy, poruszający się z chyżością 10 do 12 km/h, podczas gdy używane dotychczas mają chyżość 3 do 4 km/h.

Autorowi pokazano również drogę betonową, zbudowaną przed trzema kwartałami na wzór budowanych we wielkiej ilości w Ameryce. Drogę zbudowano bez stosów dylatacyjnych odcinkami po 10 m długości. Naprzód wykonano odcinki 1, 3, 5, 7, a następnie 2, 4, 6, 8 i t. d., poczem pokryto beton warstwą przedniego cementu. Nawierzchnia wyglądała bardzo zniszczona, w każdym odcinku pokazały się w odległości 1 m od stosu znaczne rysy poprzeczne, tak że odnosiło się wrażenie drogi bardzo źle utrzymanej, mimo stosunkowo słabego ruchu. Droga ta wkrótce nie będzie niczem więcej, jak zwykłym pokładem kamiennym, nadającym się do pokrycia przez warstwę bitumową. Wada ta jest powszechną na betonowych drogach amerykańskich, jakkolwiek w Ameryce dozwolone jest tylko używanie obręczy gumowych, a nie żelaznych.

Amerykańscy inżynierowie przyznawali sami w czasie wizyty w Anglii, że beton lub żelbet nadają się tylko na pokłady dla dróg bitumowych, tam gdzie trudno o kamień do budowy pokładu, lub gdzie rozchodzi się o świeże nasypy. Beton przez swoją kruchość nie wytrzymuje uderzeń i zmian temperatury, skutkiem czego tworzą się rysy.

Drobny bruk czyli mozaika nie ma szerszego zastosowania w Anglii, prawdopodobnie dlatego, że takiego materiału tam nie wyrabiają, dalej ponieważ wykonanie wymaga wiele czasu, a przede wszystkim dlatego, że koszty budowy i utrzymania są wysokie, przyczem drogi brukowane nie dają powierzchni wolnej od pyłu i hałasu, jak drogi bitumowe.

Bruk drewniany jest z miękkiego drzewa, ponieważ z australskim drzewem twardym nie zrobiono dobrych doświadczeń.

Anglja zużywa na drogi cały podatek samochodowy w wysokości około 970.000.000 Zł. rocznie. Za licencję używania samochodu osobowego i ciężarowego pobiera państwo 25 Zł. za konia mechan. rocznie, a 20 Zł. od autobusu. Licencję udziela się stosownie do czasu używania wozu na 1, 1/2 lub 3/4 roku. Dziesięcioprocentowego podatku zbytkowego, jaki istnieje w Niemczech, nie pobiera się.

Firmy samochodowe i właściciele samochodów zgodzili się na podatki samochodowe, ale postawili żądanie, żeby cały dochód został użyty na budowę dróg, gdyż im lepiej zbudowana jest droga, tem mniejsze koszty naprawy i utrzymania, tem dłuższy okres życia samochodu.

Rozdział podatku samochodowego i dalszych datków na poszczególne drogi następuje w stosunku do stopnia ważności komunikacyjnej. Całą sieć dróg podzielono na trzy klasy, a to na drogi główne, poboczne i łączące, drogi dowozowe lub rozdzielające i na drogi o charakterze miejscowym. Państwo

udziela, dla dróg pierwszej klasy po zbadaniu kosztów i potrzebności budowy, siałom wykonującym, zasiłków w wysokości 50% kosztów, dla drugiej klasy 25%, dla trzeciej klasy nie udziela żadnych zasiłków, tak że gminy lub powiaty pokrywają przy drogach pierwszej klasy 50%, przy drogach drugiej klasy 75%, a przy drogach trzeciej klasy całkowite koszty budowy i utrzymania, że zwykłych podatków. *Inż. O. Hirschberg.*

Mosty.

— **Wpływ wstrząśnień na mosty żelbetowe** omawia Dr. Schächterle w *B. u. E.* (1925, str. 170). Dla pociągu o ciężarze osi 25 t, otrzymuje on stosunek M_p i M_g dla:

rozpiętości w świetle	rozpięt. teoretycz.	M_p i M_g m. żelazne	dla osi 25 t żelbetowe
4·0	4·5	23·4	3·1
8·0	8·8	18·3	1·9
16·0	17·0	14·4	0·18

Widzimy więc, że wpływ wstrząśnień na mosty żelbetowe znacznie jest mniejszy, niż na żelazne. Autor proponuje przyjmować współczynnik wstrząśnienia dla tych mostów 1·3, a wskutek tego przyjmować większe naprężenia $\sigma_b = 35 \text{ kg/cm}^2$, $\sigma_c = 900 \text{ kg/cm}^2$. Jeżeli beton wykazuje po 28 dniach wytrzymałość 180 kg/cm^2 , to można powiększyć naprężenie do 40 kg/cm^2 .

— **Największy most wiszący** na Hudsonie w Bear Mountain opisuje *Gén. Civil* (1925, str. 277). Rozpiętość jego wynosi 497·43 m, a więc jest o 11 m większą, niż dotychczasowy największy most w Nowym Yorku na East River. Pylony są 107 m wysokie. Pomost jest w wysokości 46·63 m nad wodą ze względu na żeglugę. Most ten zbudowało osobne towarzystwo, którego własnością most pozostaje na 30 lat i pobiera myto mostowe. Jezdnia jest 11·58 m szeroka, dwa chodniki po 1·52 m. Belka stężająca jest 10 m wysoka. Pylony żelazne są bardzo wąskie 6 m w podstawie, 3 m u góry i spoczywają na fundamencie murywanym. Kable mają 45 cm średnicy i składają się z 7252 drutów galwanizowanych o grubości 4·8 mm, zgrupowanych w 37 wiązkach.

— **Projekt mostu wiszącego** o rozpiętości 1036 m przez North River w Nowym Jorku podał inżynier szwajcarski Amman (*Gén. Civil* 1925, str. 441). Pomost górny ma nieść 8 rzędów pojazdów ($b = 24·4 \text{ m}$) i 2 chodniki, dolny 4 tory kolei elektrycznej. Pylony 200 m wysokie mają być żelazne, otoczone betonem tak, że na zewnątrz przedstawiają się jako wieże kamienne.

Tunele.

— **Nowy projekt połączenia Francji z Anglią przez kanał** podaje inż. Veyrier w *Gén. Civil* (1925, str. 18). Gdy rząd angielski nie chce się zgodzić na budowę tunelu ze względów strategicznych, inż. francuski Veyrier proponuje połączenie obu brzegów zapomocą dwu rur tunelowych, które umieszczone są nad dnem morskim i wsparte są na filarach w odstępach około 200 m. Rury tunelowe muszą być umieszczone w głębokości około 20 m pod poziomem morza, aby statki ich nie uszkadzały. Autor projektuje je w ten sposób, że dla rury nie obciążonej parcie do góry jest tak wielkie, jak ciśnienie dla obciążonej. *Dr. M. Thullie.*

RECENZJE I KRYTYKI.

Ernest Bobieński: Sto tablic do sporządzania kosztorysów robót budowlanych. Warszawa 1925.

Książka niniejsza podaje szereg danych dotyczących kosztorysów budowlanych. Autor, niedawno temu zmarły, wybitny inżynier polski, zebrał w nich owoce swego dużego doświadczenia, posiłkując się przytem, tak danymi zbieranymi na terenie Rzeczypospolitej Polskiej w ostatnich czasach, jakoteż pracami rosyjskimi i niemieckimi.

Podział dzieła jest następujący: Roboty ziemne, Roboty murarskie, Roboty tynkowe, Zabijanie pali, Roboty ciesielskie,

Roboty stolarskie, Roboty dekarские, Roboty kowalskie, Roboty różne, Roboty zduńskie, Roboty malarskie, Roboty szklarskie. Naprawy.

Układ tablic jasny, przejrzysty, a zwięzły pozwala na operowanie tablicami szybko, a pewnie. Wydanie pod każdym względem poprawne i ładne. W dość znacznej ilości książek polskich, wydanych w ostatnich czasach, a traktujących o analizie cen, zajmuje książka śp. inż. Bobieńskiego jedno z pierwszych miejsc. To też inżynier i architekt chętnie weźmie ją do ręki i do niej się przyzwyczai. *b*

Bohdan Stefanowski: „Termodynamika Techniczna“, podręcznik wydany z zapomogi Ministerstwa W. R. i O. P., Warszawa 1923. Duży oktav, str. 396, z 292 rycinami w tekście, 29 tablicami liczbowymi i dodanymi w opasce trzema tablicami wykresów entropowych, nadających się do rozwiązywania zagadnień. Są to mianowicie: wykres entropowy $I-S$ dla 1 kg powietrza, takisam wykres dla 1 kg pary wodnej, tudzież wykres entropowy $T-S$ dla 1 kg pary bezwodnika węglowego.

Już przy pobieżnym przejrzaniu widać zamiar autora, żeby studentom politechniki dać do ręki dzieło, w którym znaleźćby mogli pouczenie nie tylko o zasadach termodynamiki, lecz także o stosowaniu tych zasad w praktyce inżynierskiej i literaturze dotyczącej. Trzeba uznać dużą pracę autora, by zgromadzić to wszystko, uporządkować, prawa uzasadnić możliwie ogólnie, zaś trudniejsze sprawy wytłómaczyć z dużym nakładem cierpliwości.

Przeczytanie uważne takiej książki wymaga dość czasu więc „krytyka“ opóźniła się ponad zwykłą miarę. Ale „lepiej, późno aniżeli nigdy“ — bo uwagi nasuwające się przy czytaniu mogą — o ile autor uzna je jako słuszne — znaleźć uwzględnienie przy następnym wydaniu, a nie wątpię, że takich wydań będzie więcej. Tymczasem można książkę zalecić studentom wydziałów mechanicznych obu naszych Politechnik: nie tylko do nauki samego przedmiotu — lecz zważywszy obfitość literatury podanej w odnośnikach i na końcu rozdziałów — także jako źródło, skąd czerpać mogą w razie natknięcia się na trudności w zakresie termodynamiki. Przy tej sposobności niech mi wolno będzie wtrącić zapatrywanie oparte na doświadczeniu nauczycielskiem, że każde zagadnienie techniczne może być rozwiązane, gdy się widzi jasno fizyczne i ekonomiczne warunki zagadnienia. Na pytanie nieuwzględniające faktycznego stanu rzeczy, eksperyment nie może dać odpowiedzi zadowalającej. Więc jako rzecz główną w nauce o ciepłe uważam ciągłą rewizję zasad i pogłębianie ich, względnie stosowanie do różnych zagadnień tak, żeby poznać granice ważności tych zasad. Wielką pomocą jest tu analiza matematyczna, która charakteryzuje zależności funkcyjne, a zwłaszcza metody wykresne, podające owe zależności naocznie, mimo ograniczonej swej dokładności. Autor liczy się z przyzwyczajeniem studentów do stosowania metod analitycznych i w ten sposób określa różne zależności. Osobiście doświadczyłem, że studenci łatwiej pamiętają wzory, aniżeli prawa i nieraz starałem się dochodzić do zasad przez syntetyczne budowanie funkcji. Nasuwają się przytem sposobności do uwag zacieśniających znaczenie pojęcia, do ciągłej rewizji pojęć zasadniczych matematycznych czy fizycznych, z różnych punktów widzenia. Trudno rozstrzygnąć, która z tych metod lepiej odpowiada usposobieniu naszych studentów. Przypuszczam, że pierwszy, bo nie wymaga takiego wysiłku myślowego w ciągu wykładu, jak metoda druga.

Przechodząc do treści książki, omówię kolejno poszczególne rozdziały, bo pragnę zwrócić uwagę na niektóre niedopatrzania, które powinny być wykorygowane w następnym wydaniu — bo na ogół mógłbym całą książkę zbyć jednym zdaniem: jest istotnie dobra i nosi na sobie wszelkie cechy tego faktu, że szan. autor jest kierownikiem laboratorium maszynowego Politechniki Warszawskiej i starannie przygotowuje swoich studentów do tych doświadczeń i pomiarów, które tam są możliwe.

Wyjątkowo w pojęciach zasadniczych (str. 3) nie dogadza mi pierwsze zdanie, że temperatura jest własnością wszystkich ciał; wolałbym określić temperaturę jako stan ciała.

P. Dr. M. Wolfke w „Zasadach teorii ciepła“ omija tę trudność. Osobiście najchętniej określam z osobna: subiektywne wrażenie cieplne i cechę stanu cieplnego ciała¹⁾). Jedną z cech stanu cieplnego ciała jest także jego temperatura, która równocześnie jest także przedmiotem wrażenia cieplnego, zależnego nie tylko od stanu fizycznego ręki, lecz także od szybkości z jaką ciepło dopływa lub odpływa z ręki.

Po pojęciach zasadniczych autor omawia odwracalność przemian, obie główne zasady termodynamiki, ciepło właściwe, ważne przemiany przy stałej objętości, ciśnieniu, temperaturze, przy stałej zawartości energii wewnętrznej, wreszcie przemiany adjabatyczne — wszystko bardzo jasno i dokładnie.

O nazwę η silnika dyskusja wprawdzie ustała, lecz trudno o porozumienie ostateczne Lwowa z Warszawą. Wprawdzie po pewnem przyzwyczajeniu się do terminu mniej lub więcej stosownego podkłada się pod ten termin właściwe znaczenie, lecz następuje to tem rychlej, im lepiej wyrażenie samo pokrywa się z treścią. We Lwowie η = dzielność, w Warszawie η = sprawność. We Lwowie uważają, że dzielny jest ten, który małym nakładem wysiłku potrafi wiele zdziałać, zaś sprawnym ów, który się zręcznie bierze do rzeczy tak, że sprawność staje się prawie synonimem zręczności. Z tego wypływa, że i człowiek sprawny i człowiek dzielny potrafią stosunkowo do swego zapasu energii zdziałać wiele, tylko że dzielny robi to zawsze, sprawny zaś tylko wówczas, gdy go zręczność nie zawiedzie. Przypominam sobie, że i moc nazywano dzielnością, to jednak zdaje się już minęło bezpowrotnie, bo zrozumiano, że człowiek tylko mocny może być mało dzielny, zaś dzielny nie musi być mocnym. Nadto odczuwam różnicę spornych wyrażen w tem, że sprawność może się objawić w czynności korzystnej i niekorzystnej, zaś dzielność rozumieć się da tylko w kierunku korzystnym. O to też chodzi w danym przypadku. — Ostatecznie rozstrzygnie dopiero używanie, chociażby na korzyść mniej logicznego wyrażenia.

W silnikach z regeneratorem (str. 51) istnieje różnica stosownie do tego, czy regenerator przejmuje i oddaje ciepło przy stałym ciśnieniu (Ericsson), czy przy stałej objętości czynnika (Stirling), co w układzie $T-S$ daje szczególnie jasny obraz przemiany.

W części drugiej (str. 64) przypomina autor zasadnicze hipotezy fizyczne dotyczące zachowania się i określenia stanu gazów doskonałych (prawo Boyle'a, Gay-Lussaca, równanie gazowe, hipoteza Avogadry). Do tego zadania bardzo dobrze dobrane i pouczające. Tosamo dotyczy ustępu o ciepłe właściwem gazów i jego zmienności z temperaturą i ciśnieniem, z podaniem ważnych doświadczeń w postaci przejrzystej. Następuje prawo Daltona z zadaniami. Zdaniem mojem należałoby w tem miejscu dodać rzecz o zachowaniu się pary wodnej w mieszaninach gazowych, jako podstawę do teorii skraplania się par mieszanych z powietrzem i do teorii technicznego suszenia materiałów. Druga część powyższego ustępu obejmuje przemiany i obiegi teoretyczne. Bardzo to ważny ustęp i dla tego wypada go rozpatrzeć bardziej szczegółowo. Ważniejsze przemiany termodynamiczne gazów doskonałych omawiane są równolegle w odwzorowywaniu $p-v$ i $T-S$, do czego nawiązują stosowne zadania. Osobny ustęp poświęcony politropom, czyli przemianom o stałym ciepłe właściwem i związkowi między tem ciepłem właściwem a wykładnikiem politropy, co wreszcie prowadzi do zagadnień praktycznych: rysowania politropy o wykładniku danym i wyznaczania wykładnika, jeśli politropa jest dana, np. wyrysowana przy pomocy indykatora. Podana jest metoda logarytmiczna i metoda Brauera. Mojem zdaniem obie te metody nie są równoważnościowe przy nauce z powodów następujących: Metoda logarytmiczna daje jaśniejszy obraz związku między wykładnikiem a kształtem politropy, aniżeli metoda Brauera. Związek ten ma szczególniejsze znaczenie praktyczne, gdyż pozwala naocznie odróżnić te części przemiany, w których istnieje dopływ ciepła od tych, w których ciepło odpływa na zewnątrz. Będzie to miało miejsce w częściach wykresu leżących ponad i pod adjabatą w przypadkach dodatniej pracy

zewnętrznej, czyli rozprężania się czynnika. Następnie wydaje mi się, że jakkolwiek mierzenie odciętych i rzędnych pod mikroskopem i przeliczanie przy pomocy tablic logarytmicznych daje wyniki najdokładniejsze, to jednak metody wykresne mają wartość przy ćwiczeniach, gdyż właściwości przemiany utrwalają się lepiej w umyśle, a stosowane częściej zbliżają studenta do ideału: „widzenia przepływu i odpływu strumieni ciepła“. Chodzi więc o to, która z wymienionych dwu metod (przy równej staranności rysownika) jest dokładniejsza i która jest wygodniejsza, t. j. rychlej prowadzi do wyznaczenia wykładnika, przynajmniej w przybliżeniu. Zdaniem mojem metoda logarytmiczna ma przewagę. Jeśli się przygotowuje starannie krzywkę logarytmiczną wyciętą z blachy, można liczyć na to, że dokładność wykresów będzie we wszystkich punktach prawie jednako- wa, czego o metodzie Brauera powiedzieć nie można. Następnie pierwsza metoda daje łatwo wszelkie dowolne punkty wykresu, a więc np. w miejscach szczególnie interesujących można punkty krzywej wyznaczyć dowolnie gęsto. Natomiast druga metoda daje tylko pewne następstwa punktów (stanów), które przy dużych ciśnieniach lub objętościach coraz bardziej oddalają się od siebie i są coraz mniej dokładne, gdyż błędy w oznaczaniu punktów poprzednich sumują się przy wyznaczaniu następnych. Wreszcie przy badaniu rzeczywistych wykresów metodą logarytmiczną można (na odwzorowaniu logarytmicznym wykresu) widzieć naocznie zmienność wykładnika w każdym miejscu, więc np. ocenić średnią wartość wykładnika, istnienie punktów prawie adjabatycznych lub izotermicznych, co w związku z obrazem warunków fizycznych dopływu lub odpływu ciepła może niejednokrotnie doprowadzić do jaśniejszego pojęcia całej przemiany. Ponieważ wyrysowanie logarytmiki o dowolnej zasadzie (praktycznie między 1.0 a 2.0) nie przedstawia żadnej trudności, więc nietrudno o krzywkę praktyczną, której linja w zakresie zwykłych rozmiarów wykresu silnika lub sprężarki daje dość dobre przecięcia z rzędnymi i odciętymi poszczególnych punktów wykresu. Przekonałem się np., że śledzenie przepływu i odpływu ciepła przy rozprężaniu się czynnika w silniku gazowym lub Diesla, w którym palenie się sięga nieraz aż do chwili przedczesnego odpływu, jest łatwiejsze przy pomocy odwzorowania logarytmicznego, aniżeli przy pomocy metody Brauera, która przy znacznych objętościach rozprężanego czynnika daje już mało punktów. Zresztą w rozdziale o sprężarkach (str. 156) sam autor wskazuje ponownie na metodę logarytmiczną. Na str. 127 przy „przedczesnym wybuchu“ proponowałbym podanie w kilku słowach różnicy fizycznej, jaka zachodzi między szybkim spalaniem a wybuchem.

Rozdział o wykresach entropowych zawiera również interesujące zadania. W zadaniu 23 (str. 128) wyrażenia „temperatura zapłonie“ użyto w znaczeniu temperatury „w chwili“ zapłonu. Ustęp o sprężarkach z dodatkiem o wyrównaniu ciśnienia w pompach próżniowych wyczerpuje sprawę. (rys. 91 odwrócony).

W części „o parach“ przy rysunku 119 jest drobna niedokładność w objętościach pary już wytworzonej, które obejmują także miejsce opróżnione przez wyparowaną część wody. Zresztą, poczynając od równania Van der Waals'a podaje autor rozumowanie Callendar'a, najpraktyczniejsze tablice Molliera wraz z wynikami pomiarów Knoblauch'a (dodałbym: i inż. Jakoba), wreszcie równanie Lindego. Następują przemiany pary przegrzanej, podgrzewanie cieczy i przechładzanie pary — wszystko z cennymi przykładami liczbowymi. Dalej teoria parowych silników tłokowych, a więc silnik teoretyczny (doskonały) Carnot'a, silnik Rankin'a jako porównawczy w Anglii dla przemian w rzeczywistych silnikach parowych, wreszcie obieg Meyer'a, zbliżony jeszcze bardziej do rzeczywistości, używany do porównywania w Niemczech. Na tem tle znowu szereg zadań dla liczbowej ilustracji tych idealnych przebiegów porównawczych.

Następuje „sprawność“ silników rzeczywistych z omówieniem tych wszystkich odstępstw od teorii i wpływów, które mają znaczenie dla konstruktora. Przytem omówiono szczególnie wyczerpująco straty pracy wskutek dławienia i działania ścian cylindrów, które zdaniem mojem jeszcze dotąd niezupełnie przeszły do praktyki konstrukcyjnej, gdyż właśnie w chwili, gdy

¹⁾ Mach, Prinzipien d. Wärmelehre, Leipzig 1896.

konkurencja zmuszała firmy do zajęcia się temi sprawami, zaczęły opanowywać pole silniki turbinowe, które przyniosły z sobą prócz takich kwestyj, jeszcze całe mnóstwo innych zagadnień. Mojem zdaniem czasy płaszczowego ogrzewania cylindrów minęły; zato wszystkie inne sposoby powiększenia dzielności (dwie liczby obrotów, możliwe zmniejszenie powierzchni cylindrów, więc użycie stosunkowo dużych ciśnień, pary przegrzanej, ekonomicznej izolacji) mają przewagę. Przy czytaniu zanotowałem nowy dla mnie wyraz: przelotnie (receiver), który wydaje mi się możliwy, lecz nie lepszy od „zbiornika“, używanego dotąd u nas. Kończy ten rozdział rąkizowanie, bilans cieplny, badanie kalorymetryczne silnika tłokowego, wyzyskanie pary wylotowej i krótka wzmianka o silniku pracującym przy kolejnym użyciu kilku czynników. Dziś ta ostatnia sprawa staje się znowu aktualniejszą.

Rozdział V. poświęcony jest chłodzarkom. Omówione jest chłodzenie kompresyjne przy pomocy powietrza, bezwodnika węglowego, amoniaku i bezwodnika siarkawego. (W rys. 222 wykres CO₂ przez omyłkę poprowadzony jest poza punkt krytyczny). Charakterystyka wymienionych czynników bardzo jasna i pouczająca, przykłady doskonałe. W końcu krótki ustęp poświęcony chłodzarce pracującej przy pomocy pary wodnej jako czynnika. Chłodzarkę takich używano podobno z dobrym skutkiem na okrętach pancernych w czasie wojny światowej. Do literatury dostało się bardzo mało szczegółów. W IV. wydaniu Schülego jest niewielki ustęp na str. 467, tamże podana literatura opisująca typ Josse-Geusecke. Typu wyrabianego przez firmę Škody wcale nie znalazłem w dostępnej mi literaturze.

Część III. „Termodynamiki“ obejmuje wpływ gazów i par, równanie De Saint-Venant'a, ciśnienie krytyczne i prędkość krytyczną, wpływ, obliczanie dysz De Laval'a, straty energii, wpływ przy małym spadku ciśnienia — wszystko z wykresami ułatwiającymi zrozumienie rzeczy i obliczenia praktyczne. Jest też kilka zadań. Ciekawe szczególnie pierwsze z nich (nr. 53), przeprowadzające porównanie zachowania się powietrza — a pary. Wszystko to jako przygotowanie do dalszego rozdziału o turbinie parowej. Zaraz na wstępie tego rozdziału zajmuje się autor sposobami zmniejszenia prędkości obwodowej turbin, co prowadzi do naturalnego rozróżnienia typów turbin. Dalej autor omawia straty energii w dyszach i w turbinach, bilans cieplny turbiny i podaje popularny przykład liczbowy, poczem omawia turbiny niskoprężne i akumulatory pary (analogicznie jak przy końcu rozdziału o silnikach parowych tłokowych), jako podbudowę do następnego dzieła swego „O gospodarce cieplnej“.

Część IV. wreszcie, poświęcona jest spalaniu materiałów opałowych i gazowaniu. Jest to dodatek do „Termodynamiki“, orjentujący techników w zasadach spalania i gazowania. Dla praktyki oczywiście byłoby to za mało — lecz z drugiej strony, gdyby autor był postąpił w spalaniu tylko o krok dalej, powstałaby była nowa książka i to duża, właściwie nie należąca do termodynamiki. Więc wydaje mi się, że autor zachował właściwą miarę. Mając pod swoim kierownictwem laboratorium maszynowe, może wiele rzeczy jeszcze dodatkowo pokazać poszczególnym grupom, nie zmuszając wszystkich słuchaczy do opanowania całego zakresu spalania. W Politechnice Lwowskiej idzie się w kierunku spalania nieco dalej (przy większej sumie godzin wykładowych), ale za to pomija się jeden ciekawy i ważny ustęp z termodynamiki, zalecając natomiast przerobienie z książki autora.

Krytyka nieco przydługa, lecz już z jej obszaru czytelnik wywnioskuje, jak wielką wagę przywiązuje recenzent do tego dzieła. Będzie ono nie tylko doskonałym podręcznikiem szkolnym, (którego wpływ dobroczynny recenzent już odczuwa w swojej praktyce nauczycielskiej), lecz i w życiu praktycznym inżyniera-mechanika będzie mu miłym towarzyszem, z którym zawsze warto się porozumieć w sprawach termodynamiki lub na tej podstawie oceniać prace późniejsze. Obfity spis literatury polskiej i obcej, oraz skorowidz alfabetyczny jeszcze bardziej

podnoszą wartość książki. Autorowi należy się wdzięczność za trud niemały, poniesiony dla dobra polskiej nauki technicznej.

Tadeusz Fiedler.

BIBLIOGRAFJA.

Książki nadesłane. Ukazał się Nr. 1 tygodnika „Radjofon Polski“. Pismo to przeznaczone jest dla słuchaczy radjofonicznych i każdy zeszyt jego zawiera artykuły poświęcone transmisjom radjofonicznym stacyj, warszawskiej i zagranicznych.

Ponadto do każdego zeszytu dołącza się programy radjofoniczne na cały tydzień tych stacyj, wreszcie podaje się praktyczne wiadomości o budowie sposobem domowym odbiorników i części do nich.

Ostatni ten dział utrzymany jest na poziomie najbardziej popularnym, mającym na celu uprzystępnienie radja absolutnie wszystkim. „Radjofon Polski“ jest czasopismem niezbędnym dla każdego posiadacza odbiornika.

Ukazał się Nr. 2 „Radjofonu Polskiego“. Na treść zeszytu składają się następujące artykuły: 1. „Za kulisami. Studja stacji Warszawskiej radjofonicznej“ S. O. 2. „Tłumić czy nie tłumić“ A. Kaszyna, dotyczy techniki nadawania. 3. Uwaga o transmisjach radjofonicznych z tygodnia ubiegłego, oraz przyszłego. 4. Jak uzyskać pozwolenie na założenie u siebie radjoodbiornika S. O. 5. „Wzmacniacz do galenówki“ — J. Odyńca. Arcypopularny opis wykonania takiego wzmacniacza domowymi środkami. 6. „Najlepszy odbiornik“ J. O. Wiadomości o odbiornikach wogóle. 7. Kronika fal krótkich. 8. Z kraju. 9. Echa z całego świata. 10. W Radjoorganizacjach. Zeszyt zaopatrzony jest w 8 ilustracji, z których na szczególną uwagę zasługuje dowcipnie pomyślana fotografia, schemat galenówki ze wzmacniaczem, doskonale ułatwiająca laikom samodzielną budowę tych aparatów.

Dzieła i czasopisma, nabyte na własność Biblioteki Politechniki Lwowskiej. (Ciąg dalszy). 173. Rychnowski de Welehrad F. Das Wesen der Elektrizität und das Problem der Sonnenstrahlung. Lemberg, 1923. St. IV. 24. — 174. Robinson C. S. The recovery of volatile solvents. V. Ed. New York, 1922, p. 188. — 175. Sears J. E. Who's who. III. Ed. London, 1923, p. 1211. — 176. Bacon R. a. Hamor W. The American petroleum industry. London, 1916. Vol. 2. — 177. Ellis C. and Meigs J. Gasoline and other motor fuels. London, 1921, p. XIX. 709 — 178. Etcheverry B. A. Irrigation practise and engineering. New York, 1916. p. XV. 438. — 179. Kucharzewski Feliks. Mechanika. Warszawa, 1924 Str. 226 — 180. Poradnik dla samouków. Mineralogja i petrografia. Warszawa, 1925. Str. XIII. 769. — 181. Staudinger H. Die Ketene. Stuttgart, 1912. St. VIII. 154. — 182. Skita A. Ueber katalytische Reduktionen organischer Verbindungen. Stuttgart, 1912. St. 94. 183. Eisenlohr F. Spektrochemie organischer Verbindungen. Stuttgart, 1912. St. VIII. 221. — 184. Bertheim A. Handbuch der organischen Arsenverbindungen. Stuttgart, 1913. St. X. 238. — 185. Wieland H. Die Hydrazine. Stuttgart, 1913. St. X. 244. — 186. Schmidlin J. Das Triphenylmethyl. Stuttgart, 1914. St. XII. 233. — 187. Willgerodt C. Die organischen Verbindungen mit mehrwertigem Jod. Stuttgart, 1914. St. XII. 265. — 188. Limonis H. Die Cumarine. Stuttgart, 1916. St. XI. 298. — 189. Fonrobert E. Das Ozon. Stuttgart, 1916. St. VIII. 282. (C. d. n.).

RÓŻNE SPRAWY.

III. Kurs cieplny organizuje Wydział mechaniczny Politechniki Lwowskiej w połowie marca b. r. Równocześnie odbędzie się I. Zjazd Inżynierów Stowarzyszenia Dozoru Kotłów i II. Zjazd Inżynierów Oddziału Naftowego Politechniki Lwowskiej. Szczegółowy program będzie ogłoszony później.