

## NOWE DZIEJE STATYKI

według badań Duhem'a.

Odczyt wygłoszony na posiedzeniu Stowarzyszenia Techników w Warszawie d. 25 października r. b.

Przez długie lata streszczano dzieje statyki, jak je przedstawił jeszcze w XVIII w. MONTUCLA<sup>1)</sup> i mówiono: że twórcą mechaniki był ARCHIMEDES; że przed nim była to najsłabsza część nauk matematycznych, a to co o niej pisał ARYSTOTELES, było zaledwie prostaczym zarysem rodzącej się umiejętności; że ARCHIMEDESOWI zawdzięczamy istotne podstawy statyki. Wywody wszakże ARCHIMEDESA, jakkolwiek przechowane starannie w pismach paru komentatorów, przez długie wieki pozostały prawie nieznanymi uczonym i nie wywarły przez to wpływu na postęp nauk matematyczno-technicznych. Traf lub zmyśl obserwacyjny doprowadzał nieraz mechaników do wynajdywania przyrządów, do dziś w użyciu będących, teorii wszakże swych wynalazków nie zdołali podać, próżno się tylko błakając po manowcach, na jakie ich zawodził ARYSTOTELES. A ten ostatni, zapanowawszy wszechwładnie we wszystkich naukach, utrzymał się w swej powadze przez całe wieki średnie.

Poglądowi temu zadały pierwszy cios szczegóły, wyciągnięte z rękopismów LEONARDA VINCI. VENTURI<sup>2)</sup>, AMORETTI<sup>3)</sup>, LIBRI<sup>4)</sup>, GROTHE<sup>5)</sup>, wydobyli z tych papierów, rozproszonych po różnych bibliotekach, myśli, jakie mógł rzucić tylko jeden z najdzielniejszych umysłów, współczesnych KOPERNIKOWI, a które w dziedzinie matematyczno-technicznej stanowią jedyne światło wśród mgły, zalegającej dzieje tych nauk, począwszy od ARCHIMEDESA aż do GALILEUSZA. Rękopisma LEONARDA dały pojęcie o współczesnym mu stanie nauk matematyczno-technicznych i objaśniły rozwój sztuk i rzemiosł, tak wydatny we Włoszech w drugiej połowie XV stulecia. Wykazały one, że wynalazki, jakie ten postęp umożliwiły, mgłą cechowej tajemnicy zakryte, miały za podstawę jasniejsze pojęcia mechaniczne, niż spotykane w wielu pismach autorów średniowiecznych. Dopóki wszakże nie podjęto pracy krytycznego zbadania wszystkich tych pism, dopóki nowości mechaniczne, odnalezione w rękopismach LEONARDA, przedstawiały się jako wyjątkowe i niczem niewytłumaczone zjawisko, wśród mniemanego zastoju umiejętności, w ciągu osiemnastu przeszło stuleci.

Dopiero badania DUHEM'A, ogłaszane stopniowo w ostatnich latach w *Revue des questions scientifiques*, rzuciły jasny snop światła na prace tak poprzedników jak i następców LEONARDA w zakresie statyki<sup>6)</sup>. Przed dwoma laty zebrane razem i zestawione w pierwszym tomie dzieła: *Les origines de la statique*<sup>7)</sup>, wykazały, że rękopisma wielkiego mistrza, tak bogate w pomysły mechaniczne, znane były dobrze matematykom epoki odrodzenia, że czerpali z nich liczni uczeni XVI wieku a zwłaszcza CARDAN i BENEDETTI, że dostarczyły CARDANOWI głębokich poglądów na siłę poruszającą machin i na niemożność ruchu wiecznego. Wykazały dalej, że to, co przed GALILEUSZEM i STEVINEM pisał o statyce TARTAGLIA, było prostym plagiatem z rękopismów JORDANA DE NEMORE z XIII wieku, że oprócz JORDANA, odznaczył się wybitnymi pomysłami

w statyce inny, nawet z nazwiska nieznanego autor, którego rękopisma spożytkował VINCI i którego też DUHEM nie nazywa inaczej, jak *poprzednikiem Leonarda*. Myśli, których pierwszy zawiązek obejmuje rękopism JORDANA, rosły i rozwijały się nieprzerwanie w pismach jego następców: LEONARDA VINCI, CARDANA, ROBERVALA, KARTEZYUSZA, VALLISA, by nareszcie osiągnąć kształt wykończony zupełnie w liście JANA BERNOULLI'EGO do VARIGNONA, w *Mechanice Analitycznej* LAGRANGE'A i pracach WILLARDA GIBBS'A. Te nowe dzieje statyki, wynikające z badań DUHEM'A, pragnąłbym przedstawić tu jaknajtreściwiej.

Starożytni, swe głębokie badania, dotyczące praw równowagi, zawarli w dziełach nielicznych, lecz wieczyście godnych uwielbienia. Najpiękniejszymi z tych dzieł są: księga ARYSTOTELESA, poświęcona kwestyom mechanicznym i traktaty ARCHIMEDESA.

ARYSTOTELES, w swych *Problematkach Mechanicznych*<sup>8)</sup>, nie oddzielał statyki od dynamiki i rozważał wogóle ruchy, mogące mieć miejsce w pewnym mechanizmie, który w razie gdy żaden ruch nie następuje, pozostaje w równowadze. Axiomatem dającym rozwiązanie różnych zadań mechanicznych, jest u ARYSTOTELESA prawo zasadnicze ruchu miejscowego, które jawnie lub ukrycie panuje nad wszystkim, co napisał w przedmiocie tego ruchu. Potęgą motoru, wprawiającego w ruch ciało, mierzy się iloczynem z ciężaru ciała przez prędkość. Taż sama potęga może wprawiać w ruch kolejno ciało ciężkie lub lekkie, ale poruszać będzie wolniej ciało ciężkie a szybciej ciało lekkie. Prędkości tych ruchów będą odwrotnie proporcjonalne do ciężarów. Dynamika nowocześnie odrzuca tę zasadę, lecz nastąpiło to dopiero po 2000 letnich rozmyślaniach największych umysłów, od ARYSTOTELESA do GALILEUSZA.

Zasadę tę wszakże wziąć trzeba za punkt wyjścia, aby zrozumieć myśl uczonych, pracujących kolejno w szeregu wieków nad rozwojem statyki. Przyjmiemy więc razem z ARYSTOTELESEM, że dwie potęgi są równoważne, gdy wprawiając w ruch ciężary nierówne z prędkościami nierównymi, nadają jednakową wartość iloczynom z ciężaru przez prędkość. Gdy zatem drąg prosty ma dwa ramiona nierówne, na których końcach umieszczone są dwa ciężary nierówne, to gdy drąg się obraca około punktu podparcia, wtedy ciężary poruszają się z różnymi prędkościami. Ciężar więcej oddalony od punktu podparcia zakreśla w tym samym czasie łuk większy a prędkości obu ciężarów są proporcjonalne do długości ramion drąga. Aby porównać ze sobą potęgi, należy pomnożyć każdy ciężar przez długość ramienia drąga. Gdy te iloczyny są równe, ciężary będą w równowadze. Tym sposobem, jak mówi ARYSTOTELES, własności wagi są własnościami koła, własności drąga — własnościami wagi i wiele osobliwości ruchów w maszynach sprowadza się do własności drąga. Z tej głębokiej myśli, w ciągu dwóch tysięcy lat, wyłoniła się zasada prędkości przysposobionych i słusznie uważać można ARYSTOTELESA za ojca mechaniki rozumowej. Myśli swej wszakże ARYSTOTELES nie zdołał rozwinąć. Stała mu na drodze trudność, wynikająca z kołowego ruchu końców ramion drąga, który to ruch nie zchodzi się z kierunkiem pionowym działania siły ciężkości.

Na innych zupełnie zasadach opiera swą statykę ARCHIMEDES w *Traktacie o równowadze płaszczyzn, albo o ich środ-*

<sup>1)</sup> Histoire des Mathématiques. Paris, 1758, t. I, str. 240.

<sup>2)</sup> Essai sur les ouvrages physico-mathématiques de Leonard de Vinci. Paris 1797.

<sup>3)</sup> Memorie storiche sulla vita, gli studie le opere di Leonardo da Vinci. Milano 1784, 1804.

<sup>4)</sup> Histoire des sciences mathématiques en Italie. Paris 1840.

<sup>5)</sup> Leonardo da Vinci als Ingenieur und philosoph. Berlin 1874.

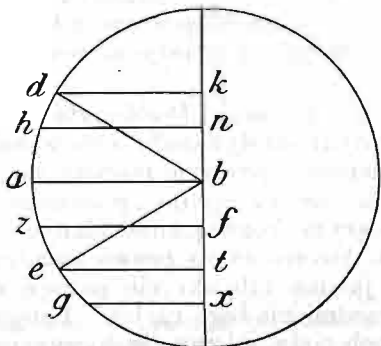
<sup>6)</sup> O poprzednikach i następcach Leonarda w innych działach wiedzy wydał niedawno Duhem oddzielną pracę: Etudes sur Leonard Vinci, ceux qu'il a lus et ceux qui l'ont lu. Première série. Paris. A. Hermann 1906, — rozwijając w niej także niektóre kwestye, poruszone w książce o początkach statyki, której tytuł niżej.

<sup>7)</sup> Les sources des théories physiques. Les origines de la statique par P. Duhem. Tome premier. Paris A. Hermann 1905.

<sup>8)</sup> Arystoteles. *Μηχανικά προβλήματα*. Wydanie Didot'a, t. IV, str. 55.

*kach ciężkości*<sup>1)</sup>). Nie dotykając nieznanych praw ruchu, stawia kilka postulatów, tak widocznych, że można je uważać za niewątpliwe i z nich wyprowadza całą teorię. Oto są najważniejsze z tych postulatów: 1) Dwa ciężary równe, zawieszony na równych ramionach drąga, są w równowadze. 2) Dwa ciężary równe, zawieszony na nierównych ramionach drąga nie równoważą się, ciężar zawieszony na końcu ramienia dłuższego przeważa. 3) Jeżeli ciężary zawieszony na ramionach drąga są w równowadze i jeżeli dołożymy cokolwiek do jednego z nich, to równowaga ustaje i ten ciężar, do którego coś dołożono, przeważa. 4) Tak samo gdy odejmiemy cokolwiek od jednego z ciężarów, to drugi ciężar przeważa. Z twierdzeń, wyprowadzonych przez ARCHIMEDESA z tych postulatów, najważniejsze opiewa, że wielkości współmierne lub niewspółmierne równoważą się, jeżeli są wzajemnie proporcjonalne do długości ramion drąga, które je unoszą. ARCHIMEDES więc, badając wyłącznie samą równowagę, doszedł do wyników, otrzymanych przez ARYSTOTELESA z badania praw ruchu i tym sposobem założył podwaliny statyki, jako odrębnej gałęzi wiedzy. O ile jednak teoria stała się ścisłą i jasną, o tyle znów zmalała jej ogólność i płodność. Dalszy rozwój statyki przekonywa, że więcej postępów zawdzięcza nauka ogólnej myśli ARYSTOTELESA, aniżeli ścisłym wywodom ARCHIMEDESA.

Dla zbadania tego rozwoju, przejrzał DUHEM mnóstwo rękopisów średniowiecznych, przechowywanych w bibliotekach francuskich. W kilku z nich odnalazł szczątki statyki



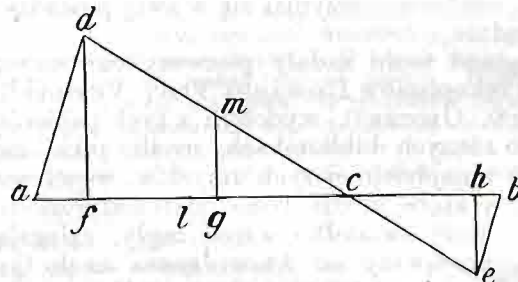
Rys. 1.

greckiej, na których oparli swe wywody uczeni średniowieczni. Nie znali oni metody ARCHIMEDESA i nie posługiwali się nią w swych pracach, opierając się wyłącznie na ogólnych zdaniach „problematów mechanicznych“ ARYSTOTELESA. Arabowie byli pośrednikami, którzy przenieśli do Europy zabytki szkoły aleksandryjskiej. Uczeni średniowieczni rozwinęli świetnie zasady, które do nich doszły. Było ich wielu zapewne, ale osoby są nieznanne. W rękopismach niewiadomych autorów, kolejno przepisywanych i powiększanych, gromadziły się wywody. Całość tej pracy kilkowiekowej uwydatnia się najlepiej w traktacie *O ciężarach* JORDANA DE NEMORIE, zwanego później NEMORARIUSEM, mnicha żyjącego w XII czy XIII stuleciu<sup>2)</sup>.

Świeżość pomysłów cechuje wywody NEMORARIUSA. Biorąc pod uwagę ciało ruchome, obniżające się po krążnej nie pionowej, wprowadza do dowodzenia, jako przedstawiającą jedyną siłę skuteczną, składową ciężaru po kierunku krążnej. Składową tę nazywa *ciężkością względem położenia*<sup>3)</sup>. Związek ilościowy między tą ciężkością względną a istotnym ciężarem, nie jest mu znany. Wygłasza tylko prawo jakościowe: im więcej nachylną do poziomu jest krążna, tem mniejsza jest *ciężkość względem położenia*. Na prawie tem opiera się przy dowodzeniu jednego z twierdzeń, które wywarły największy wpływ na dalszy wpływ statyki. Ramię drąga *ab* (rys. 1), ruchome około punktu *b*, obciążone jest w *a*. Ramię to podnosimy, doprowadzając ciężar do punktu *d*, lub obniżamy do *e*. W obu tych przypadkach tak zwana *ciężkość wzglę-*

*dem położenia* się zmniejsza. Dowód tego twierdzenia podaje NEMORARIUS następujący: odetnijmy pod punktami *a, d, e*, łuki *az, dh, eg, tak małe, jak tylko je mieć chcemy*<sup>4)</sup>, równe sobie i oznaczmy w *bf, kn, tx*, to co te obniżenia łukowe mają w sobie prostego<sup>5)</sup>. Ponieważ *kn* i *tx* są niewątpliwie mniejsze od *bf*, więc obniżenia *dh* i *eg* są więcej nachylone do poziomu niż obniżenie *az*; zatem *ciężkość względem położenia* jest mniejsza w *d* lub *e* niż *a*.

W dowodzeniu tem widać jakby przebłysk metody nieskończenie małych. Zwykle wszakże NEMORARIUS bierze pod uwagę łuki skończone, tak jak to czynił ARYSTOTELES i dlatego dowodzenia jego bywają często nieścisłe. Jeszcze ciekawszym jest drugi wywód, w którym się uwydatnia znajomość zasady, że siła mogąca podnieść pewien ciężar na pewną wysokość, podnieść może ciężar *k* razy większy na wysokość *k* razy mniejszą. Zasada ta, przyjęta przez KARTEZYUSZA za podstawę statyki, stała się, dzięki JANOWI BERNOULLI, zasadą przemieszczeń przysposobionych. KARTEZYUSZ zaś zapożyczył ją od komentatorów JORDANA. NEMORARIUS posługuje się pośrednio tą zasadą przy dowodzeniu równowagi drąga. „Niech będzie, powiada, *a c b* (rys. 2) drąg, *a b* ciężary. Stosunek ciężaru *b* do *a* niech będzie równy stosunkowi długości *ca* i *cb*. Twierdzą, że drąg nie zmieni położenia. Przypuśćmy bowiem, że się obniży po stronie *b* i przyjmie położenie *d c e*. Punkt *b* obniży się na wysokość *h e* a punkt *a* podniesie na wysokość *f d*“. Gdyby w punkcie *d*, tak obranym że *cl = c b*, umieszczono ciężar równy *b*, to ciężar ten podniósłby się na wysokość *g m* równą *h e*. „Widzimy, mówi NEMORARIUS,



Rys. 2.

że trójkąty *ceb* i *cda* są podobne; stosunek *df : eh* jest równy stosunkowi *ac* do *cb* a więc i stosunkowi ciężarów *b* do *a*; przeto *df* ma się do *gm*, jak ciężar *b* do *a*, albo jak *l* do *a*. Siła więc, wystarczająca do podniesienia *a* do *d*, wystarczaby do podniesienia *l* do *m*. Ze zaś *b* i *l* się równoważą, więc przypuszczony ruch drąga nie może mieć miejsca a tak samo i ruch w stronę przeciwną.

Dowodzenie to prawa równowagi drąga stanowiło wielki postęp w stosunku do dowodzenia ARYSTOTELESA. Temu ostatniemu służył za punkt wyjścia mylny axiomat proporcjonalności siły do prędkości; podczas gdy dowodzenie JORDANA wiąże równowagę drąga z równością pracy przysposobionej poruszającej do pracy przysposobionej oporu. Był to pierwszy związek zasady, której rozwinięcie nastąpiło dopiero w końcu XVIII w., w *Mechanice Analitycznej* LAGRANGE'A.

Statyka JORDANA wywołała ruch umysłowy zaraz w XIII stuleciu. Pomysły w niej zawarte były roztrząsane, rozwijane i komentowane przez licznych matematyków i filozofów. Przepisywano ją łącznie z dawniejszymi traktatami, przerabiano wzorując się na ARYSTOTELESIE. Jeden zwłaszcza z manuskryptów zasługuje na uwagę. Autora, nieznanego zupełnie, nazywa DUHEM *poprzednikiem Leonarda Vinci*, tak wiele wspólnego znalazł w jego dziele z notatkami wielkiego artysty. Autor ten sprostował niektóre mylne poglądy JORDANA, rozwinął nader szczęśliwie rzucone przezeń cenniejsze myśli i wytworzył dzieło oryginalne i wartościowe<sup>6)</sup>.

(C. d. n.)

Feliks Kucharzewski.

<sup>1)</sup> Dzieła Archimedesusa w przekładzie francuskim F. Peyrard'a. Paryż 1807, str. 275.

<sup>2)</sup> Montucla podaje, że Jordanus Nemorarius żył około r. 1230. Boncompagni, Treutlein i Maxymilian Curtze sądzą, że to był Jordanus Saxo, dominikanin, który w 1222 został po Ś. Dominiku generałem zakonu. Duhem przypuszcza, że to był włoski Giordano de Nemi. Za najpoprawniejszy tekst traktatu *Elementa Jordani super demonstrationem ponderis* uważa Duhem manuskrypt z XV w., pisany przez Arnolda z Bruxelli, znajdujący się w Bibliotece Narodowej w Paryżu, № 10252.

<sup>3)</sup> *Gravitas secundum situm*.

<sup>4)</sup> *Quantulumcunque parvi*.

<sup>5)</sup> *Caput de directo*.

<sup>6)</sup> Manuskrypt Biblioteki Narodowej w Paryżu № 7378 A składa się z różnych pism odnoszących się do matematyki, astronomii i mechaniki, między którymi jedno z XIII w. zaczyna się od słów: *Incipit liber Jordani de ponderibus* i obejmuje trzy traktaty: 1) perypatetyczną przeróbkę traktatu Nemorariususa; 2) statykę nieznanego autora, którego Duhem nazywa poprzednikiem Leonarda Vinci; 3) traktacik *De canonio*, tłumaczony z greckiego, zabytek szkoły aleksandryjskiej.

# Z TEORYI ŁUKU BEZPRZEGUBOWEGO.

Przez Kazimierza Grabowskiego, inżyniera.

(Ciąg dalszy do str. 523 w № 44).

Jeżeli pragniemy każdą ze statycznie niewyznaczalnych wielkości  $H$ ,  $Q_b$  i  $T$  określać z jednego równania o jednej niewiadomej, to położenie punktu  $O$  (rys. 4) tak musimy wybrać, ażeby:

$$\left. \begin{aligned} \int \frac{\lambda\mu}{E\omega} ds + \int \frac{\lambda'\mu'}{EZ} ds &= 0 \\ \int \frac{\lambda\nu}{E\omega} ds + \int \frac{\lambda'\nu'}{EZ} ds &= 0 \\ \int \frac{\mu\nu}{E\omega} ds + \int \frac{\mu'\nu'}{EZ} ds &= 0 \end{aligned} \right\} \dots (7)$$

W ostatnich równaniach:

$$\left. \begin{aligned} \frac{\lambda\mu}{E\omega} &= \frac{1}{E\omega r^2} \left[ f(x) + \frac{r}{\sqrt{1+[f'(x)]^2}} \right] \left[ x - \frac{r f'(x)}{\sqrt{1+[f'(x)]^2}} \right] \\ \frac{\lambda'\mu'}{EZ} &= \frac{x f(x)}{EZ} \\ \frac{\lambda\nu}{E\omega} &= \frac{1}{E\omega r^2} \left[ f(x) + \frac{r}{\sqrt{1+[f'(x)]^2}} \right] \\ \frac{\lambda'\nu'}{EZ} &= \frac{f(x)}{EZ} \\ \frac{\mu\nu}{E\omega} &= \frac{1}{E\omega r^2} \left[ x - \frac{r f'(x)}{\sqrt{1+[f'(x)]^2}} \right] \\ \frac{\mu'\nu'}{EZ} &= \frac{x}{EZ} \end{aligned} \right\} (8)$$

na zasadzie znaczeń  $\lambda$ ,  $\mu$ ,  $\nu$ ,  $\lambda'$ ,  $\mu'$  i  $\nu'$  z równań (5).

Wiemy, że promień krzywości  $r$  przedstawia wielkość

$$r = \frac{\{1 + [f'(x)]^2\}^{\frac{3}{2}}}{f''(x)}$$

Podstawiając tę wielkość w równanie (8) otrzymamy, że:

$$\left. \begin{aligned} x - \frac{r f'(x)}{\sqrt{1+[f'(x)]^2}} &= x - f'(x) \cdot \frac{1 + [f'(x)]^2}{f''(x)} = \xi \\ f(x) + \frac{r}{\sqrt{1+[f'(x)]^2}} &= f(x) + \frac{1 + [f'(x)]^2}{f''(x)} = \eta \end{aligned} \right\} (9)$$

Są to wyrażenia współrzędnych środka krzywości osi łuku w punkcie, określonym współrzędnymi  $x$  i  $f'(x)$ ; oznaczmy te współrzędne środka krzywości odpowiednio przez  $\xi$  i  $\eta$ .

Wtedy w równaniach (8):

$$\left. \begin{aligned} \frac{\lambda\mu}{E\omega} &= \frac{\xi\eta}{E\omega r^2} \\ \frac{\lambda\nu}{E\omega} &= \frac{\eta}{E\omega r^2} \\ \frac{\mu\nu}{E\omega} &= \frac{\xi}{E\omega r^2} \end{aligned} \right\}$$

i warunki (7) przyjmują postać:

$$\left. \begin{aligned} \int \frac{\xi\eta}{E\omega r^2} ds + \int \frac{x f(x)}{EZ} ds &= 0 \\ \int \frac{\eta}{E\omega r^2} ds + \int \frac{f(x)}{EZ} ds &= 0 \\ \int \frac{\xi}{E\omega r^2} ds + \int \frac{x}{EZ} ds &= 0. \end{aligned} \right\}$$

Oznaczmy wogóle:

$$\left. \begin{aligned} \frac{ds}{E\omega r^2} &= ds' \\ \frac{ds}{EZ} &= ds''; \end{aligned} \right\}$$

wtedy warunki (7) przedstawiają się w postaci ostatecznej:

$$\left. \begin{aligned} \int \xi \eta ds' + \int x f(x) ds'' &= 0 \\ \int \eta ds' + \int f(x) ds'' &= 0 \\ \int \xi ds' + \int x ds'' &= 0. \end{aligned} \right\} \dots (10)$$

Jasną jest rzecz, że  $\xi$  i  $\eta$  są tu współrzędnymi punktów rozwiniętej  $E_a E_c E_b$ , odpowiadającej osi łuku  $ACB$  (rys. 6). Nieskończenie małej cząstce długości rozwiniętej nadajmy ciężar  $ds' = \frac{ds}{E\omega r^2}$ , a nieskończenie małej cząstce długości

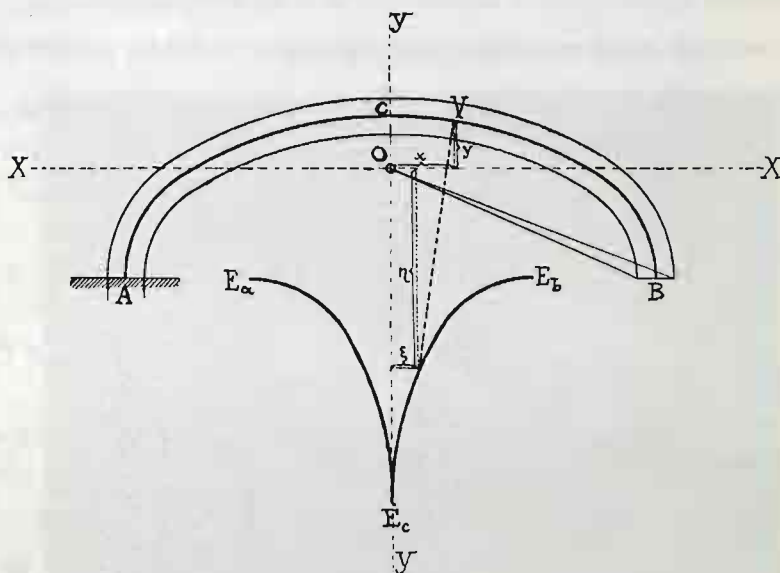
osi łuku ciężar  $ds'' = \frac{ds}{EZ}$ . Wtedy wyrażenia:

$$\left. \begin{aligned} \int \eta ds' + \int f(x) ds'' \\ \int \xi ds' + \int x ds'' \end{aligned} \right\}$$

przedstawiają momenty statyczne osi łuku i jej rozwiniętej o ciężarach wyżej wskazanych względem układu osi współrzędnych  $X$  i  $Y$ , zaś wyrażenie

$$\int \xi \eta ds' + \int x f(x) ds''$$

przedstawia moment odśrodkowy tych dwóch krzywych względem tych samych osi  $X$  i  $Y$ . Ażeby więc uczynić za-



Rys. 6.

dosyc równaniom (10), musimy przedewszystkiem umieścić początek współrzędnych w środku ciężkości układu krzywych, złożonego z osi łuku o ciężarze  $\int \frac{ds}{EZ}$  i jej rozwiniętej o ciężarze  $\int \frac{ds}{E\omega r^2}$ , a następnie osie  $X$  i  $Y$  powinny być głównymi osiami względem tego układu krzywych. Ponieważ wogóle rozpatrujemy jedynie łuk symetryczny względem linii pionowej, to oś  $Y$  będzie właśnie osią symetrii, co powoduje, że warunek, dotyczący momentu odśrodkowego, w ten sposób będzie wypełniony. Stąd bezpośrednio wypływa, że powinno być

$$w = \frac{L}{2},$$

zaś z należy określać oddzielnie w każdym poszczególnym wypadku (rys. 4).

§ 5. Określenie statycznie niewyznaczalnych wielkości. Przy określonym w ten sposób układzie osi współrzędnych z równań (6) łatwo będziemy mogli odnaleźć:

$$\left. \begin{aligned} H &= - \frac{\int \frac{\partial \lambda}{E\omega} ds + \int \frac{\partial \lambda'}{EZ} ds + \int \epsilon t (\lambda + \lambda') ds - W'}{\int \frac{\lambda^2}{E\omega} ds + \int \frac{\lambda'^2}{EZ} ds} \\ Q_b &= - \frac{\int \frac{\partial \mu}{E\omega} ds + \int \frac{\partial \mu'}{EZ} ds + \int \epsilon t (\mu + \mu') ds - W''}{\int \frac{\mu^2}{E\omega} ds + \int \frac{\mu'^2}{EZ} ds} \end{aligned} \right\}$$

$$T = - \frac{\int \frac{\partial v}{E\omega} ds + \int \frac{\partial' v'}{EZ} ds - W'''}{\int \frac{v^2}{E\omega} ds + \int \frac{v'^2}{EZ} ds}$$

Na zasadzie równań (5) oraz zależności (9) możemy wstawić w wyrażenia dla  $H$ ,  $Q_b$  i  $T$  wielkości  $\partial\lambda$ ,  $\partial'\lambda'$ ,  $\partial\mu$ ,  $\partial'\mu'$ ,  $\partial v$ ,  $\partial'v'$  i t. d. Z równań (5) otrzymamy wtedy:

$$H = - \frac{\int \left[ (Q_0 - q) \cdot \frac{f'(x)}{\sqrt{1 + [f'(x)]^2}} - \frac{M_0}{r} \right] \frac{\eta}{r} \frac{ds}{E\omega} - \int M_0 f(x) \cdot \frac{ds}{EZ} - \int \frac{\epsilon t}{\sqrt{1 + [f'(x)]^2}} ds - W''}{\int \frac{\eta^2}{E\omega r^2} ds + \int \frac{[f'(x)]^2}{EZ} ds}$$

$$Q_b = - \frac{\int \left[ (Q_0 - q) \cdot \frac{f'(x)}{\sqrt{1 + [f'(x)]^2}} - \frac{M_0}{r} \right] \frac{\xi}{r} \frac{ds}{E\omega} - \int M_0 x \cdot \frac{ds}{EZ} + \int \frac{\epsilon t \cdot f'(x)}{\sqrt{1 + [f'(x)]^2}} ds - W''}{\int \frac{\xi^2}{E\omega r^2} ds + \int \frac{x^2}{EZ} ds}$$

$$T = - \frac{\int \left[ (Q_0 - q) \cdot \frac{f'(x)}{\sqrt{1 + [f'(x)]^2}} - \frac{M_0}{r} \right] \frac{ds}{E\omega r} - \int M_0 \cdot \frac{ds}{EZ} - W'''}{\int \frac{ds}{E\omega r^2} + \int \frac{ds}{EZ}}$$

Na zasadzie równania (9) możemy napisać:

$$\frac{f'(x)}{\sqrt{1 + [f'(x)]^2}} = \frac{x - \xi}{r} \qquad \frac{1}{\sqrt{1 + [f'(x)]^2}} = \frac{\eta - f(x)}{r},$$

wskutek czego statycznie niewyznaczalne wielkości przyjmują postać

$$H = \frac{\int M_0 \eta \cdot \frac{ds}{E\omega r^2} + \int M_0 f(x) \cdot \frac{ds}{EZ} - \int (Q_0 - q) (x - \xi) \eta \cdot \frac{ds}{E\omega r^2} + \int \epsilon t \cdot \frac{\eta - f(x)}{r} ds + W''}{\int \frac{\eta^2}{E\omega r^2} ds + \int \frac{[f'(x)]^2}{EZ} ds}$$

$$Q_b = \frac{\int M_0 \xi \cdot \frac{ds}{E\omega r^2} + \int M_0 x \cdot \frac{ds}{EZ} - \int (Q_0 - q) (x - \xi) \xi \cdot \frac{ds}{E\omega r^2} - \int \epsilon t \cdot \frac{x - \xi}{r} ds + W''}{\int \frac{\xi^2}{E\omega r^2} ds + \int \frac{x^2}{EZ} ds}$$

$$T = \frac{\int M_0 \cdot \frac{ds}{E\omega r^2} + \int M_0 \cdot \frac{ds}{EZ} - \int (Q_0 - q) (x - \xi) \cdot \frac{ds}{E\omega r^2} + W'''}{\int \frac{ds}{E\omega r^2} + \int \frac{ds}{EZ}};$$

lub, wprowadzając znaczenia  $ds' = \frac{ds}{E\omega r^2}$  i  $ds'' = \frac{ds}{EZ}$  :

$$\left. \begin{aligned} H &= \frac{\int M_0 \eta ds' + \int M_0 f(x) \cdot ds'' - \int (Q_0 - q) (x - \xi) \eta \cdot ds' + \int \epsilon t \cdot \frac{\eta - f(x)}{r} ds + W''}{\int \eta^2 ds' + \int [f'(x)]^2 ds''} \\ Q_b &= \frac{\int M_0 \xi ds' + \int M_0 x ds'' - \int (Q_0 - q) (x - \xi) \xi ds' - \int \epsilon t \cdot \frac{x - \xi}{r} ds + W''}{\int \xi^2 ds' + \int x^2 ds''} \\ T &= \frac{\int M_0 ds' + \int M_0 ds'' - \int (Q_0 - q) (x - \xi) \cdot ds' + W'''}{\int ds' + \int ds''} \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (11).$$

Jeżeli nie zwrócimy uwagi na wpływ zmian temperatury i będziemy przypuszczali, że łuk nasz spoczywa na bezwzględnie stałych podporach, przy których  $W' = W'' = W''' = 0$ , to statycznie niewyznaczalne wielkości  $H$ ,  $Q_b$  i  $T$  przyjmują znacznie prostszą postać:

$$\left. \begin{aligned} H &= \frac{\int M_0 \eta ds' + \int M_0 f(x) ds'' - \int (Q_0 - q) (x - \xi) \eta ds'}{\int \eta^2 ds' + \int [f'(x)]^2 ds''} \\ Q_b &= \frac{\int M_0 \xi ds' + \int M_0 x ds'' - \int (Q_0 - q) (x - \xi) \xi ds'}{\int \xi^2 ds' + \int x^2 ds''} \\ T &= \frac{\int M_0 ds' + \int M_0 ds'' - \int (Q_0 - q) (x - \xi) ds'}{\int ds' + \int ds} \end{aligned} \right\} \dots \dots \dots (12).$$

# Wiatraki i zastosowanie ich do popędu elektrycznego.

Napisał Stanisław Wysocki, inżynier.  
(Ciąg dalszy do str. 526 w № 44 r. b.).

Inne straty pochodzą z obecności kilku śmig w niewielkich od siebie odstępach. Dotychczas mieliśmy do czynienia z płytkami przesuwanymi się w sferze pełnego wiatru. W wiatraku zaś śmig przechodząc przez strumień wiatru

przerzywa go, wprowadza pewne zakłócenie, tak, że śmig następna nie spotyka już wiatru normalnego i nie może wykonać pełnej pracy. Doświadczenia przeprowadzone w tej mierze dają nam następujące wyniki (tabl. IX).

Tablica IX.

Prędkość poruszania płytek $n$ . . . . .	2,4	2,2	2,0	1,6	1,2	0,8	0,4			
Kąt pochylenia $\gamma$ . . . . .	10°	11 <sup>1/4</sup> °	12 <sup>1/2</sup> °	15°	17 <sup>1/2</sup> °	20°	22 <sup>1/2</sup> °	30°	45°	
Praca $a$ {	teoretycznie (podł. wykresu) . . . . .	102	96	91	76	57	38	16	21	20
	przy płytkach wypełniających swą powierzchnią część koła {	93	85	77	62	49	36	12	—	—
	1/12 (czyli 2 śmig) . . . . .	77	73	71	62	52	38	14	—	—
1/6 (czyli 4 śmig) . . . . .	—	46	53	58	52	40	16	20	20	
1/3 (czyli 8 śmig) . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	

Widzimy zatem, iż przy większych prędkościach, mianowicie przy  $n > 1,2$  przypada na  $1 m^2$  tem więcej pracy, im mniej koło wiatraka wypełnione jest powierzchnią śmig. Innymi słowy, przy większej ilości śmig mamy większe straty. Na rys. 7 zestawiliśmy wykresy najwyższej pracy  $a$  jaką teoretycznie może wykonać płytka wklęsła (podług rys. 6) i wykresy rzeczywistej pracy takichże płytek przy wypełnieniu 1/12 części koła (czyli przy 2 śmigach), 1/6 koła (przy 4 śmigach) i 1/3 (przy 8 śmigach). W wykresach tych uwzględniliśmy straty spowodowane obecnością płaszczyzn oporu o powierzchni wynoszącej 1 1/2% powierzchni pracującej. Dla porównania umieściliśmy też wykres najwyższej teoretycznej pracy płytki płaskiej. Z zestawienia tych wykresów możemy przedewszystkiem wyprowadzić wniosek, iż płytki wklęsłe przy czterech względnie przy dwóch śmigach osiągają maximum pracy przy prędkości  $n = 2,4$ , natomiast przy ośmiu śmigach najwyższą pracę mamy przy  $n = 1,6$ . Można powiedzieć ogólnie, im więcej śmig, tem wolniej musi się obracać koło, by należycie spożytkować energię wiatru.

Jaka powinna być najwyższa prędkość obwodowa śmigi? Doświadczenia dowiodły, że wiatrak wykazuje najwyższą moc wówczas, gdy końce śmig wytwarzają największą pracę. A zatem krańcowa prędkość obwodowa dla wiatraka dwuśmigowego wzgl. czterośmigowego winna wynosić

$$n_{max} = 2,4,$$

dla wiatraka zaś ośmiośmigowego

$$n_{max} = 1,6.$$

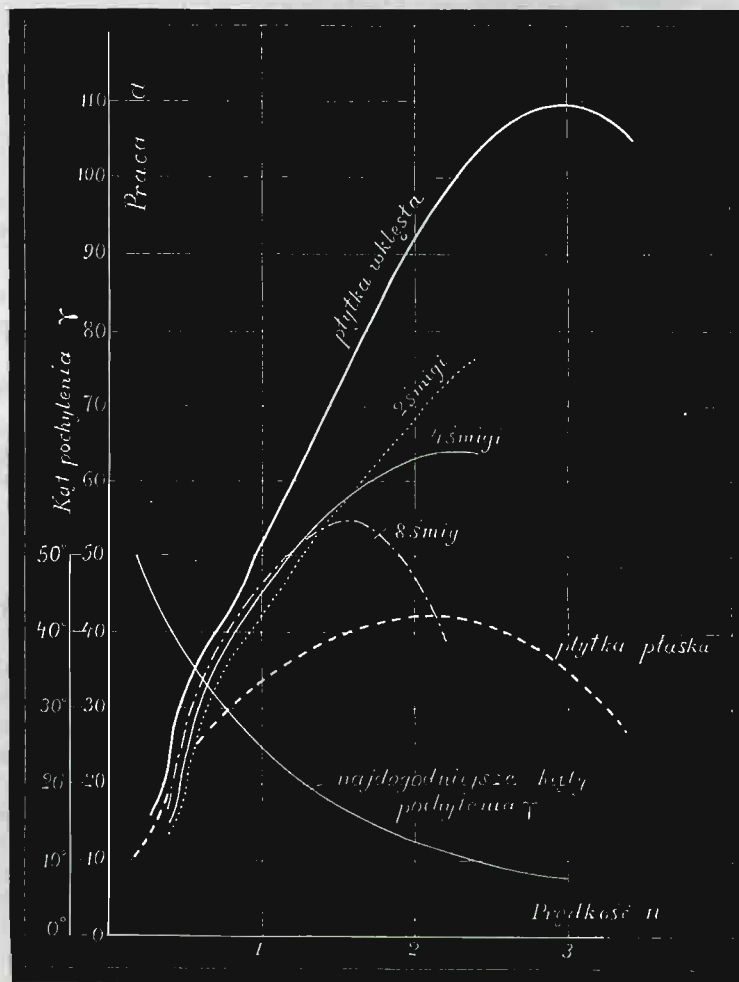
Porównajmy trzy wiatraki: 1) o 4-ch wąskich śmigach (czyli 1/12 powierzchni koła); 2) o 4-ch normalnych śmigach (czyli 1/6 pow. koła) i 3) o 8-iu śmigach (1/3 pow. koła). Zamiast dwuśmigowego wiatraka, który obracałby się bardzo nierównomiernie (przy każdym bowiem obrocie śmiga przechodząc koło budynku uwalnia się od działania wiatru) wybraliśmy wiatrak z czterema śmigami o połowę węższymi. Jeżeli przypuścimy jednakową długość śmig we wszystkich trzech wypadkach, to prędkości odnosić się będą, jak 25 : 24 : 16, a wydajności (bez uwzględnienia strat), jak 9 : 16 : 24. Lepiej jednak będzie porównać ze sobą wiatraki przy jednakowej mocy.

Wiatrak o	Długość skrzydeł	Powierzchnia skrzydeł	Krańcowa prędkość obwodowa	Ilość obrotów w jed. nakowym czasie
4-ch śmigach wąskich . . . . .	32,6	0,67	2,4	15
4-ch śmigach normalnych . . . . .	24,4	0,75	2,4	20
8-iu śmigach . . . . .	20,0	1,00	1,6	16

Wybór jest, zdaniem prof. LA COUR'A, nie trudny. Oddając pierwszeństwo zwykłemu wiatrakowi czterośmigowemu nad ośmiośmigowym, zyskujemy kosztem nieznacznego powiększenia długości śmig (22%) nie tylko na ilości obrotów, lecz i na prostocie budowy. W porównaniu zaś z wąskośmigowym wiatrakiem nasz ma znaczną przewagę wskutek krótszych

skrzydeł i większych obrotów. Nadto, wiatrak o śmigach wąskich miałby stosunkowo większe płaszczyzny oporu i co za tem idzie, większe straty. Dochodzimy więc do wniosku, że najodpowiedniejsze wiatraki są czterośmigowe, t. j. takie, jakie ludzkość od dawna już buduje na mocy swego wieko-

Praca a śmig wiatraka.



Rys. 7.

wego doświadczenia. Inna rzecz jednak, że wiatraki dotychczasowe pod względem konstrukcyi śmig dalekie są od doskonałości technicznej.

Jaką powinna być budowa śmigi? Na rys. 6 odnaleźliśmy najdogodniejsze kąty pochylenia  $\gamma$  dla każdej prędkości  $n$ . Wyniki te zestawiliśmy powtórnie w postaci wykresu na rys. 7. Dla otrzymania najwyższej mocy wiatraka wypadłoby zatem dać na końcu śmigi, t. j. przy prędkości  $n = 2,4$  kąt  $\gamma = 10^\circ$ , a następnie zwiększać ten kąt do  $60^\circ$  a nawet  $70^\circ$ . W praktyce jednak dla ułatwienia budowy śmigi wypada za dowolnie się mniejszym kątem w pobliżu osi, mianowicie kątem  $\gamma = 25^\circ$ . Przytem pożądanym jest, by tylko szersza część śmigi zmieniała swe pochylenie, węższa zaś utrzymywała kąt

stały. Wskutek tego, naturalnie, śmigła na całej swej długości nie będzie jednakowo zgięta. Rys. 8 przedstawia przecięcie takiej śmigły w czterech punktach; 0 — oznacza przecięcie na końcu śmigły, 3 — w pobliżu osi. Widzimy, że w pobliżu osi śmigła jest zupełnie płaska, a zgięcie wzrasta stopniowo od 180° do 164°. Znaczne uproszczenie zyskujemy tu kosztem małych strat, gdyż w pobliżu osi (t. j. przy małych prędkościach  $n$ ) powierzchnie zgięte oddają nie wiele więcej pracy niż płaszczyzny (rys. 7). Jeszcze jeden szczegół konstrukcyjny należy omówić. Śmigła powinna wypełniać swą powierzchnią tylko  $\frac{3}{4}$  długości i wszędzie być jednakowo szeroką. Co do pierwszego, to przy osi mamy tak małą wydajność, iż nie opłaca się środka koła wypełniać więcej, tem bardziej, że budynek zasłania go od działania wiatru. Co zaś do szerokości śmigła, to na końcach szerokość ta nie może być zbyt wielką dla wytrzymałości mechanicznej, a przy osi jedynie ze względu na wydajność pracy. Dając na całej długości jednakową szerokość, np.  $\frac{1}{4}$  promienia koła, mamy wypełnioną na obwodzie  $\frac{1}{12}$  powierzchni, a na środku śmigły  $\frac{1}{6}$ . Wypada zatem, iż końce śmigła pracują jak wiatrak czterokrzydłowy, a środki — jak ośmiokrzydłowy. Obawy, że przez to traci się na mocy są jednak nieuzasadnione; przedewszystkiem zyskujemy tu na powierzchni, a przytem, jak widać z tablicy IX, przy prędkości obwodowej  $n = 1,2$  (t. j. na środku śmigły) przypada na  $1 m^2$  jednakowa ilość pracy zarówno w czterościgowym jak i w ośmiścigowym wiatraku.

Prof. LA COUR podaje następujący opis wiatraka wzorowego, czyli jak go nazywa „idealnego“:

- 1) 4 śmigły z jaknajmniejszymi płaszczyznami oporu.
- 2) Szerokość śmigły wszędzie jednakowa i wynosząca  $\frac{1}{4}$  promienia.
- 3) Płaszczyzna śmigły rozpoczyna się na odległości  $\frac{1}{4}$  promienia od osi.
- 4) Przecięcie śmigły — linia zgięta na  $\frac{1}{4}$  swej długości; strzałka zgięcia 4% cięciwy; największe zgięcie na końcu skrzydła, przy osi zaś — linia prosta.
- 5) Kąt pochylenia cięciwy do płaszczyzny koła wynosi na końcu śmigły 10°, a w miarę zbliżenia do osi wzrasta stopniowo do 22°.
- 6) Prędkość obwodowa 2,4 razy większa niż prędkość wiatru.
- 7) Moc takiego wiatraka, po uwzględnieniu strat przy  $1\frac{1}{2}\%$  powierzchni oporu, wypada średnio 60  $gm/sec$  na  $1 m^2$ , zatem

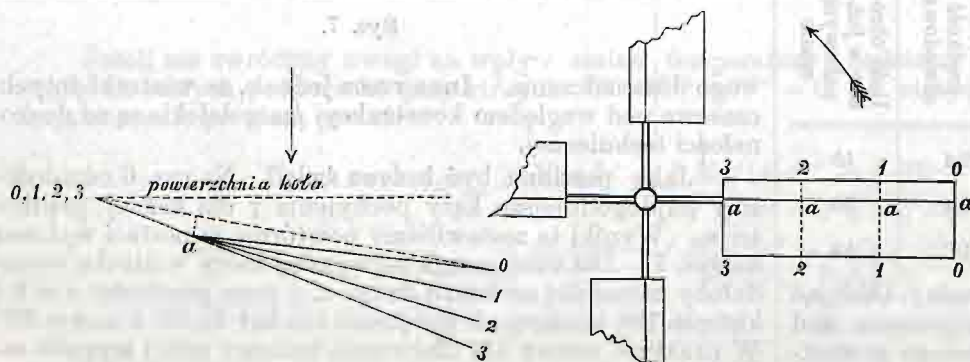
$$a = 60,$$

czyli

$$A = \frac{60 \cdot F \cdot W^3}{1000 \cdot 75} = \frac{F \cdot W^3}{1250} \text{ k. p.} \dots (8).$$

Trudno się zgodzić z prof. LA COUR'EM że jego wiatrak jest „ideałem“ silnika wiatrowego. Najwyżej można uznać go za wzór wiatraka czterościgowego. Jedną ze stron ujemnych tej maszyny wykazuje już sam LA COUR. Jest to trudny rozped. Jeżeli porównamy obciążony wiatrak „wzorowy“ z amerykańskim, to zauważymy, iż przy wzmagającym się wietrze pierwszy daleko później zaczyna się obracać niż drugi, a gdy wiatr osłabnie, wcześniej przestaje pracować. Ażeby wyjaśnić to zjawisko, obliczmy siłę popędu przy płytkach płaskich i zgiętych. Siłę tę otrzymamy z tablic VI i VIII, dzieląc pracę  $a$  przez prędkość  $n$  (tabl. X i XI).

Przecięcie śmigły



Rys. 8.

Tablica X.

Siła popędu płytek płaskich.

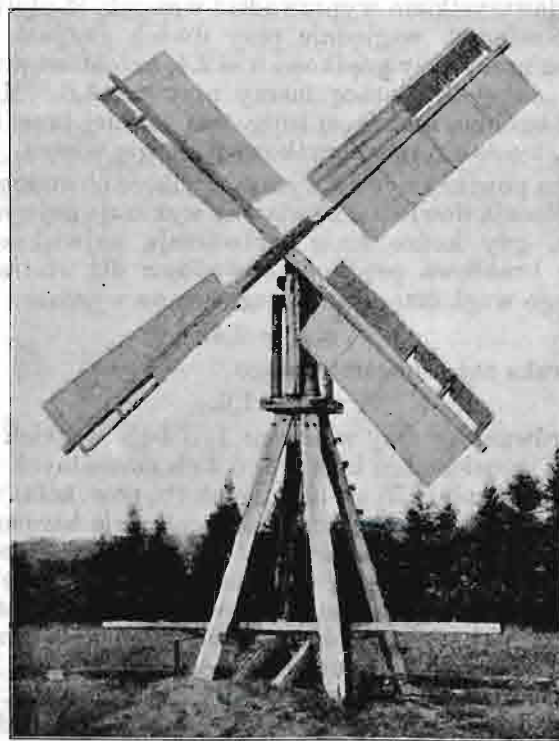
Prędkość $n$	Kąt pochylenia $\gamma$					
	10°	20°	30°	40°	50°	70°
0	13,1	25,7	37,7	48,4	56,6	38,3
0,2	13,4	26,6	38,9	48,3	48,5	14,0
0,8	19,5	35,4	34,1	19,8	0,9	—
1,0	21,8	33,6	25,7	8,1	—	—
1,4	23,1	25,6	9,4	—	—	—
1,8	21,2	17,4	—	—	—	—
2,2	18,4	7,1	—	—	—	—
2,6	15,4	—	—	—	—	—
3,0	11,6	—	—	—	—	—
3,8	1,0	—	—	—	—	—

Tablica XI.

Siła popędu płytek zgiętych.

Prędkość $n$	Kąt pochylenia $\gamma$					
	10°	20°	30°	40°	50°	70°
0	13,0	25,7	37,8	52,7	66,6	51,8
0,2	14,0	27,0	43,0	57,0	57,5	26,5
0,8	29,0	47,9	49,9	35,6	9,0	—
1,0	35,1	49,1	44,3	21,1	—	—
1,4	41,8	46,8	24,8	—	—	—
1,8	44,4	37,0	—	—	—	—
2,2	44,1	23,0	—	—	—	—
2,6	40,5	5,3	—	—	—	—
3,0	34,0	—	—	—	—	—
3,8	17,7	—	—	—	—	—
4,2	4,8	—	—	—	—	—

Wiatrak z płytkami ruchomymi.



Rys. 9.

Płytki płaskie przy pochyleniu 40°, jakie mamy w wiatrakach amerykańskich, posiadają najwyższą siłę popędu w stanie spoczynku, płytki zaś zgięte przy małych kątach pochylenia mają w stanie spoczynku niewielką siłę popędu, która wzrasta dopiero przy zwiększeniu prędkości. Tłumaczy to nam w zupełności opisane wyżej zjawiska. Nie należy jednak poczytywać trudnego rozruchu za zbyt wielką wadę wiatraków systemu LA COUR'A. Przedewszystkiem przy maszynach obsługiwanych, jak młyny, tartaki, sieczkarnie, szlifiernie i t. d. zawsze można wiatrak puścić w ruch luzem, a następnie regulować obciążenie stosownie do siły wiatru. Powtóre, przy pędzeniu prądnic obciążenie reguluje się samo przez się: przy biegu wolniejszym wiatraka mamy mniejsze napięcie i mniejsze zapotrzebowanie

energii elektrycznej. To też wiatrak LA COUR'a z prądnicą daje się wprawić w ruch równie łatwo, jak wiatrak amerykański. Tylko przy pompach natrafiamy na trudności; wiatrak czterokrzydłowy rusza dopiero przy silnym wietrze, gdy tymczasem amerykański pompuje przy najslabszym. I temu jednak można zaradzić, gdy zrobimy śmigły z płytek ruchomych. W stanie spoczynku płytki same przez się (dzięki ciężarkom) nastawiają się na kąt pochylenia 44°, przez co siła popędu powiększa się trzy razy. Następnie, dzięki sile odśrodkowej płytki przekręcają się i kąt pochylenia stopniowo się zmniejsza, dopóki nie osiągnie swej normalnej wielkości. Wiatra-

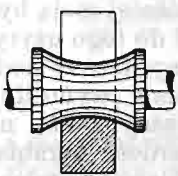
ki takie (rys. 9) wprawiają się w ruch równie łatwo jak amerykańskie i w praktyce (np. w Skibelund w Danii) okazały się bardzo dobre.

Na tem właściwie kończy się teoria wiatraków LA COUR'a. Szkoda, że nie poprowadzono jej dalej, że nie zbadano gruntownie wiatraka wielośmigowego. Namnożyło się tyle systemów i ustrojów tych maszyn, że bez ścisłych doświadczeń niepodobna wyrobić sobie zdania o ich wartości. Podług LA COUR'a, wiatrak czterośmigowy pod wieloma względami przewyższa amerykański. Zdanie to jest jednak gołosłowne, nie poparte doświadczeniami. (C. d. n.)

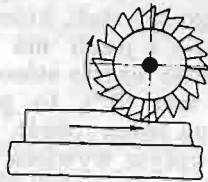
## Cechy zasadnicze przemysłu maszynowego w Stanach Zjednoczonych Ameryki Północnej.

(Dokończenie do str. 501 w № 42 r. b.)

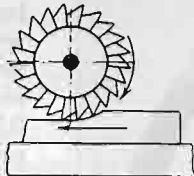
Amerykanie gnani ciągle dążeniem do coraz większego zaoszczędzania tak drogiego u nich czasu, nie cofają się przed żadnymi wydatkami, które to mają na celu i wolą poświęcić nieraz jeden lub więcej dość kosztownych frezów, ulegających przy próbach zupełnemu zniszczeniu, aniżeli pracować przy



Rys. 11.



Rys. 12.



Rys. 13.

pewnej prędkości, wiedząc, a przynajmniej przypuszczając, że ona znacznie zwiększoną być może. Toż samo odnosi się i do sprawności maszyny, która ze wzrastaniem prędkości przesuwu narzędzia (zwłaszcza przy obróbce z gruba) zwiększa swą wydajność, granicą zaś tu jest ta prędkość, przy której pas ślizgać się zaczyna. Dawniej prędkość obwodowa frezów wynosiła 6 — 18 m/min., od czasu jednak wprowadzenia w użycie odmian stali pozwalających na znaczne zwiększenie tej prędkości obrotowej<sup>1)</sup>, często daje się spotkać obecnie 30 m/min., a nawet więcej, przy czem prędkości większe odno-

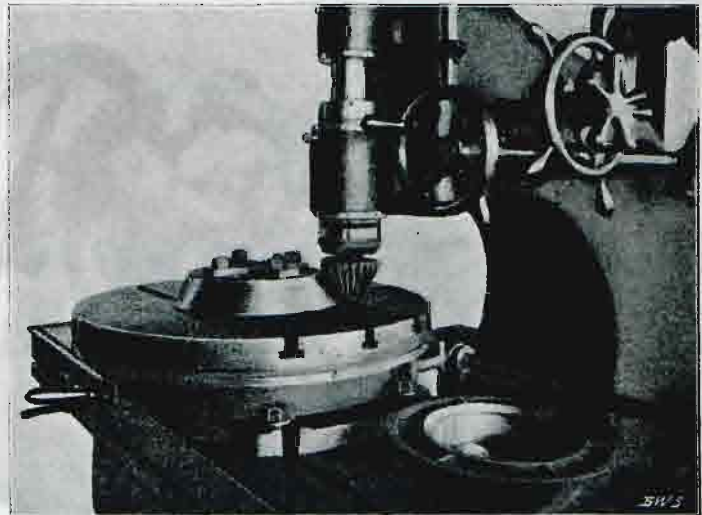
szą się zawsze do mniej twardych metali i płytszego zanurzenia. To ostatnie stoi w związku z samem obrabianiem, naj-

*Gwinciarzka frezowa;*

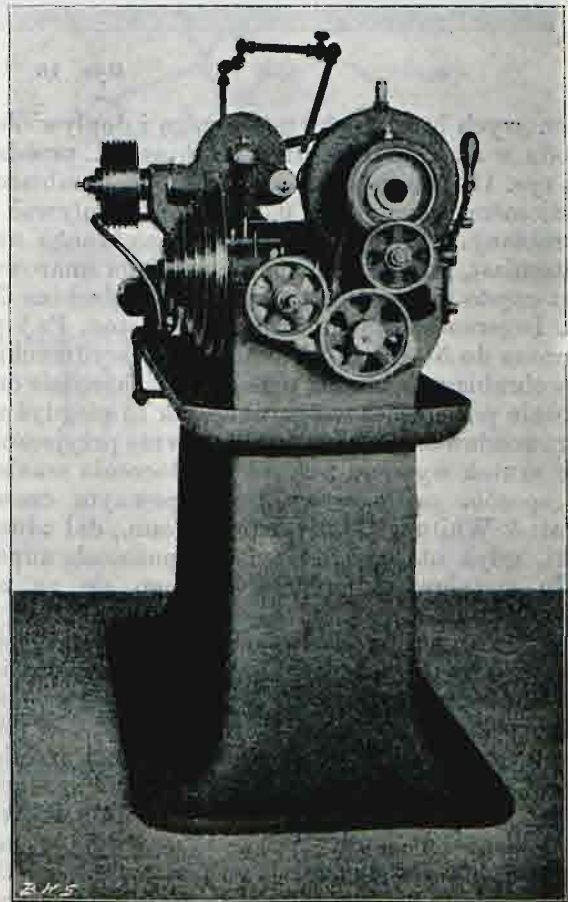
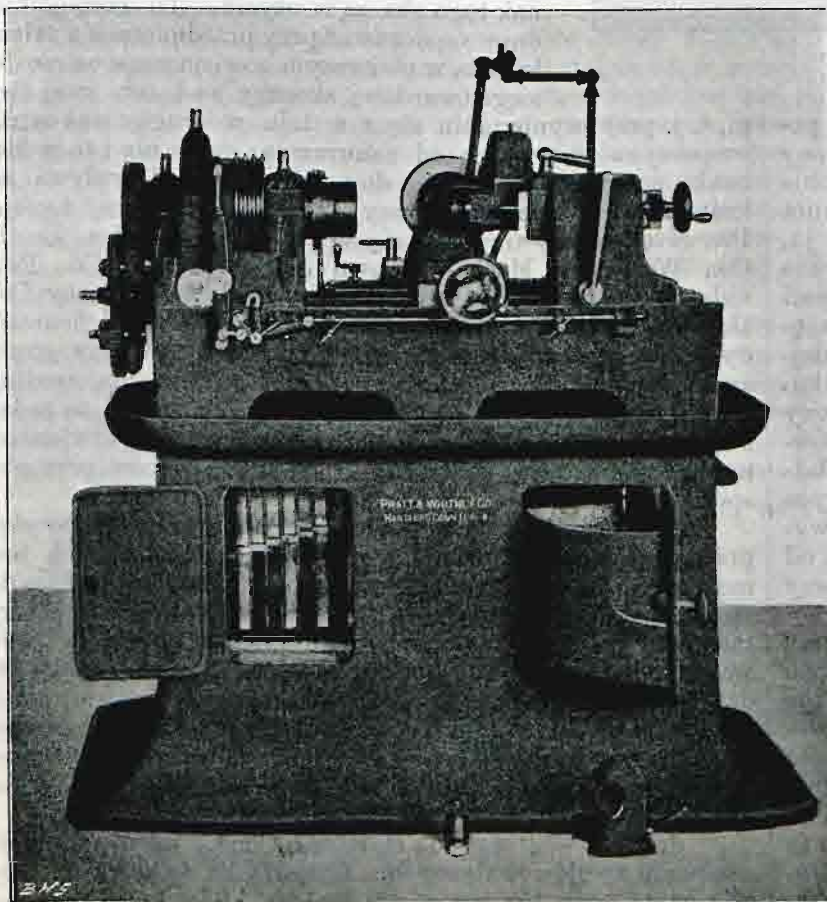
Pratt & Whitney Co., Hartford, Conn.

*Frezowanie okrągłe;*

Becker-Brainard Milling Machine Co., Hyde-Park, Mass.



Rys. 14.

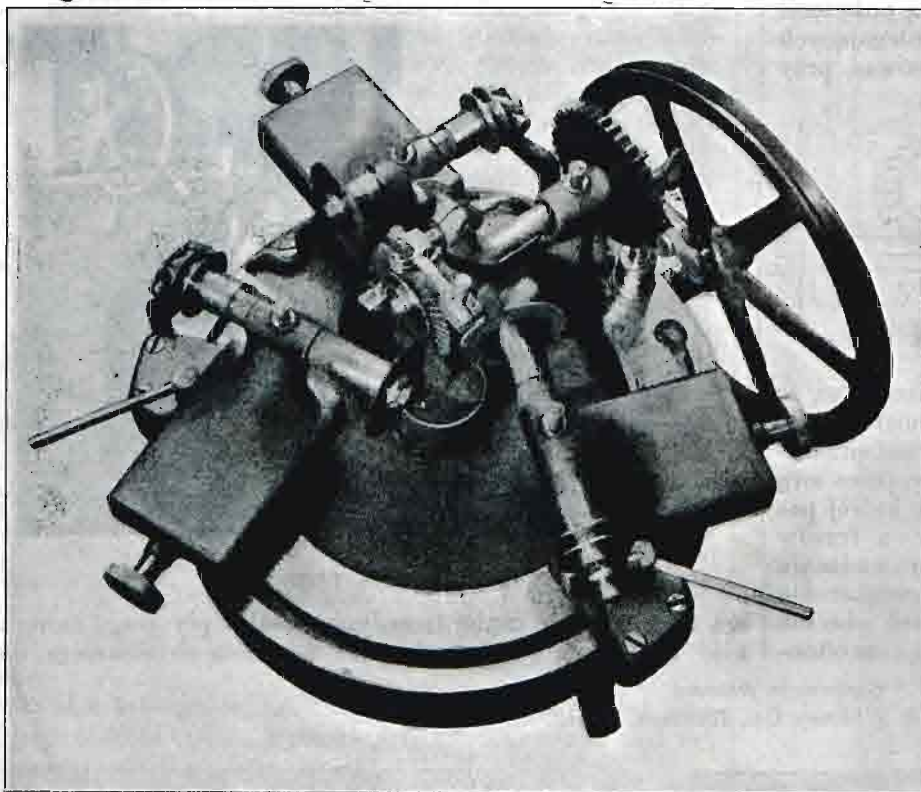


Rys. 15.

<sup>1)</sup> Por. *Przeł. Techn.* 1903 r., № 18, str. 272.

mniejsze bowiem jest zawsze przy wykończaniu (gładzeniu) i wtedy wynosi średnio 0,25 mm, przy obrabianiu z gruba zaś zdarza się 1,6—3,2 mm, a przy grubych robotach, w których dokładność nie stanowi najgłówniejszego warunku, dochodzi do 6,4 mm. Trzecim czynnikiem na koniec jest przesuw freza, który wynosi od 32 do 154 mm/min., choć dość często obecnie znacznie przekracza tę wyższą granicę. Lecz zbyt wielkie przesuw freza posiadają znaczne niedogodności i wywołują utrudnienia w robocie, raz z powodu silnego nagrzewania się freza i następnie z powodu trudności usuwania gromadzących się opiłków, wtedy więc radzą sobie puszczeniem na frez cieczy chłodzącej, np. oleju, często o tak silnym strumieniu, że zarazem wszystkie odpadki fałą uniesione zostają. Przy wyborze frezarek o wrzecionach poziomych lub

*Szlifierka do frezów gwinciarce;*  
Pratt & Whitney Co., Hartford, Conn.



Rys. 16.

pionowych brać należy pod uwagę i dopływ oleju; z tego powodu w Cincinnati Milling Machine Co., przedmiot pokazany na rys. 11, słusznie frezowany jest na obrabiarce o wrzecionie poziomym, ażeby olej mógł z góry spływać na przedmiot obrabiany. Przy obrabianiu żelaza lanego unika się oleju, natomiast, gdy obrabianie nie wymaga smarowania, używane jest często (np. w Cincinnati Milling Machine Co., Cincinnati O., Ingersoll-Sergeant Drill Co., Easton, Pa.) powietrze zęszczone do 5—6 atm. ciśnienia, które wydmuchiwane na skutek obrabiania ochładza przedmiot i narzędzie oraz usuwa skutecznie powstające wióry, choć, jak to niegdyś zauważył inny sprawozdawca (HARTMANN), nierównie przyjemniejszy i zdrowszy skutek wywiera zastąpienie tłoczenia ssaniem. Ten ostatni sposób, zastosowany przed pewnym czasem w fabryce Pratt & Whitney Co., Hartford, Conn., dał zdumiewające wyniki, gdyż otaczające powietrze pozostało zupełnie wolne od pyłu metalowego, wydobywającego się na zewnątrz przy dmuchaniu.

Co do wzmiankowanych już prędkości cięcia, rozpatrzmy się w danych niektórych pierwszorzędnych amerykańskich zakładów przemysłowych. Tak np. w fabryce Brown & Sharpe Mfg. Co., Providence, R. J., stosowane są prędkości obwodowe frezów od 9 do 30 m/min. (30 do 100'/min.) dla żelaza i stali, a dwa razy większa prędkość dla mosiądzu. Przesuw zmienia się w granicach od 0,076 do 9,5 mm (=0,003" do 3/8") na jeden obrót freza. W pewnym wypadku firma ta zastosowała do żelaza lanego frez o średnicy 102 mm i długość w kierunku osi 305 mm (=1'), który pracował przy zagłębianiu cięcia 3,2 mm (=1/8"), przesuwie 254 mm/min.

(=10'/min.), czyli 0,83 mm (=0,33") na obrót; po przeprowadzeniu przeto odpowiedniego obliczenia przekonamy się, że w ciągu godziny zbierał około 110 kg opiłków.

W zakładach Pratt & Whitney Co., Hartford, Conn.; dość zwykłą prędkością obwodową jest 30 m/min. (=100'/min.), przy czym przesuw zmienia się w granicach od 102 do 152 mm/min. (=4" do 6"/min), a w jednym wypadku przy obrabianiu żelaza lanego osiągnięta została niebywała dotąd prędkość obwodowa 72 m/min. (=240'/min.).

Cincinnati Milling Machine Co., Cincinnati O., podaje następujące granice prędkości obwodowej przy obrabianiu różnych metali: żelazo lane 12—15 m/min. (=40—50'/min.); stal 6—9 m/min. (=20—30'/min.); żelazo kowalne 9—10,5 m/min. (=30—35'/min.); mosiądz 18—21 m/min. (=60—70'/min.).

Prędkość przesuwu freza posuwają tak daleko jak wytrzymać jest w stanie i aż do ślizgania się pasa, wyjątkiem tu są te tylko wypadki, gdy wymagana jest wielka czystość i dokładność wykonanej pracy (np. dobre przystawanie dwóch oddzielnych części); mają być obrabiane powierzchnie łożyskowe przedmiotów z żelaza lanego lub stali, które później mają być wygładzane i jeżeli ma być do tego użyty, zresztą dość często stosowany frez o średnicy 76 mm (3"), to przesuw wynosiłby 0,76 mm na jeden obrót. Ważny także na przesuw wpływ wywiera twardość obrabianego materiału. Jeżeli obrabiane jest żelazo kowalne lub stal, zwykle pomaga prężenie w skrzyniach wypełnionych opiłkami żelaznymi i nader powolne studzenie; przy odlewach żelaznych natomiast, które, jak wiadomo posiadają zawsze twardszą skorupę, starają się ją zobojętnić bądź przez wykwaszanie, bądź też środkami mechanicznymi.

Jeden tylko sporny nie został dotąd stanowczo rozstrzygnięty, mianowicie kierunki obrotu freza i przesuwu, które są pokazane na rys. 12 i 13. Prostem rozumowaniem da się dowieść, że pierwszy jest właściwy, drugi zaś nie, co się streszcza tak, że ostrza freza powinny iść na spotkanie przedmiotu a nie z nim razem, pomimo jednak tego oba są w użyciu. To szczególnie daje się czuć przy przedmiotach z żelaza lanego, w pierwszym bowiem razie ostrze osiąga twardszej skorupy na końcu swej drogi, t. j. przy wynurzaniu się z metalu, w drugim zaś ostrze rozpoczyna swą pracę od zanurzania się w nią i to w kierunku prawie prostopadłym do powierzchni, co wpływa na krótszy okres zdolności pracy freza, gdyż prędzej tępieje. Pierwszej zasady trzymają się np. zakłady Prentice, Broth. Co., Worcester, Mass. i Brown & Sharpe Mfg. Co., Providence R. J., drugiej zaś zakłady Pratt & Whitney Co., Hartford Conn., American Lokomotyw Works, Schenectady N.-Y. Ostatnia fabryka twierdzi nawet, że przy cięższych robotach ten sposób działania, według rys. 13, daje wyniki korzystniejsze. Szkoda tylko, że żaden z zakładów nie podaje wartości porównawczych stwierdzonych liczbami czasu trwania jednakowych frezów przy obu sposobach ich użycia.

Frezowanie na okrągło w Ameryce rzadziej się spotyka, przez co i zapotrzebowanie maszyn do tego służących jest mniejsze. Becker-Brainard Milling Machine Co., dodaje do swoich frezarek o wrzecionie pionowym stół obrotowy, który może samoczynnie się obracać. Na rys. 14 pokazano frezowanie w ten sposób przedmiotu okrągłego. Fabryka twierdzi, że robota ta może być wykonana trzy razy prędzej aniżeli na tokarce. W danym wypadku istnieje jeszcze ta dogodność, że zapomocą jednego freza można obrobić obie stykające się ze sobą części, przez co ich przyleganie jest bardzo dokładne.

Pratt & Whitney Co., Hartford, Conn., stosuje frezy do nacinania zwojów śrubowych. Gwinciarce frezowa do tego celu użyta (rys. 15) posiada postać zwykłej tokarki pociągowej z kołami zębatymi na zmianę, stosownie do skoku; w po-

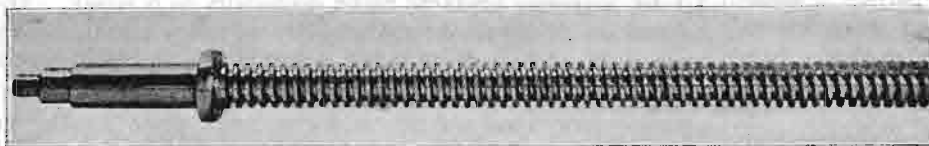


nośniku jednak zamiast zwykłego noża umieszczony jest frez do nastawiania na różne pochylenia. Frez wycina zwoj odrazu na całą głębokość. Jeden robotnik może kilka takich obrabiarek obsługiwać; wprawni tokarze do wycinania zwojów stają się zbyteczni; frezy jednak są drogie, a od ich dokładności zależną jest dobroć roboty. Robota jest samoczynna,

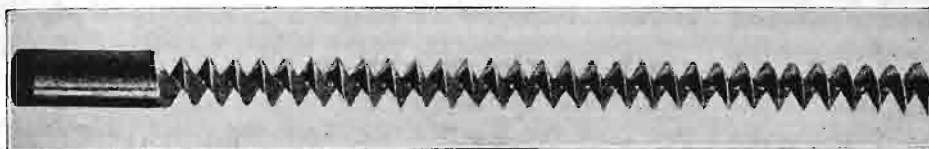
dzaje zwojów wyciętych na rzeczony obrabiarce<sup>1)</sup>. Przytem i to dodać należy, że wstrzymanie ruchu ponośnika odbywa się samoczynnie przez odpowiednie nastawienie.

Prędkość obwodowa freza jest dość znaczna, gdyż wynosi 23—30 m/min. (= 76 — 100'/min.), a i tę mają nadzieję jeszcze zwiększyć, używając nowszych odmian stali. Przesuw

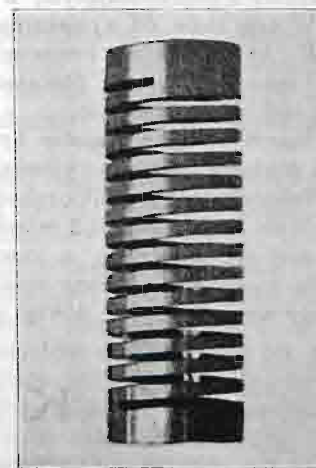
Przedmioty frezowane na obrabiarce z rys. 15.



Rys. 17.



Rys. 18.



Rys. 19.

a mając na uwadze jej właściwości, frez musi być odpowiednio zbudowany; ostrza jego zębów są naprzemian prawe i lewe, za wyjątkiem jednego, który posiada ostrze obustronne, a to w celu możności sprawdzenia kształtu, z czego się okazuje, że frez taki nie daje się zbyt łatwo wykonać, tem zaś wyjaśnia się, że do ostrzenia użyta jest szlifierka zaopatrzona w trzy krążki szmerglowe (rys 16).

O zdolności wykonywania podobnych robót przez gwinciarke frezową poważymy najlepsze wyobrażenie z przedmiotów pokazanych na rys. 17, 18 i 19; widzimy tu trzy ro-

jest zależny od zamierzonej czystości (gładkości) wykonania i zmienia się od 305 mm/min. (najmniej staranne) do 229 mm/min. (najstaranniejsze). —sk—

<sup>1)</sup> Pomysł wycinania zwojów zapomocą frezów nie jest zresztą nowy, stosowany był już od dawna przy wyrabianiu korkociągów i innych śrub o słabym rdzeniu. (Por. Karmarsch u. Heeren, Techn. Wörterbuch, t. VIII, 1885, str. 25, oraz patenty niemieckie № 12265 z r. 1880 i № 53836 z r. 1890). W nowszych czasach firma angielska John Holroyd & Co., Rochdale, wyrabia odpowiednie do tego celu obrabiarki (Por. Engineering z d. 9 lutego 1900 r. str. 186).

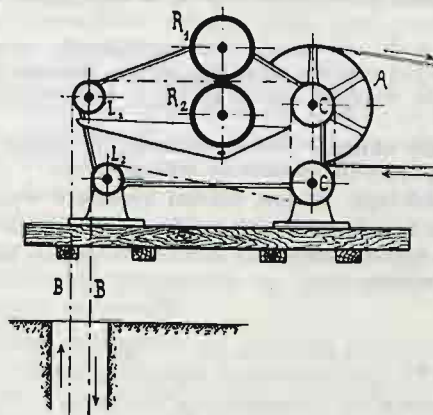
## Wiadomości techniczne i przemysłowe.

### Nowy sposób wydobywania cieczy zanieczyszczonych z głębokości znacznych.

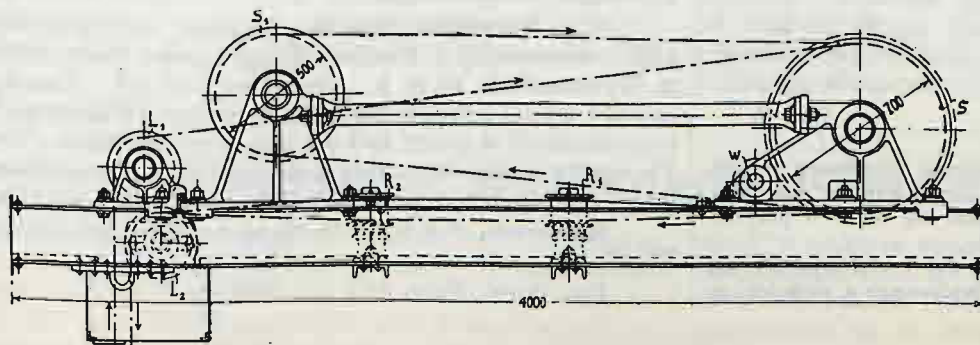
LEINWEBER, biorąc pod uwagę, że wiele cieczy z powodu swej gęstości, zanieczyszczeń okruchami ciał stałych i t. p. pompowaniu się opiera, sprawność zaś czerpaków tłoczkowych jest bardzo niewielka, przyrządy wreszcie takie do wydobywania ropy naftowej i innych cieczy gęstych ze znacznych głębokości nie zawsze użyć się dają, zastosował prawo włoskowatości (co i u ludów wschodnich jest znane). Jeśli bowiem w ciecz dowolną zanurzymy przedmiot włóknisty, np. płachtę wełnianą, to płachta ta na podstawie włoskowatości włókien, wessie w siebie znaczną ilość cieczy, która jest tem większa, im włókna są swobodniejsze.

LEINWEBER więc, stosownie do średnicy otworu i jego głębokości, stosuje taśmę konopną bez końca 90 mm (lub więcej) szerokości i około 80 mm grubości, sięgającą do dna studni i na niej naszywa jednostronnie taśmę węższą z pluszu o włóknach swobodnych, dostatecznie długich (około 20 mm); a zawiesiwszy na krążkach — co jest na rys. 1 schematycznie pokazane — puszcza w ruch.

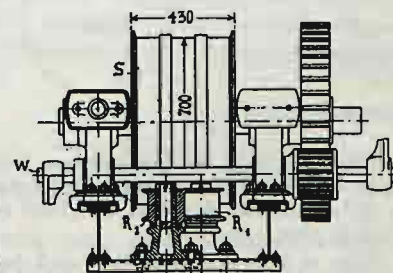
Taśma, utworzona w sposób podany, spoczywa na dwóch krążkach  $L_1$  i  $L_2$ , zawieszonych nad kopalnią (studnią), a nawinięta dwa razy



Rys. 1.



Rys. 2.



na inną parę krążków  $CC$  odbiera ruch od przewodu  $A$ . Podczas ruchu połowa taśmy obniża się, a napotkawszy ropę w dole, nasycza się nią dostatecznie i w takim stanie wznosi się ku górze, nie wiele po drodze utracając ze swej zawartości. Wydobywszy się wreszcie na powierzchnię ziemi taśma, wchodzi pomiędzy dwa dostatecznie siebie bliskie walce  $RR$ , które, w podstawione koryto wyciskają z niej prawie całą ilość cieczy, skąd ona spływa do zbiornika.

Rys. 2 wyobraża ustrój zastosowany w Borysławiu, w zasadzie jednakowy z poprzedzającym, a różniący się jedynie w szczegółach. W tym razie do wyciskania ropy z pluszu służy krążek pionowy  $R_2$ , który, będąc w bezustannem zetknięciu ze stroną ssącą (pluszową) taśmy, obciążoną dostatecznie swym własnym ciężarem, wyciska z niej olej doszczętnie.

W marcu r. b. wykonane były próby z tym przyrządem: Użyteczna średnica otworu wynosiła 210 mm, głębokość studni 280 m. Wskutek braku silnika robota była ręczna, przyczem osiągnięto prędkość największą 0,2 m/sek.; zwieszające się zaś części robocze taśmy nie płały się, a nawet ich wygląd wskazywał, że nigdzie nie zaczepiały o ściany studni. Ilość oleju wyciśniętego z 1 m taśmy wynosiła 415 g, a więc na godzinę 300 kg; ta zaś ilość

byłaby nierównie większa, gdyby nie różne przeszkody miejscowe: taśma bowiem wciąż była pokryta śniegiem i lodem, zagłębiała się przeto w stanie silnie nawilżonym a zapewne i zmrożonym, znaczna zaś część oleju wskutek urządzenia wadliwego, spływała z powrotem do kopalni.

Doświadczenia wstępne z taśmą 100 mm szeroką, wykonane w celu przekonania się o sprawności przyrządu, dowiodły, że ilość wyciśniętego oleju z 1 m taśmy zawierała się w granicach 0,25—1,1 kg, przyczem prędkość ruchu dochodziła do 5 m/sek. Dla głębokości studni nie przekraczającej 500 m, taśmy konopne są wystarczające, dla głębszych zaś taśmy z drutów stalowych są zalecane.

Z powyższych danych okazuje się, że wydajność zależy od gęstości cieczy i stopnia jej zanieczyszczenia przez piasek, tudzież od szerokości taśmy, szerokości nakładki pluszowej, wreszcie od prędkości ruchu. Biorąc zaś pod uwagę, że zwieszające się części taśmy są jednakowe, równoważą się one wzajemnie: silnik przeto oprócz pokonania oporu tarcia, ma za zadanie wzniesienie słupa cieczy wsiąkniętego we włókna, na wysokość wskazaną.

(D. p. J. № 31 r. b., str. 486)

—sk—

## KRONIKA BIEŻĄCA.

**Z trustów amerykańskich.** Zrzeszeniom bogaczy amerykańskich, mającym na celu wyzysk ogółu, starano się zapobiedz przez utworzenie towarzystw współzawodniczych; wobec jednak kapitałów olbrzymich jakie zrzeszenia mają do swego rozporządzenia, środek ten okazał się bezskutecznym. Wtedy to na wniosek Elkins'a ustanowiono prawo, na mocy którego, wszechpotężnym zrzeszeniom handlowym zabrania się żądania od dróg żelaznych ulg przy przewozie towarów różnych, poniżej norm zatwierdzonych.

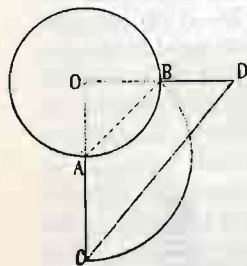
Na zastosowanie prawa czekano nie długo: Standard Oil Co. in Indiana, stanowiący jeden z licznych oddziałów stowarzyszenia naftowego pod firmą „Standard Oil C., New Jersey“, w czasie od 1 września r. 1903 do 1 marca r. 1905, dostarczyła do składów w East St. Louis 1903 ładunki nafty oczyszczonej, płacąc za przewóz 6 ct. za 100 f., gdy tymczasem inni zgodnie z taką samą tawar płacili 16 ct. za 100 f. Sąd związkowy w Chicago widząc w 1462 wypadkach pogwałcenie prawa, skazał rzeczono stowarzyszenie naftowe na zapłacenie 29,2 milionów dolarów kary, t. j. 20000 dol. za każdy raz. Nadto powołano sąd wyższy (Grand Jury), któremu powierzono zbadanie o ile dr. żel. Chicago i Altan działały w porozumieniu z towarzystwem naftowym.

Przeciwko zapłaceniu sumy tak wysokiej towarzystwo naftowe założyło apelację, a choćby nawet tego nie uczyniło, to i tak strat dotkliwych nie poniesie. Towarzystwo bowiem naftowe główne Standard Oil Co. w New-Jersey, w którego posiadaniu znajduje się 85% wszystkich kopalni, osiągnęło w r. 1903—1905 czystego dochodu 199,8 mil. dol., i z tej sumy 125 mil. rozdzieliło między stowarzyszonych; do umorzenia zaś kary cenę ropy zamierza obniżyć o  $\frac{1}{4}$  ct., a naftę oczyszczoną podwyższyć o 1 ct. w tej nadziei, że to ogół ludności pokryje.

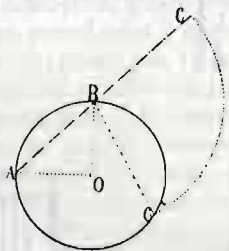
Z tego powodu nakładanie kar pieniężnych uważają za bezcelowe, natomiast już obecnie skłaniają się do karania dotkliwiej, np. przez pozbawienie wolności kierowników i przywódców towarzystw podobnych.

**Prostowanie okręgu.** Do wyprostowania okręgu posługują się zazwyczaj następującymi sposobami wykreślnymi:

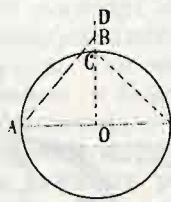
1) Gdy  $AB$  (rys. 1) jest bokiem kwadratu wpisanego w koło o promieniu  $r = 1$ , zaś  $AC = AB$  i  $BD = OB = r$ , to  $CD^2 = 2^2 + (1 + \sqrt{2})^2 = 9,8284$ , zatem  $CD = 3,1350$  różni się od  $\pi$  w przybliżeniu o  $\frac{1}{5}\%$  in minus.



Rys. 1.



Rys. 2.



Rys. 3.

2) Gdy  $AB$  (rys. 2) jest bokiem kwadratu wpisanego w koło o promieniu  $r = 1$  i  $BC$  — bokiem trójkąta wpisanego w toż koło, to  $AB + BC = 1,14142 + 1,7321 = 3,1463$  różni się od  $\pi$  w przybliżeniu o  $\frac{1}{7}\%$  in plus.

3) Gdy w kole o promieniu  $r = 1$  jest  $CO \perp OA$  (rys. 3), zaś  $CD$  jest różnicą pomiędzy bokiem kwadratu wpisanego a promieniem

i gdy  $CB = BD$ , to  $BA^2 = 1^2 + \left(1 + \frac{\sqrt{2}-1}{2}\right)^2 = 2,4571$ , zatem  $BA = 1,5675$  różni się od  $\frac{1}{2} \pi$  w przybliżeniu o  $\frac{1}{5}\%$  in minus.

Stanisław Domański, inż.

**Wspomnienia pozgonne.** Ś. p. Arnold Bronikowski inż. urodził się w r. 1846 w Raszkówku w W. Ks. Poznańskim, studia techniczne ukończył w sierpniu r. 1872 w Politechnice w Zurychu w okresie najświetniejszym wspomnianego zakładu. W tymże roku rozpoczął pracę zawodową jako rysownik oddziału budownictwa młynów w zakładach Escher, Wyss i S-ka w Zurychu, gdzie pozostał do maja 1873 r. Następnie przeniósł się do Tarnowa w Galicyi do fabryki machin i odlewni p. firmą W. Eliaszewicz, gdzie zajął miejsce naczelnego przy budowie maszyn parowych, kół wodnych, tartaków oraz maszyn rolniczych. Podwójnych latach do stycznia 1875 r. intensywnie i owocnej pracy przeniósł się do Królestwa i pracował początkowo w Tow. akc. Lilpop, Rau i Loewenstein, przy projektowaniu maszyn parowych oraz instalacji dla cukrowni na Wołyniu i Podolu.

W r. 1876, w styczniu przeniósł się na krótki czas do Końskich do robót przygotowawczych warsztatów, a od kwietnia 1877 r. został dyrektorem warsztatów mechanicznych w Bliżynie. W kwietniu 1880 opuścił Bliżyn, a od 4 listopada r. 1881 zajął miejsce konstruktora w Biurze Kanalizacji i Wodociągów m. Warszawy pod bezpośrednim kierownictwem W. H. Lindley'a. Przez lat 5 do 12 listopada r. 1886 pozostawał jako jeden z najbardziej uzdolnionych mechaników w służbie miejskiej, a gdy rozpoczęły się roboty połączeń domowych z siecią rur wodociągowych i z kanałami, a poważna firma warszawska Kuksz i Luedtke, otworzyła nowy oddział instalacyjny, obejmujący: wodociągi, kanalizację, przewietrzanie, ogrzewanie oraz roboty żelaznobetonowe, powołano ARNOLDA BRONIKOWSKIEGO na kierownika tego oddziału.

W r. 1894 ś. p. ARNOLD BRONIKOWSKI założył biuro techniczne własne; przez lat 13 wykonał poważny szereg robót inżynierskich w Warszawie i poza jej granicami, zyskując sobie uznanie, — lecz, niestety, bez powodzenia materialnego.

Ś. p. ARNOLD BRONIKOWSKI był dobrym inżynierem, lecz kupcem, niestety, jak większa część kolegów naszych — nie był. To też niepowodzenia natury materialnej przecięły zawczasie tę nić pracowitego żywota, a tych kilka słów wspomnienia od kolegi z ławy szkolnej zamiast kwiatów na świeży grób przesyłam Redakcyi *Przeglądu Technicznego*.

Emil Sokal, inż.

Ś. p. Maksymilian Homuńko, inżynier, współpracownik *Gazety Cukrowniczej* i *Wielkiej Encyklopedyi Powszechnej*, um. w Warszawie d. 11 m. b., przeżywszy lat 53. Zmarły opracował i wydał „Przewodnik dla ślusarzy“ (Warszawa 1902) <sup>1)</sup> i uczestniczył w pracy nad wydaniem podręcznika „Technik“. Pracowity i uczynny, cieszył się ogólnym poważaniem kolegów i znajomych, z powodu zalet charakteru i umysłu.

Sprostowanie. W № 44 r. b., str. 527, szp. 1, w. 8 od g., zam.: spalać, winno być: spala się.

Por. *Przegl. Techn.* № 1 z r. 1903 (str. 6).

# ARCHITEKTURA.

## Nauka rysunków w szkołach naszych.

Nauka rysunku, ta nadzwyczaj dla każdego z nas potrzebna umiejętność, traktowana u nas była do ostatnich czasów po macoszemu. W wielu szkołach był to przedmiot nie obowiązujący ucznia; zły stopień z rysunków nie pociągał za sobą żadnych przykrych dla niego następstw, a w wielu bardzo uczelniach zapomniano o rysunkach zupełnie. Wogóle traktowano naukę rysunku jako przedmiot niepotrzebnie absorbujący uczniowi czas, a korzyści z nauki rysunku wielu rodziców a nawet pedagogów nie widziało żadnej. Tem się też po części tłumaczy niewyrobinienie naszego społeczeństwa pod względem estetycznym.

Nie będziemy mówili tu o pożytku wpajania poczucia linii, poczucia piękna w młode dusze. O potrzebie nauki rysunku w szkołach mówiono i pisano wiele, były to jednak przez długie lata głosy wołających na puszczy; w ostatnich dopiero czasach, kiedy zaświtała nowa era, kiedy kraj cały począł ujawniać dążność ku lepszemu, kiedy poczuł swoje braki, przypominano sobie i o nauce rysunku. Kilka jednostek energiczniejszych zainicjowało zjazd nauczycieli rysunku, który przyszedł do skutku w początkach stycznia r. b. Powzięto wówczas wiele uchwał<sup>1)</sup>, które następnie starano się wprowadzić w czyn.

Owoce tych zamierzeń widzieliśmy na wystawie urządzonej w Tow. Zachęty Sztuk Pięknych we wrześniu r. b. W wystawie wzięło udział kilkanaście szkół męzkich i żeńskich. Z ogromnym zainteresowaniem przeglądaliśmy te pierwsze usiłowania, przyznać się jednak musimy do doznanego rozczerowania, i to nie tyle z winy samych uczniów, ile ich kierowników. Nie możemy tego powiedzieć o wszystkich, widzieliśmy bowiem niektóre szkoły prowadzone doskonale, bez zarzutu i takie, które wystawiły doskonale komplet rysunków tak w konturze, jak i kolorycie, ale we wszystkich czuć było jedną i tę samą rękę nauczyciela: za wiele pracy kierownika, za mało ucznia. Po większej części kierownictwo dostało się tu w niepowołane ręce. Nie wystarczy umieć wykonać portret piękny w rysunku i kolorycie lub też wykonać przepyszny medalion, aby potrafić uczyć, zwłaszcza początków rysunku. Błędem jest mniemanie, że każdy artysta-malarz czy też rzeźbiarz umie i rysować; może zresztą i umie, ale nie to, czego uczyć dzieci powinien. Nigdy nie zgodzę się na to, aby dziecku w I-jej klasie kazano rysować głowę i to z natury, zrobi bowiem bohoma, na którego nie wiadomo z której strony patrzeć, jak tego mieliśmy przykłady na wspomnianej wystawie.

Rysunek głowy i wogóle ciała ludzkiego powinien być zakończeniem nauki rysunku, nigdy początkiem. Przy nauce pisania zaczynamy przecież od stawiania kresek prostych, krzywych, potem liter i to w 2-ch liniach, później przechodzimy na jedną linię, wreszcie piszemy bez linii. Innego zdania jednak są niektórzy kierownicy; oni zaczynają inaczej, niż zdrowa logika nakazuje; bez znajomości liter każą dziecku pisać dyktando. Przyznać trzeba jest to metoda oryginalna, ale czy prowadzi ona do celu, śmiem wątpić.

Za wiele też nacisku kładzie się przy nauce rysunku na t. zw. kompozycje. Nie jestem bynajmniej przeciwnikiem komponowania, czyli tworzenia rysunku z własnej fantazyi, trzeba jednak ucznia do tego odpowiednio przygotować. Tak

jak w architekturze niepodobieństwem jest zaprojektowanie rzeczy nowej pod względem formy i treści bez dokładnej znajomości stylów istniejących, tak nie znając podstaw kreślenia linii, nie można stworzyć choćby najprostszego logicznego ornamentu.

U nas jednak w szkołach ciągle się komponuje, co prawda częstokroć dokładnie ze wzoru, wszystko jednak na wystawie nazywa się szumnie kompozycją. Natura jest tak bogata, dlaczegoż pogardzać przedmiotami prostszymi, mniej złożonymi, w początkach nauki rysunków; niechże dziecko nauczy się pierwej kombinacji linii prostych i krzywych, przejdzie następnie do przedmiotów otaczających go, nieskomplikowanych, w końcu do natury, jak np. liście i kwiaty, z których tworzy się ornament. Ornamentowi też należy poświęcić więcej czasu, czego malarze o ile możliwości unikają, a jeśli go przypadkiem uczą, to nieumiejętnie i wadliwie. Ornament powinien być podstawą nauki rysunku, dlatego też najodpowiedniejszym nauczycielem byłby malarz-dekorator lub też architekt; jeden i drugi rozumie ornament i zna jego genezę. W pojmowaniach rysunku przez architektów a malarzy zachodzi ogromna różnica: dla architektów najważniejszym jest kontur rysunku, malarze konturu nie uznają; dla większości z nich istnieją tylko światła i cienie. Wiemy jednak z własnego doświadczenia, że rzemieślnik otrzymuje najczęściej rysunek tylko w konturze, bez światła i cieni i to wystarcza dla niego. Kontur więc jest przede wszystkim potrzebny i tego powinno się uczyć. Cienie służą tylko dla lepszego zrozumienia, nie są zaś podstawą rysunku.

Bez porównania korzystniej przedstawiła się wystawa rysunków, urządzonej przez Szkołę Muzeum Rzemiosł; widać tam z małymi wyjątkami dobór doświadczonych kierowników, to też i rezultaty są o wiele lepsze. Dodać należy, że co do uczni, kierownicy ci posiadają materiał surowszy, mniej inteligentny, bo przeważnie są to terminatorzy, dzieci robotników. Rysunki, zwłaszcza techniczne, pod względem czystości i dokładności wykonania, wcale nie ustępują rysunkom, wykonanym w wyższych szkołach specjalnych. Jest to niewątpliwie zasługa kierowników odpowiednio przygotowanych, nie przygodnych.

O trzeciej wystawie urządzonej w Tow. Zachęty Sztuk Pięknych, a mianowicie Szkoły Sztuk Pięknych nie chcę, jako niespecjalista, zabierać głosu; nie mogę się jednak powstrzymać od prośby zwróconej pod adresem zwierzchników Szkoły, aby do nauki dawano uczniom lepsze modele. Wszak do tego celu powinien służyć człowiek fizycznie normalnie rozwinięty; budowa jego nie może być karykaturą ludzkiej istoty; chyba że ucznia przysposabia się tendencyjnie do tworzenia nowoczesnych *nastrojów*.

Nauczyciele rysunków za granicą przygotowują się do swego zawodu pedagogicznego w specjalnych szkołach, my jesteśmy pod tym względem upośledzeni; brak nam szkół ogólnych, a cóż dopiero mówić o specjalnych; nie wynika jednak z tego, aby nam brak było sił odpowiednich: trzeba je tylko umiejętnie dobierać. Na dobór więc nauczycieli należy zwracać baczną uwagę, jeżeli chcemy, aby dzieci oddawały się z zamiłowaniem nauce rysunku, a wyniki były korzystne dla nich i dla kultury kraju.

L. Panczakiewicz.

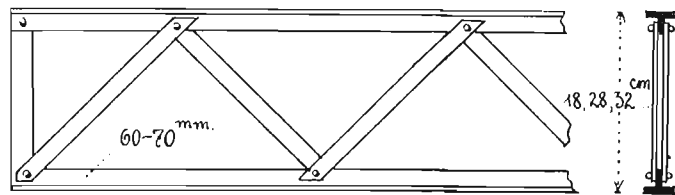
<sup>1)</sup> Por. *Przeł. Techn.* № 3 r. b., str. 36.

## Stropy systemu Kohlmetz'a.

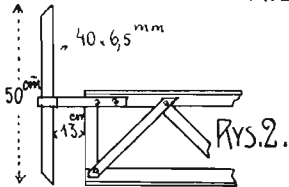
Stropy tego systemu zbliżają się w konstrukcyi do sklepień KLEINE'GO, a nawet nie wiele się od nich różnią. Główna zaś różnica między nimi polega na tem, że, zamiast zwykłych belek żelaznych dwuteowych, w tych nowych stropach stosuje się belki nitowane kratowe systemu tegoż KOHLMETZ'A (rys. 1). Wysokość tych belek zależna jest od rozpiętości między murami, względnie do

której w praktyce stosowaną jest: przy obciążeniu 400 kg/m<sup>2</sup>, dla rozpiętości 2,5—2,7 m wysokość belki kratowej—18 cm, dla 5,5 m—28 cm, dla 7,0 m—32 cm; w tych warunkach koniec belki wmurowywa się na 30 cm. Starac się należy, aby belki mogły być z murem związane ankrami. Żelazo na ankry wystarcza 8—10 mm grube, zaś 6—7 cm szerokie; odległość między pionową

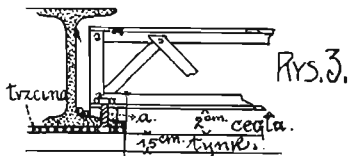
częścią ankry a samą belką powinna być najmniej 13 cm, t. j. taka, aby w niej można było umieścić  $\frac{1}{2}$  cegły (rys. 2). Przed wmurowaniem belki należy ją dobrze oczyścić szczotkami, poczem jak zwykle wysmarować płynem, przygotowanym z cementu i wody. Aby końce belki spoczywały nieruchomie na oporach, należy pod nie dać



Rys. 1.



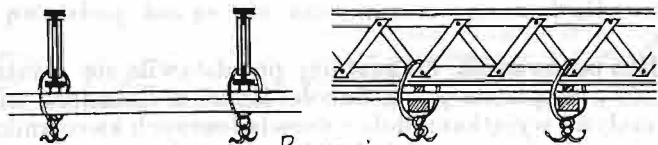
Rys. 2.



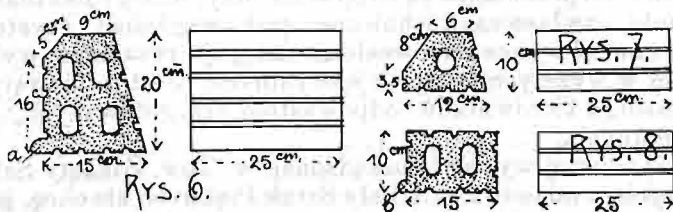
Rys. 3.

klinkier, podlany półcementową zaprawą; taką też zaprawą obmurowywa się samą belką. Odległość między belkami przyjmuje się przeciętnie 1,5 m. W razie, gdy belka KOHLMETZ'A spoczywać musi swym końcem na belce żelaznej, np. przykrywającej otwór w ścianie, wtedy należy je znitować (rys. 3).

Gdy wszystkie końce belki obmurowane zostały, przygotowuje się szalowanie pod strop w sposób następujący: pod belką, wzdłuż jej dolnego pasa, układa się wąską deskę szerokości kryzy, t. j. spodu belki; dla podtrzymania tej deski pod nią, w poprzek co 0,5 m, przeciąga się łać, 3 x 4 cm w przekroju. Wspomniana deska pod pasem belki musi być ułożona w odległości 3 cm od niej, co się łatwo uskuteczni przy pomocy drewnianych klocek, a wszystko to razem przywiązuje się mocno do belki podwójnym grubym drutem. Podobne klocek układa się też pod każdą łać, również



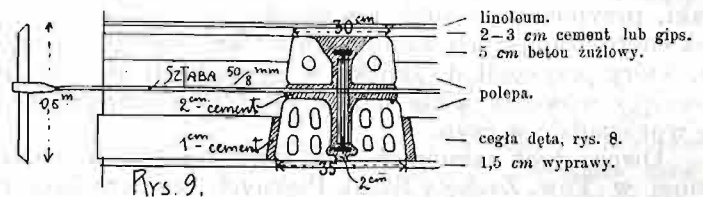
Rys. 4. PRZEKROJE: poprzeczny Rys. 5. podłużny



w odległościach co 0,5 m (rys. 4 i 5). Na łać w poprzek kładzie się następnie także deski, jak i pod belką i w ten sposób tworzy się szalowanie, na którym muruje się na cement samo sklepienie; baczyc jednak należy, aby deski szalowania leżały ściśle, dlatego też przybijają się je do łać gwoździ.

Strop KOHLMETZ'A wykonywa się w sposób następujący: Przestrzeń między belkami kratowymi, jak wyżej powiedziano, dochodząca do 1,5 m średnio, wypełnia się na szalowaniu specjalną cegłą — cegłą KOHLMETZ'A, której kształty uprzytomniają rys. 6, 7 i 8. (Cegły na rys. 6 i 7 przypominają nasze trocinówki, a że są większe od normalnych i wypalane z czystej gliny, ważą też dużo

więcej od zwykłej cegły. Cegła na rys. 8 jest podobna do zwykłej). Jeżeli belki są niskie, wówczas wystarcza cegła rys. 6. Mianowicie belkę z jednej i drugiej strony obmurowywa się tą cegłą tak, aby wystający wałek cegły *a* podszedł pod belkę, a w zagłębieniu (nutę) obok niego weszła jedna strona kryzy pasa dolnego belki, przyczem strona cegły 16-centymetrowa przylegać musi do pionowej ściany belki. Wszystkie cegły stropu układa się na czystą zaprawę cementową w stosunku mieszaniny z piaskiem ostrym 1 : 3. Po ułożeniu przy belkach z obu stron cegieł rys. 6, jak wyżej opisano, przestrzeń między nimi wypełnia się cegłą rys. 8 w sposób, jak to się robi w sklepieniach KLEINE'GO, rzędami od belki do belki na płask, bez wkładania w spoiny płaskich taśm żelaznych, zamiast czego między każdy rząd cegły układa się drut  $\frac{1}{2}$  cm gruby, w końcach zagięty, na wysokości od dolnego brzegu cegły 2 cm nad wałkiem narożnym cegły *b*, w jaki każda cegła od dołu jest zapotrzoną. Należy zwracać uwagę przy układaniu cegieł, aby spoiny między nimi krzyżowały się i tworzyły wiązanie. Klocek drewniane, użyte do rusztowania, w miarę postępu robót, wybija się, a w cegle, w miejscach, na które trafia drut, podtrzymujący rusztowanie, wykuwa się o ile można najmniejsze wycięcie, w celu łatwiejszego wyciągnięcia drutu i rozebrania ostatecznego szalowania z pod stropu. Obmurowywanie belki uskutecznić jednak lepiej jednocześnie z murowaniem samego stropu; dobrze też jest co 2-3 rzędy cegły układać w spoiny dłuższy drut, w celu związania go



Rys. 9.

z cegłą rys. 6. Jeżeli przestrzeń między belkami kratowymi jest mniejsza niż 1,30 m, to można drutów w spoiny nie wkładać; przestrzeń między belkami nie powinna jednak być większą nad 1,80 m.

Jeżeli belki są wyższe, względnie do rozpiętości, na jakiej leżeć mają, wtedy wysokość jednej cegły nie wystarcza na ich obmurowanie i trzeba użyć jeszcze, prócz cegły rys. 6, cegły rys. 7 w sposób, jak to objaśnia rys. 9: przedewszystkiem układa się strop, jak wyżej opisano, bez względu na wysokość belki kratowej, poczem wystającą część belki okłada się cegłą rys. 7.

Po wymurowaniu stropu, zalewa go się dobrze rzadkim cementem, w celu szczelnego zapełnienia wszystkich spoin. Dla związania poprzecznego murów, poczynając dopiero od I-go piętra i wyżej, pozostawia się między cegłami rys. 6 i 7 spoinę t. zw. ankrówką, na 2 cm szeroką, przez którą przesuwają się ankrę (rys. 9).

Na tego rodzaju sklepienie usypuje się odpowiedniej grubości polepę z materiałów lekkich, np. żużel, na którym układa się beton żuźłowy warstwą grubą 5 cm z mieszaniny 1 cz. cementu i 8 cz. żużla; w końcu ubija się po powierzchni betonowej warstwę grubą 2 cm z zaprawy cementowej lub 3 cm grubą z zaprawy gipsowej, jako podkład pod 4 mm grube linoleum, czy też posadzkę.

Sklepienia syst. KOHLMETZ'A w porównaniu z syst. KLEINE'GO są przedewszystkiem o wiele tańsze z powodu małej wagi belek, zastępujących zwyczajne belki dwuteowe w syst. KLEINE'GO a prócz tego, z powodu zupełnego skrycia żelaza w cegle, unika się tak dotkliwych brudnych śladów po belkach na wybielonym suficie.

Koszt stropu KOHLMETZ'A wraz z belkami, rusztowaniem i otynkowaniem sufitu średnio nie przekracza 4 rub. 30 kop. za 1 m<sup>2</sup>.

Wilhelm Goldberg.

## RUCH BUDOWLANY I ROZMAITOŚCI.

**Posiedzenie Koła Architektów** d. 4 listop. 1907 r. Odczytano sprawozdanie komisji co do projektu kościoła w Garbowie (gub. Lubelskiej). Uchwalono referat komisji zwrócić — z prośbą o ponowne rozpatrzenie rysunków i ściślejsze sformułowanie opinii. Czytanie projektu „norm wynagrodzeń” ukończono i z powodu luźnych zmian odesłano komisji do przeredagowania. Na tem posiedzenie zakończono.

**Warszawa.** Budowa nowego gmachu centralnej stacji telefonicznej, który stanąć ma obok istniejącego przy ul. Zielnej a przewyższy ten ostatni o 8 m, rozpoczęta będzie z wiosną r. p. Projekt jego, zatwierdzony przez Zarząd Tow. Cedergrén w Sztokholmie, wykonany został przez arch. BRON. ROGOŹSKIEGO, który będzie też kierował wykonaniem gmachu.