

PRZEGLĄD TECHNICZNY

CZASOPISMO POŚWIĘCONE SPRAWOM TECHNIKI I PRZEMYSŁU

T-R E Ś Ć:

Wydajność pracy, zmęczenie i wynagrodzenie, nap. Prof. Dr. Inż. A. Rothert.

Projekt kościoła Opatrzności Bożej w Warszawie i jego historia, nap. Dr. Inż. arch. Lech Niemojewski.

O kształtach równowagi cienkiego pręta kołowego w pewnych szczególnych przypadkach obciążenia (c. d.), nap. Dr. Inż. F. Szelański.

Wagony silnikowe Fiat, nap. Inż. St. Jarociński.

Przegląd pism technicznych.

Bibliografia.

SOMMAIRE:

Rendement du travail, fatigue, et salaire, par M. le Professeur Dr. Ing. A. Rothert.

Le projet de l'Église de la Providence à Varsovie et son histoire (à suivre), par M. L. Niemojewski, Dr., Ingénieur architecte.

Sur les formes de l'équilibre d'une barre fine circulaire dans certains cas particuliers de charge (suite), par M. F. Szelański, Dr. ès sc. techn., Ingénieur.

Les automotrices Fiat, par M. St. Jarociński, Ingénieur.

Revue documentaire.

Bibliographie.

Wydajność pracy, zmęczenie i wynagrodzenie^{*)}

Napisał Prof. Dr. Inż. Aleksander Rothert.

Mówiąc o wydajności pracy, zmęczeniu i wynagrodzeniu za pracę, chcę zanalizować związek między wynagrodzeniem za pracę a jej wydajnością i zmęczeniem.

Dalszym elementem, który tu gra jeszcze rolę poważną, jest czas pracownika. Zawsze bowiem, czy to chodzi o najprostszego robotnika, czy też o najdoszajniejszego dyrektora, wynagrodzenie w zasadzie stanowi w pierwszej linii:

1. rekompensatę za czas poświęcony pracy,
2. za zmęczenie spowodowane przez nią i
3. premję za wydajność pracy, czyli za rezultaty osiągnięte.

Ta premja może być bądź ukryta w postaci podwyższonego wynagrodzenia za czas, bądź wyraźnie wydzielona (np. tantjema).

Podobnie ukryte może być wynagrodzenie za zmęczenie, ale najczęściej w praktyce zmęczenie jest w pewnym (choć niekoniecznie proporcjonalnym) związku z wydajnością pracy i wynagrodzenie za zmęczenie bywa zwykle zawarte w premji za wydajność; głównie dlatego, że zmęczenie nie da się ściśle mierzyć.

1. Wynagrodzenie za czas pracownika, za godzinę, za dzień, tydzień, lub miesiąc zależy w pierwszej linii od kwalifikacji fachowych i potrzeb kulturalnych pracownika.

Choć zwykle z pojęciem kwalifikacji pracownika związana jest pewna oczekiwana od niego wydajność pracy, to przecież wynagrodzenie za czas jest faktycznie niezależne od wydajności rzeczywistej, wykazanej za poszczególny okres czasu.

Dlatego płacę za czas, w wykresie, dającym zależność zarobku za dany okres od wydajności pracy, reprezentuje na rys. 1 pozioma linja prosta. Wielkość zarobku na jednostkę czasu jest tu zupełnie niezależna od wydajności pracy i wskutek tego ten system płacy niczem nie zachęca do wydajnej pracy i tylko na obawę o utratę stanowiska oraz na ambicję i poczucie obowiązku liczyć tu można.

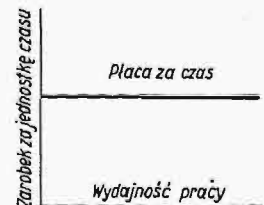
2. Zmęczenie jest zjawiskiem fizjologicznym, często bardzo skomplikowanym, i trudno jest ująć je cyfrowo. Zwykle bowiem wchodzi w grę cały szereg organów, z których każdy inaczej się męczy, jeden prędzej, drugi później (np. mięśnie rąk, nóg, oczy, uszy, mózg, nerwy i t. p.), a niektóre prawie wcale nie męczą się (np. mięśnie u urzędnika biurowego).

Często zmęczenie jest zupełnie niezależne od ilości wykonanej pracy, zależy tylko od czasu, jak np. na skutek niewygodnej pozycji ciała, hałasu, gorąca i t. p.

Najczęściej jednak warunki składają się dosyć prosto: początkowo zmęczenie rośnie mniej więcej proporcjonalnie do pracy wykonanej, potem coraz szybciej, aż do zupełnego wyczerpania.

Zastanawiając się nad tą sprawą, znalazłem stosunkowo proste jej rozwiązanie zapomocą łatwej do zrozumienia formułki. Przykład pracownika fizycznego najlepiej nam to objaśni.

Przypuśćmy, że maksymalna produkcja, do której robotnik jest zdolny w określonym czasie, równa się 12 jednostkom, przy zupeł-



Rys. 1.

^{*)} Odczyt wygłoszony w Stow. Inż. Mechaników Polskich dn. 3/XII 1931.

nem wyczerpaniu ze zmęczenia. Gdy zaczyna robotę, ma zatem zapas sił z na 12 jednostek, np. 12 sztuk. W miarę jak wykonywa ilość sztuk x , suma wysiłku rośnie, zapas sił zaś się zmniejsza o tę samą ilość i wynosi zatem w każdej chwili $z-x$. Gdy robotnik wykona całe 12 sztuk, to wyczerpie cały początkowy zapas sił $z=12$ i pozostanie mu zero, bo $z-x=12-12=0$, a zmęczenie równa się wyczerpaniu, czyli będzie nieskończenie wielkie, wyrażając się matematycznie. Zmęczenie wyrażamy przez stosunek

$$y = \frac{\text{suma wysiłku wykonanego}}{\text{pozostały zapas sił}} = \frac{x}{z-x}$$

Dla zupełnego wyczerpania po wykonaniu 12 sztuk otrzymujemy równanie:

$$\text{zmęczenie} = y = \frac{12}{12-12} = \frac{12}{0} = \infty.$$

W naszym przykładzie zmęczenie wyrażamy zatem przez równanie: $y = \frac{x}{12-x}$. Z tego wyra-

żenia widać, że początkowo, dla małej produkcji, zmęczenie rośnie mniej więcej proporcjonalnie do produkcji, bo małe wartości x pozostają prawie bez wpływu na wartość mianownika; z wzrastającą produkcją, mianownik potem zaczyna szybko się zmniejszać, dochodząc ostatecznie do zera przy zupełnym wyczerpaniu.

Taki przebieg zmęczenia w zależności od produkcji x jest zupełnie zgodny z danymi fizjologii, np. z wykresem otrzymywanym na t. zw. „ergografie”, t. j. przyrządzie przeznaczonym do mierzenia zmęczenia.

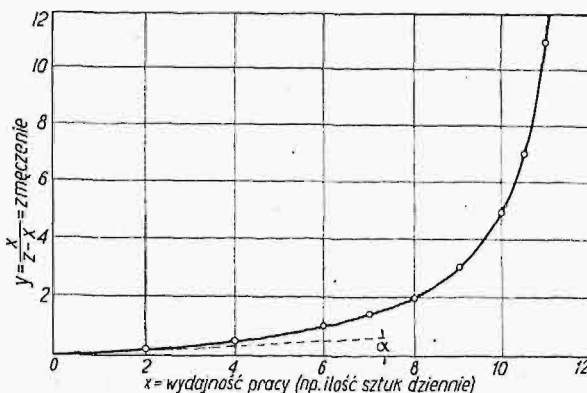
$$\text{Równanie } y = \frac{x}{12-x}, \text{ odpowiadające nasze-}$$

mu prostemu przykładowi, daje dla różnych wartości x poniższe wartości zmęczenia y :

$$\text{dla } x = 0 \quad 2 \quad 4 \quad 6 \quad 8 \quad 9 \quad 10 \quad 10,5 \quad 11 \quad 12$$

$$y = \frac{x}{12-x} = 0 \quad 0,2 \quad 0,5 \quad 1 \quad 2 \quad 3 \quad 5 \quad 7 \quad 11 \quad \infty$$

Cyframi tym odpowiada krzywa zmęczenia w zależności od produkcji w określonym czasie, czyli od wydajności pracy (rys. 2).



Rys. 2.

Przebieg tej krzywej potwierdza, że początkowo, dla małej wydajności pracy, zmęczenie rośnie proporcjonalnie do produkcji, bo początek jej przedstawia linię prostą, nachyloną pod kątem α i wychodzącą z punktu 0.

Dla różnych indywiduali przyjęty tu zapas sił ($z=12$ sztuk) będzie różny i może się zmieniać w dodatku z dnia na dzień. Zasadniczy charakter krzywej jednak od tego nie zależy.

Ilościowe ujęcie zmęczenia jest, jak dotąd, rzeczą nie dającą się przeprowadzić, bo formułka, zastosowana tu do najprostszego niejako wypadku, musiałaby w praktyce składać się z całego szeregu elementów, reprezentujących zmęczenie poszczególnych organów; a więc:

$$\text{zmęczenie} = \sum \left(a \frac{x}{z_1-x} + b \frac{x}{z_2-x} + c \frac{x}{z_3-x} + \dots \right),$$

przyczem współczynniki a, b, c, \dots i zapasy sił z_1, z_2, z_3, \dots byłyby inne dla każdego osobnika i każdego organu i zmienne z dnia na dzień. Suma tych wyrazów przedstawia właściwie sumę poszczególnych krzywych zmęczenia każdego z organów, podlegających większemu lub mniejszemu zmęczeniu.

Wszystkie te krzywe, podobnie jak ich suma, mają zasadniczo jednakowy charakter i różnią się tylko ilościowo, t. j. skala obu osi jest różna. W wypadku roboty przerywanej krzywa ma również przebieg przerywany i po każdym odpoczynku odpowiednio się obniża, zasadniczo jednak charakter krzywej pozostaje ten sam.

Dla pracownika umysłowego możemy w większości wypadków, przy pewnej wymaganej intensywności pracy, zamiast ilości sztuk podstawić „ilość godzin pracy”, o ile nie mamy innego miernika wyników pracy, jak np. ilość wierszy stenotypistki lub ilość pozycji zaksięgowanych przez buchaltera.

Ponieważ nie może być mowy o cyfrowym ujęciu krzywej zmęczenia, chodzi więc tylko o ogólny jej charakter, i do tego celu rys. 2 zupełnie wystarczy, bo daje dostateczne pojęcie o jej przebiegu. Przez odpowiednią zmianę skali osi spójrzalnych możemy krzywą dostosować w teorii do dowolnych warunków pracy.

Wielu pracowników nie ma wcale właściwej stałej pracy; muszą oni jednak być obecni na miejscu, jako rodzaj pogotowia (np. stróż nocny lub portjer). Właściwego zmęczenia pracą wtedy nie ma, chyba tylko jakieś znużenie, senność, napięcie uwagi itp., które jednak też wywołują swego rodzaju zmęczenie, choć może nieznaczne. Tacy pracownicy zwykle też bywają wynagradzani prosto za czas.

Dążeniem pracownika będzie zawsze otrzymywać za swą pracę wynagrodzenie zależne:

- od czasu spędzonego poza domem, do dyspozycji pracodawcy,
- od wysiłku przy pracy, czyli od zmęczenia.

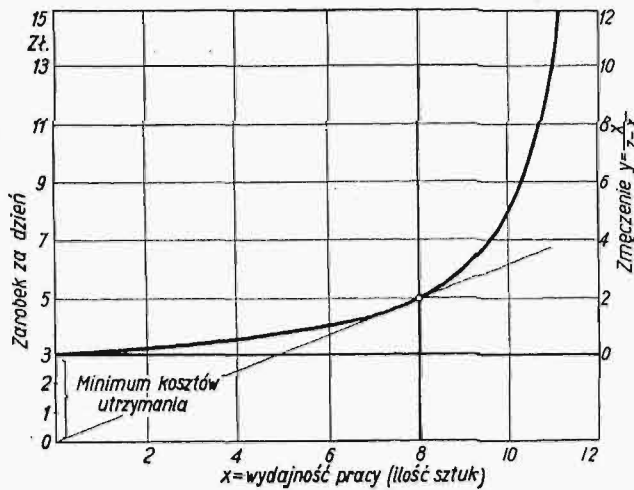
Tylko wyjątkowo zdolni pracownicy, o większej niż zwykła wydajności pracy, zamiast punktu b) będą woleli otrzymywać dodatek nie za zmęczenie, lecz raczej za wyniki osiągnięte, czyli premię za wydajność pracy.

Z punktu widzenia przeciętnego pracownika wynagrodzenie powinno zatem stanowić sumę odszkodowania za czas i za zmęczenie.

Odszkodowanie za czas będzie zależało od kosztów utrzymania, zależnych znowu od potrzeb kulturalnych, związanych z kwalifikacją fachową.

Jeżeli więc do krzywej zmęczenia, przy zastosowaniu odpowiedniej skali w jednostkach pieniężnych, dodamy od dołu stałą pozycję kosztów utrzymania, to otrzymamy niejako „naturalną” krzywą wynagrodzenia za pracę, fizjologicznie uzasadnioną.

Rys. 3 daje nam cyfrowy przykład takiej krzywej, opartej na cyfrach uprzednio otrzymanych z równania $y = \frac{x}{12-x}$. Skalę dla zarobku przyjęliśmy po 1 zł. za punkt zmęczenia i dodałem 3 zł., jako koszt utrzymania.



Rys. 3.

Jeżeli z punktu 0, tak otrzymanego, poprowadzimy styczną do krzywej zarobku na takiej zasadzie opartej, to otrzymamy 8 sztuk jako najkorzystniejszą dla pracodawcy produkcję, bo stosunek zarobku do produkcji jest tu najmniejszy. Dla każdego innego punktu krzywej jednostka produkcji kosztowałaby więcej.

Dla produkcji 8 sztuk w czasie danym całkowity zarobek równałby się 5 zł., w czym 3 zł. za koszt utrzymania i 2 zł. za zmęczenie. Dodatek za zmęczenie wynosiłby zatem 66,6%.

Produkcję 8 sztuk można uważać za normalną wydajność pracy (2/3 maksymalnej, wyczerpującej) i dodatek za zmęczenie stanowi tu poważny procent. W razie przekroczenia tej produkcji krzywa już szybko się podnosi i zbliża się do wyczerpania.

Granica fizjologiczna dopuszczalnej produkcji leży niewątpliwie gdzieś w okolicy 8 sztuk.

Wywody powyższe, o charakterze czysto teoretycznym, mają na celu głównie wyjaśnić, jaki właściwie przebieg winna mieć krzywa zarobku w zależności od wydajności pracy.

Systemu płacy nie można, niestety, oprzeć w praktyce na zmęczeniu, bo nie da się ono ująć ściśle cyfrowo. Ale krzywa opisana tu może nam służyć jako kryterjum do oceny stosowanych w praktyce systemów płac, opartych na wydajności pracy.

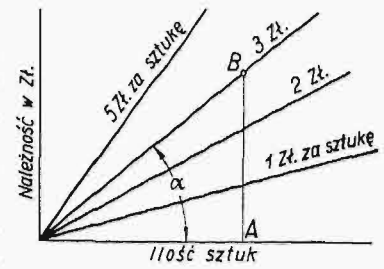
Nowsi autorzy*) w tej dziedzinie wyrażają opinię, że krzywa zarobków powinna mieć właści-

wie charakter wypukły względem osi odciętych. Znaczy to, że zgodnie z powyższymi memi wywodami dodatek za zwiększenie wydajności powinien rosnąć szybciej, niż wydajność pracy.

Jak już wspominałem na wstępie, wynagrodzenie za zmęczenie bywa zwykle zawarte w premji za wydajność pracy. Głównym powodem tego jest fakt, że zmęczenie nie da się ująć ściśle ilościowo, podczas gdy wydajność pracy w większości wypadków łatwo jest dokładnie określić.

3. Premja za wydajność — analiza systemów stosowanych w praktyce. Wszystkie systemy płac stosowane i proponowane uzależniają zarobek od wydajności pracy.

A) Najprostszy i najdawniejszy system, to płaca wprost proporcjonalna do rezultatu osiągniętego, t. zw. płaca od sztuki czyli akordowa, stosowana też czasami do pracowników umysłowych, jak stenotypistki (od wiersza) lub buchalterzy (od pozycji zaksięgowanej) oraz ogólnie w handlu do agentów, w postaci komisowego, proporcjonalnego do obrotu.



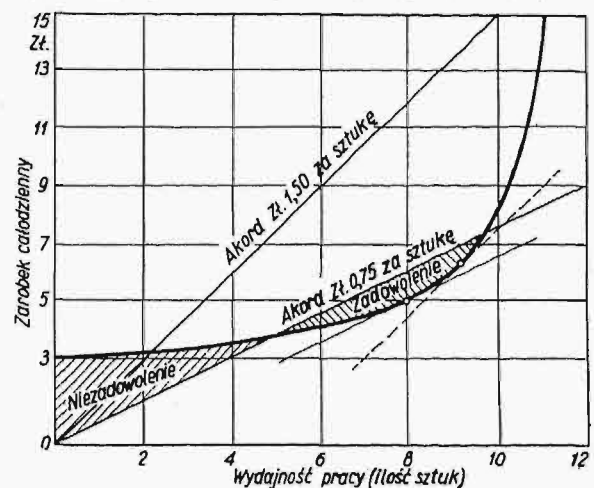
Rys. 4.

Wykres systemu akordowego (rys. 4) daje pochyłe linie proste, wychodzące z punktu 0.

Pochyłość, czyli nachylenie, zależy od wielkości akordu, czyli od płacy za sztukę lub inną jednostkę pracy, np. procent komisowego u agenta. Płaca za sztukę da się wyrazić na rys. 4 przez $\tan \alpha$, gdy α oznacza kąt nachylenia, np.

$$\frac{AB}{OA} = \tan \alpha = \frac{\text{cała należność}}{\text{ilość sztuk}} = \text{należność za sztukę}$$

Porównajmy teraz wykres płacy akordowej z przebiegiem krzywej zarobku uzależnionego od zmęczenia, rys. 5. Przy małej wydajności, praco-



Rys. 5.

wnik otrzymuje mniej niż według krzywej i będzie niezadowolony; im większy akord, czyli płaca za sztukę, tem wcześniej kończy się niezadowolenie i zaczyna się zadowolenie (pionowo mierzona od-

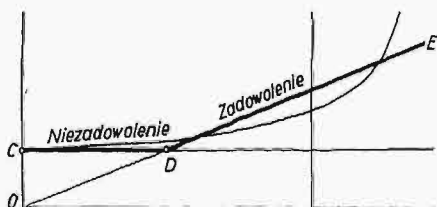
*) Np. C. W. Lytle, „Wage Incentive Methods” Ronald Press, New-York 1929.

ległość między krzywą i prostą akordu). Największe zadowolenie wypada w punkcie, w którym styczna równoległa do prostej akordu przylega do krzywej (patrz rys. 5).

Zadowolenie wprawdzie wzrasta wraz z płacą za sztukę, ale nawet dla bardzo znacznego powiększenia tej płacy prawie że nie wzrasta to zadowolenie z powiększeniem wydajności pracy poza „normalną” produkcję (8 sztuk), a potem prędko spada. Łatwo się o tem przekonać przez pociągnięcie odpowiednich linii bardziej pochyłych, wychodzących z punktu O . Dlatego nawet znaczne powiększenie akordu, np. dwójnasób (patrz rys. 5), nie skłoni pracownika do znacniejszego powiększenia produkcji ponad „normalną”, bo zmęczenie rośnie szybciej, licząc procentowo, niż zarobek.

Przy płacy od sztuki, pracownik wprawdzie dobrze może zarobić przy dużej wydajności pracy, ale z drugiej strony dotkliwie jest karany za małą wydajność, bo zarobek spada poniżej kosztów utrzymania, pomimo iż często, przy złej organizacji, wina leży po stronie pracodawcy.

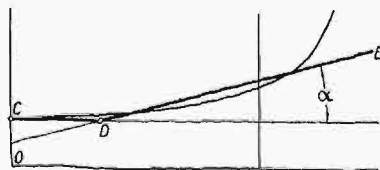
Dlatego, aby złagodzić tę krzywą, często pracownikowi akordowemu gwarantuje się pewne minimum zarobku. W naszym wykresie, jeżeli gwarancja ta równa się kosztom utrzymania, to, zgodnie z rys. 6, wykres zarobków CDE w granicach



Rys. 6.

praktycznych zbliża się w charakterze do krzywej. Niezadowolenie przy małej wydajności jest znacznie zredukowane, zadowolenie zależy od płacy wyznaczonej za sztukę, czyli od nachylenia prostej OE .

B). System premjowy Halsey'a jeszcze bardziej zbliżony jest do krzywej uzależnionej od zmęczenia, bo premja wcześniej się zaczyna i mniej szybko wzrasta, a dla małej wydajności automatycznie zagwarantowana jest stała płaca (rys. 7).



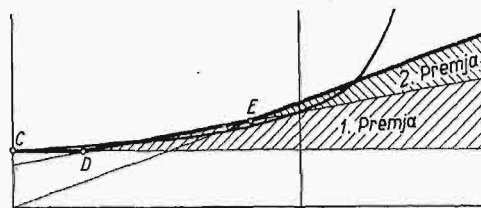
Rys. 7.

Jest to właściwie stała płaca plus premja od wydajności. Zależnie od wielkości % premji, kąt α nachylenia prostej DE będzie mniejszy lub większy.

Idealnym rozwiązaniem byłby system płacy takiej, którego wykres możliwie zbliżałby się w charakterze do krzywej zmęczenia. Trudno jednak o system dostatecznie prosty, dający takie wyniki; a prostota jest tu warunkiem koniecznym, bo chodzi o łatwe obliczanie zarobków licznych nieraz

rzesz pracowników i o możliwość kontroli tego obliczenia przez prostego często robotnika.

Można się jednak znacznie zbliżyć do charakteru krzywej zmęczenia przez zastosowanie dodatkowej drugiej premji, doliczanej po osiągnięciu pewnej, np. Taylorowskiej, wydajności pracy. Rys. 8



Rys. 8.

pokazuje taki przykład, uwidoczniając pierwszą premję od punktu D do E i drugą premję — powyżej tego punktu.

Zachęta do wydajnej pracy.

Wyznaczanie premji za wydajność lub akordu za wykonanie roboty ma na celu zachęcenie do sprawniejszej pracy.

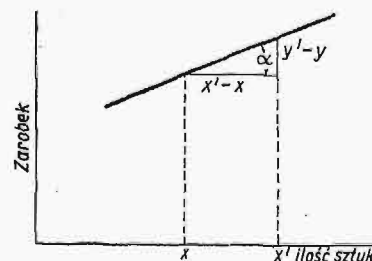
Powstaje więc pytanie, w jakim stopniu stosowane systemy płac spełniają to zadanie?

W pierwszej linii wiele tu zależy od kąta nachylenia wykresu, ściślej biorąc od tangensa tego kąta, $\operatorname{tg} \alpha$, który, zgodnie z rys. 9, wyrażamy przez $y' - y = \frac{\text{zwiększenie płacy}}{\text{zwiększenie produkcji}}$. Jeżeli zwiększymy produkcję o jedną sztukę ($x' - x$), to zarobek wzrośnie o $y' - y$. Stosunek obu tych wielkości, wyrażony przez $\operatorname{tg} \alpha = \frac{y' - y}{x' - x}$, daje nam

„płacę za dodatkową jednostkę”, wyprodukowaną w ciągu dnia.

Im większa ta płaca za wyprodukowanie dodatkowej jednostki, tem większa będzie zachęta do wydajnej pracy. Dlatego krzywa płacy odpowiadającej zmęczeniu jest tem bardziej nachylona, im trudniej pracownikowi przychodzi dalsze zwiększenie produkcji; $\operatorname{tg} \alpha$, początkowo mały, rośnie wraz z produkcją.

Dla płacy od sztuki, której wykres stanowi prosta, wychodząca z punktu O , $\operatorname{tg} \alpha$ ma wartość stałą i daje nie tylko płacę za sztukę dodatkową, ale jednocześnie też płacę za każdą inną sztukę, zgodnie z zasadą „płacy od sztuki”.



Rys. 9.

Inaczej się rzecz przedstawia, gdy wykres płacy nie wychodzi z punktu O , jak np. w systemie Halsey'a, t. j. gdy płaca nie jest wprost proporcjonalna do produkcji. Proporcjonalność ta istnieje tylko w systemie akordowym.

Dla wszystkich innych systemów płac, nie proporcjonalnych, należy rozróżnić między płacą za „dodatkową jednostkę” ($\operatorname{tg} \alpha$), a średnią płacą za już wykonane, którą określamy przez $\operatorname{tg} \beta$.

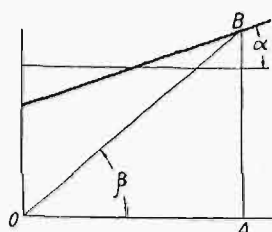
Dla punktu B np. w wykresie systemu Halsey'a (rys. 10)

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{AB}{OA} = \frac{\text{całkowity zarobek}}{\text{ilość sztuk wyprodukowanych}} = \text{zarobek za sztukę}$$

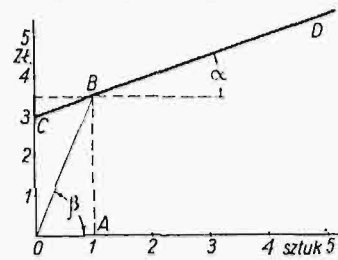
$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\text{płaca za dodatkową sztukę}}{\text{płaca za już wykonane jednostki}}$$

$$= \frac{\% \text{ wzrostu zarobku}}{\% \text{ wzrostu produkcji}}$$

$$= \frac{\% \text{ wzrostu produkcji}}{\% \text{ wzrostu produkcji}}$$



Rys. 10.



Rys. 11.

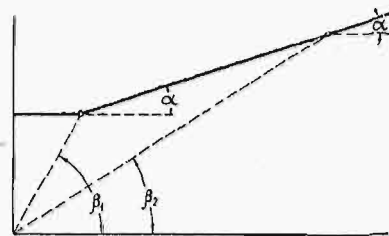
Pomimo argumentów, przemawiających niby za tem, „płaca za dodatkową jednostkę” nie może jednak służyć jako miara zachęty, bo wystarczy sobie uprzytomnić następujący wypadek jakiegoś systemu płacy reprezentowanego przez linię CD (rys. 11). Płaca za dodatkową sztukę ($\operatorname{tg} \alpha$) wynosi tu 50 gr. Za wykonanie pierwszej sztuki zarobek wynosi $3\frac{1}{2}$ zł. Powstaje pytanie, czy się robotnikowi opłaci wykonać drugą, dodatkową, sztukę, za którą dostanie tylko 50 gr. Za zwiększenie wydajności pracy o 100% zwiększyłby bowiem swój zarobek tylko z $3\frac{1}{2}$ na 4 zł., t. j. o 11,4%.

Ten stosunek „płacy za dodatkową jednostkę” do „płacy za już wykonane” ($\frac{\operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg} \beta} = \frac{0,50 \text{ zł.}}{3,50 \text{ zł.}}$) jest tu zbyt niekorzystny, i dlatego się robotnikowi nie opłaci podwajać swej produkcji dla zwiększenia zarobku o 11,4% tylko (0,50 zł. = 11,4% od 3,50 zł.).

Widzimy więc, że bardziej miarodajnym do mierzenia zachęty jest stosunek

$$\frac{\operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg} \beta} = \frac{\text{płaca za dodatkową jednostkę}}{\text{płaca za już wykonane jednostki}} = \frac{\% \text{ wzrostu zarobku}}{\% \text{ wzrostu produkcji}}$$

Stosunek ten dla płacy akordowej zawsze się równa jedności, bo dla linii prostej, wychodzącej z punktu O , zawsze $\operatorname{tg} \alpha = \operatorname{tg} \beta$. Dla systemu Halsey'a stosunek ten zależy głównie od wielkości OC w rys. 11 i od wydajności pracy. Im większa bowiem wydajność pracy, tem mniej się będzie różnił kąt α od kąta β (patrz rys. 12) i stosunek $\frac{\operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg} \beta}$ dla du-



Rys. 12.

ższej wydajności zbliża się zawsze do jedności, niezależnie od nachylenia wykresu. Jednakowoż i ten ostatni wyraz dla zachęty do pracy, pochodzącej od wzrostu zarobku, też nie zawsze okazuje się odpowiednim. Widzieliśmy, że dla płacy od sztuki wyraz ten zawsze posiada wartość równą jedności, a tem samym także dla bardzo małej płacy od sztuki, nawet równej zeru w teorii.

Mała płaca od sztuki jednak oczywiście mniej

zachęca robotnika niż większa, i zachęta będzie zawsze proporcjonalna do płacy od sztuki.

Zachęta do pracy zależy zatem nietylko od stosunku $\frac{\operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg} \beta}$, lecz także od płacy za dodatkową sztukę ($\operatorname{tg} \alpha$).

Prawidłowy wyraz otrzymuje zatem postać $\operatorname{tg} \alpha \frac{\operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg} \beta}$, czyli zachęta do pracy jest proporcjonalna do płacy za dodatkową sztukę i do stosunku tej płacy do płacy za już wykonane jednostki.

Te pozornie tak teoretyczne wywody mają jednak duże praktyczne znaczenie, bo prosty stosunkowo wyraz dla zachęty pozwala z łatwością analizować charakter dowolnego systemu płacy, znanego nam bądź w postaci formułki, dającej zależność zarobku od wydajności pracy, bądź w postaci wykresu.

Widzimy np., że krzywa odpowiadająca zmęczeniu daje zachęta początkowo niewielką dla małej wydajności, ale wzrastającą stale w miarę zwiększania produkcji i zmęczenia, bo nachylenie jej i $\operatorname{tg} \alpha$ szybko rosną.

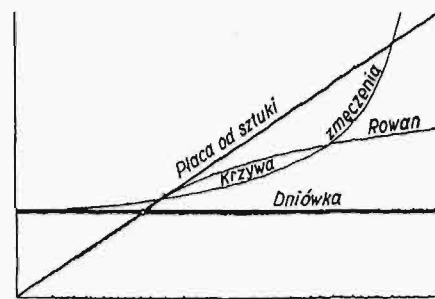
Dla płacy od sztuki, wobec $\frac{\operatorname{tg} \alpha}{\operatorname{tg} \beta} = 1$, zachęta

równa się $\operatorname{tg} \alpha$, to znaczy, że zachęta jest tu stała, niezależna od wydajności pracy, ale proporcjonalna do wielkości płacy za sztukę, jak się należało spodziewać.

Bardzo korzystnie przedstawia się system Halsey'a, bo zachęta, początkowo mniejsza, rośnie wraz z wydajnością pracy.

Jako dobry przykład praktycznego znaczenia tej metody, może służyć zastosowanie jej do systemu płacy Rowana, tak często zachwalanego dzięki temu, że pomimo największej nawet omyłki przy ocenie roboty zadawanej robotnikowi, zarobek jego nie może przekroczyć podwójnej jego dniówki.

Zarobek przy systemie Rowana zamiast, zgodnie z charakterem krzywej zmęczenia, rosnąć coraz szybciej wraz z wydajnością pracy, rośnie coraz to wolniej. Krzywa tego systemu (rys. 13) posiada



Rys. 13.

wskutek tego wygięcie w kierunku przeciwnym niż krzywa zmęczenia, i to — po powyższych wywodach — wystarczy dla oceny systemu Rowana. Wielkość zachęty do pracy, dla małej wydajności równa zachęcie przy płacy od sztuki, wraz ze zwiększeniem wydajności nadzwyczaj szybko się zmniejsza.

Przed ustaleniem przez autora ściślej metody obliczania zachęty można było o tych sprawach dyskutować tylko gołosłownie. Podana tu formułka dla zachęty pozwala ująć je ściślej i w sposób prosty.

Projekt kościoła Opatrzności Bożej w Warszawie i jego historia^{*)}

Napisał Lech Niemowski.

Projekt wzniesienia w Warszawie świątyni pod wezwaniem „Opatrzności Bożej” ma już swoją, i to dość długą, historję. Budowę tej świątyni zapoczątkowano uroczystie jeszcze w roku 1792-gim, niemniej ta data, pomimo że aż nazbyt odległa, nie jest najdawniejsza, do jakiej cofnąć się należało, mówiąc o idei kościoła Opatrzności. Inicjatywa ta, podjęta dla uczczenia Konstytucji 3 Maja, wiąże się z zamierzeniami króla Stanisława Augusta, który przez szereg lat nosił się z myślą wzniesienia w Ujazdowie kościoła, aby nim zastąpić niepozorny drewniany kościółek parafjalny w Belwederze, rozebrany nieco później, z początkiem XIX wieku. Następnie, gdy zamysł się rozwinął, król zamierzył przeznaczyć przyszłą świątynię także na kościół garnizonowy. Przedewszystkiem wszakże pragnął nim ukoronować swą działalność architektoniczną, jaką rozwinął na terenie ukochanych Łazienek. Znając ambicje architektoniczne Stanisława Augusta i jego w tym przedmiocie kompetencję, a nawet erudycję, należało wprost oczekiwać podjęcia dzieła budowlanego w zakresie architektury kościelnej, tak wdzięczne dającej pole dla monumentalnych rozwiązań.

Zmienne zamiary inicjatora, przeobrażane podług tego projekty architektów znalazły szczęśliwie i może przypadkowo ujście w uchwale Sejmu Czteroletniego co do kościoła Opatrzności Bożej i w wynikłej stąd akcji, której bieg artystyczny nadał jednakże sam król.

Losy Świątyni Opatrzności wiążą się zatem z pierwotnym projektem królewskim i przedstawiają się jako dalszy ciąg dziejów niedoszłej do skutku budowy nowego kościoła ujazdowskiego.

Ponieważ ten okres dziejów świątyni Opatrzności znalazł swego dziejopisa w osobie zasłużonego badacza epoki stanisławowskiej, jakim jest prof. Zygmunt Batowski, przeto niezbędne dla uwypuklenia całości historyi świątyni dane pozwolił sobie zaznaczyć z odbitki ze sprawozdań z posiedzeń Towarzystwa Naukowego Warszawskiego, XXIII, 1930, Wydział II.

W sprawozdaniu tem czytamy, że już w r. 1775 zastanawiano się nad sprawą nowego kościoła w Ujazdowie. Plany i model miał następnie wykonać w r. 1781 budowniczy nadworny, Dominik Merlini, żywo zaś wykonywano tę pracę w r. 1782. Brali w tem udział architekci królewscy i inni, wypracowując szereg planów, na których budowla przybiera charakter świątyni dośrodkowej o rzucie poziomym koła lub krzyża greckiego, zgodnie z dyalekcją klasycystycznej epoki.

Wola Stanisława Augusta *przepisywała zgóry kształt architektoniczny, wchodząc nawet w szczegóły*. Był więc król poniekąd współtwórcą tych projektów.

Rok 1784 przynosi zmianę programu. Król, wynaczywszy nowe miejsce pod budowę kościoła,

postanowił, aby świątynia przybrała formę podługną. Obecnie, kościół miał wznosić się na cyplu między zamkiem ujazdowskim a pałacem Łazienkowskim, oddzielonym od zamku wąwozem, który dzisiaj nazywamy ulicą Agrikola. Ponad wąwozem miał być przerzucony most z obeliskiem, służącym na pomieszczenie dzwonów i zegaru. Według życzenia królewskiego, miano zużytkować do budowy plany kościoła, jaki miał być budowany w Kozienicach.

Stosownie do tej dyrektywy, zmieniły się rzuty planów z okrągłych i wogóle dośrodkowych (jak „projekt z czterema perystylami y Columnadą otaczającą”) na rzuty wydłużone (jak „podługowaty podwoyny”). Wśród innych, zdaniem Batowskiego, wyróżniają się projekty Kubickiego („premier projet quarré de Kubicki” i „second projet quarré de Kubicki”). Tenże architekt był poprzednio autorem podanego na wzór projektu kościoła w Kozienicach.

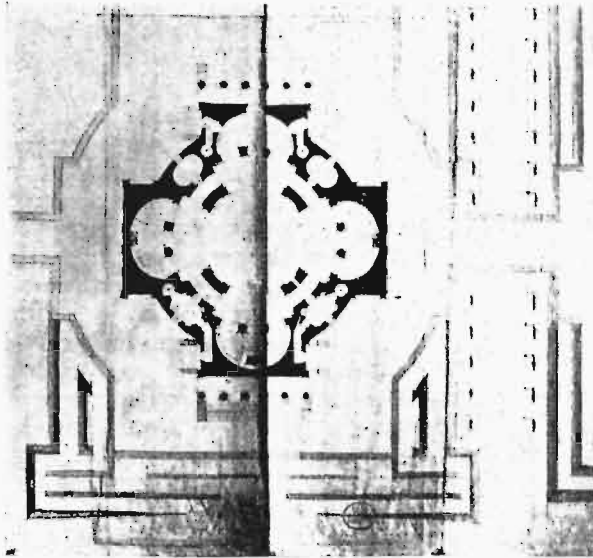
Jak poważnie traktowano całe zadanie, świadczy o tem fakt, że nie poprzestano na opracowaniu planów, lecz przygotowano również i modele. Posunięto się więc dalej aniżeli w odniesieniu do tak umiłowanej budowli królewskiej, jaką był pałac Łazienkowski. Modele wykonano w zakresie kompetencji Kubickiego. W r. 1785 pracowano nad modelem kościoła okrągłego, w r. 1786 robiono model „projektu drugiego”. Szczegóły artystyczne rzeźbiarskie i malarskie wykonywali Pink, Deybel, Smuglewicz. Modele te, dobitny wyraz myśli artystycznej twórcy, stanowiące przytem daleko posunięty etap zamierzeń króla, przechowały się aż do r. 1873 w zbiorach Uniwersytetu Warszawskiego. W tym bowiem roku, na skutek zniszczenia, jakiemu z biegiem lat uległy, zostały z inwentarza usunięte. Nikłe pojęcie, jakie o nich wytworzyć sobie możemy, dają nam drzeworyty z r. 1869, zamieszczone w „Tygodniku Ilustrowanym” i w „Kłosach”. Odszukanie tych wizerunków zawdzięczamy prof. Batowskiemu.

Ponownie odłożona, dla nieznanych bliżej przyczyn, budowa kościoła Ujazdowskiego, nabiera po raz trzeci żywotności w dalszej już publicznej fazie pod hasłem wotywnego kościoła Rzeczypospolitej w r. 1791. Batowski pisze, że: „Zamierzony dziękczynny pomnik stał się przedmiotem szerszych zainteresowań. Większa ilość rąk zawodowych, obok też niezawodowych, i jednostek nietylko ze ściślejszego dworskiego grona, ale i z zewnątrz i z daleka, przyłożyła się do dzieła projektowanego”. Liczny i swobodny występ architektów planujących kościół Opatrzności *był bodaj pierwszym w Polsce konkursem artystycznym*. Domyślać się można, że zamierzenia konkursu miały zasięg jeszcze szerszy. Znamiennym szczegółem jego było podobno „w kilku językach ogłoszone programma”. Architekci bliscy dworu, Kamsetzer, Kubicki, Griesmeyer i architekt z Wilna Gucewicz, malarz Smuglewicz, amator Ogiński, oto nazwiska,

^{*)} Odczyt wygłoszony dnia 17 lutego r. b. na posiedzeniu Stowarzyszenia Techników w Warszawie.

dające się stwierdzić w zbiorze projektów kościoła Opatrzności. Były tam jeszcze niegdyś i projekty Aignera.

Jako osobliwy pomysłodawca, wystąpił poseł francuski w Konstantynopolu, hellenista, hr. Choiseul-Gouffier, który, przesyłając królowi plan



Rys. 1. J. Kubicki. Rzut poziomy Kościoła Opatrzności (1792).

ateńskiego Parthenonu, zalecał go na kościół narodowy.

Typ budowli nie był, jak się zdaje, tym razem określony zgóry, na co zdaje się wskazywać fakt, że od jednych i tych samych architektów napłynęły projekty rotund i kościołów centralnych, wielobocznych, a także podłużnych. O związku z kościołem, którego budowę zamierzył król jeszcze w r. 1791, świadczy nie tylko podobieństwo wielu planów, ale także i zachowanie tego samego miejsca, odpowiadającego życzeniu króla, mimo że wysunięto propozycję wzniesienia kościoła u początku alei Ujazdowskiej.

Pomysły architektoniczne Kamsetzera obracały się w kole zagadnień budowy centralnej, dając najróżniejsze alternatywy założenia dośrodkowego. Kubicki też obrał ten typ świątyni i w swem opracowaniu rzutu poziomego (rys. 1) podkreślił centralność równoramiennym krzyżem i zarazem kołem. Król wyróżnił ten właśnie projekt i zapisał na jednej z kart zmiany, jakie zdaniem jego należało wprowadzić. Na innej znowu, obrazującej projekt w ostatecznej uzgodnionej fazie (rys. 2), dorzucił chlubne dla architekta Polaka i jego prostej, monumentalnej kompozycji słowa:

„Dernier projet d'Eglise de Kubicki en 1792, selon lequel la première pierre est posée le 3 mai 1792”.

Zeszyty planów z temi tak ważnemi glossami znajdują się w zbiorze St. Patka.

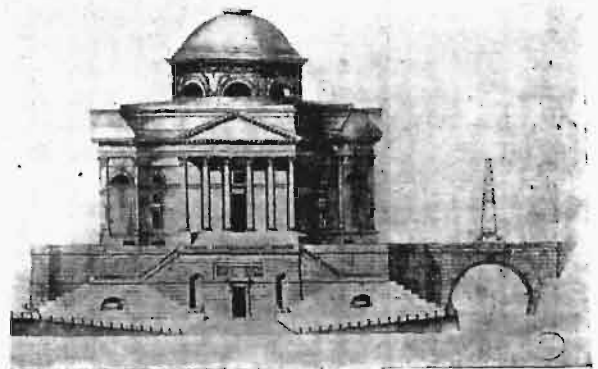
Jak wiadomo, budowa nie została wykonana. Czynności budowlane ograniczyły się do splantowania wzgórza, usunięcia kapliczki kalwaryjskiej z czasów Augusta II i wykopania fundamentów i wzniesienia, na znak mającego stanąć domu bożego, „kopczyka czworokątnego na trzy łokcie wszerek i wzdłuż równoobszernego, a na dwa blisko wysokiego”. W kopczyku tym umieszczono zwy-

czajowe pamiątki, monety i medale, między temi skromny medal, na ową uroczystość w dwóch odmiannach specjalnie wybity.

Pomniczek ten, zachowany do dziś dnia w ogrodzie botanicznym, ma w istocie rzeczy kształt ośmiogranu, u góry stożkowatego, z płytkami arkadowemu niżami w co drugiej ścianie. Uważany jest on powszechnie za część posad kościoła, patriotycznie czczoną. Tutaj też rok rocznie w dniu 3 maja odbywają się uroczystości akademickie ku uczczeniu rocznicy konstytucji 3-go maja.

W zakończeniu studjum o kościele Opatrzności Batowski nadmienia, że „Pogrzebana myśl Stanisława Augusta i jego pokolenia nie odżyła czynem nawet za krótkiej, względnie sprzyjającej ery Księstwa Warszawskiego. W czasach Królestwa Kongresowego Stanisław Potocki wystąpił z pomysłem wzniesienia „na fundamentach” kościoła Opatrzności pomnika Opatrzności, który miał być wykonany „z ciosu i uwieniczony kolosalnym posągim z białego marmuru Boskiej Opatrzności”; chciał go ufundować własnym kosztem, ale śmierć przeszkodziła temu zamiarowi”.

W związku z zamierzoną budową kościoła Opatrzności skryształizowały się częściowo na wspomnianych już na tem miejscu rysunkach, częściowo zaś w naturze, w postaci innych kościołów, którym szczęśliwy los sprzyjał, ówczesne poglądy na budownictwo sakralne. Typ kościoła wydłużonego musiał ustąpić miejsca budowli założonej centralnie, gdyż takie ujęcie wydawało się najodpowiedniejszym wedle ówczesnych klasycznych zapatrywań. Typ ten, zastosowany uprzednio w kościele ewangelickim w r. 1779, zwyciężył w konkursie z r. 1791, a nie przestając być płodnym wspomnieniem, zaczął odgrywać rolę kanonu dla twórców, uczestników tego pierwszego w dziejach Polski konkursu architektonicznego. Przykładem jednym z najwcześniejszych jest kościół Kubickiego w podlaskim miasteczku Mokobody (pod Siedlcami) z r. 1792. Później, znacznie później Aigner, wznosząc kościół św. Aleksandra w miejscu, na którym proponowano królowi Stanisławowi Augustowi wzniesienie św. Opatrzności, również nadał mu kształt centralny. Tak więc budowa kościoła św.



Rys. 2. J. Kubicki. Elewacja Kościoła Opatrzności (1792).

Aleksandra, wykonana w r. 1818, zamyka pierwszy okres dziejów myśli architektonicznej - twórczej, związanej z budową Kościoła Opatrzności Bożej.

Długie lata niewoli nie sprzyjały powrotowi do zamierzonej budowy. Z drugiej strony zagadkowa

ruina w ogrodzie Botanicznym, związana z tradycją drogiej wszystkim patriotom konstytucji trzeciego maja, miejsce tajemnych pielgrzymek, przyczyniła się wybitnie do utrwalenia pamięci o votum, jakie było ślubowane, a którego nie spełniono.



Rys. 3. St. Noakowski. Szkic przekształcenia b. soboru prawosławnego na placu Saskim na Kościół O. B.

To też z chwilą odzyskania niepodległości sprawa odżyła. Narazie w umysłach jednostek, później zaś poczęła zataczać coraz szersze kręgi. Jeszcze w roku 1920, a więc przed uchwaleniem konstytucji marcowej, powstała inicjatywa budowy świątyni O. B., uwieńczona trzema projektami, naszkicowanymi przez s. p. prof. Stanisława Noakowskiego. Dziejopis kościoła będzie mógł kiedyś zebrać liczne przyczynki z nagromadzonego po archiwach prywatnych i państwowych materiału. Niewątpliwem wszakże wydaje się, że wspaniałe szkice Noakowskiego, które niestety wszystkie zaginęły, przyczyniły się wydatnie do zainteresowania klubów sejmowych sprawą budowy świątyni. Być może, iż zniewalającemu czarowi talentu Noakowskiego zawdzięczamy jednogłośnie uchwałę marcowej. Rysunki przedstawiały kościół w trzech wariantach. Jeden klasycystyczny, jeden utrzymany w charakterze architektury pałacu wilanowskiego i jeden w typie t. zw. „jezuickim”. W czasach późniejszych powrócono raz jeszcze do myśli budowy według szkiców Noakowskiego i wtedy zmarły profesor przygotował nowe szkice, które również częściowo zaginęły, niemniej zachowały się ich fotografie, a także i oryginały w zbiorach ks. dziekana Trojanowskiego, którego uprzejmości zawdzięczam nie tylko możliwość pokazania jednego z nich, ale nadto wszystkie szczegóły, dotyczące tego okresu sprawy budowy K. O.

Ustawa z dnia 17 marca 1921 roku o wykonaniu ślubu uczynionego przez Sejm Czteroletni, wzniesienia w Warszawie świątyni pod wezwaniem „Opatrzności Bożej”, zawiera 10 artykułów, z których drugi głosi, że komisja, złożona z Jego Eminencji Kardynała Arcybiskupa Warszawskiego,

Ks. Biskupa Krakowskiego, Marszałka i Wice-marszałków Sejmu Rzeczypospolitej, Prezydium Rady Miejskiej i Prezydenta stołecznego miasta Warszawy, pod przewodnictwem Marszałka, dokona wyboru miejsca pod budowę tej świątyni, a trzeci, że taż komisja zatwierdzi warunki i skład sądu konkursowego dla wypracowania projektu rzeźbionego kościoła i będzie pełniła zwierzchni nadzór nad wykonaniem projektu.

Różne przyczyny złożyły się na to, że nie od razu przystąpiono do realizacji uchwały sejmowej. Jedną z nich był chaos inflacyjny, który utrudniał wszelką akcję, związaną ze zbieraniem potrzebnych na budowę funduszy. Pewne też trudności wynikały w związku z obiórem placu pod budowę świątyni. Logicznie nasuwającym się wnioskiem byłoby wznowienie budowy na dawnym miejscu, ale plany regulacyjne Warszawy, które w tym czasie opracowywano, inaczej rozporządzały miejscem pamiątkowym. Zachowały się z tego czasu pewne pomysły i szkice, proponujące kompromisowe załatwienie sprawy budowy świątyni Opatrzności. Najciekawszym dokumentem tego rodzaju są niewątpliwie inne trzy szkice Stanisława Noakowskiego, znajdujące się w kolekcji, zakupionej po śmierci znakomitego artysty przez Zarząd Funduszu Kultury Narodowej.

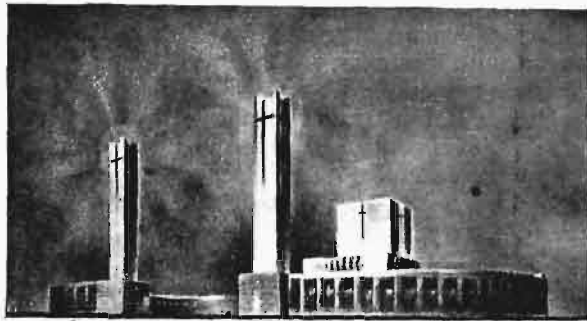
Są to projekty przekształcenia nieistniejącego już dziś soboru prawosławnego, na placu Marszałka Piłsudskiego, na kościół katolicki (rys. 3), utrzymane w duchu przypominającym architekturę kościoła św. Marka w Wenecji. Jak wiadomo, losy soboru ukształtowały się inaczej, i dzisiaj szkice Noakowskiego mają znaczenie wyłącznie dokumentu historycznego, i to raczej w odniesieniu do dziejów soboru, niż Kościoła Opatrzności Bożej. Natomiast gdy dyskusja nad wyborem placu pod budowę K. O. poczęła zataczać coraz szersze kręgi i sfery zainteresowane przeprowadziły wśród instytucyj kompetentnych coś w rodzaju ankiety na ten temat, gdy wreszcie, na skutek wznowienia akcji związanej z budową kościoła na Kamionku, poczęto wysuwać projekty, ażeby ten właśnie Kościół, zainicjowany ku uczczeniu zwycięstwa w roku 1920, zwanego popularnie „Cudem nad Wisłą”,



Rys. 4. St. Noakowski. Szkic Kościoła Opatrzności na Kamionku.

nazwać Kościołem Opatrzności, Noakowski ponownie zainteresował się przypuszczalnym wyglądem przyszłej świątyni - pomnika i wtedy to nakreślił szkic, na którym Kościół Opatrzności przedstawia się, jako budowla centralna (rys. 4).

Sugestia zatem, iż Kościół Opatrzności winien być budowlą centralną, znalazła w tych szkicach dalsze swe umocnienie. Umocnienie tak silne, że gdy ostatecznie przeznaczono pod budowę Kościo-



Rys. 5. Jeden z projektów I-go konkursu na Kościół Opatrzności.

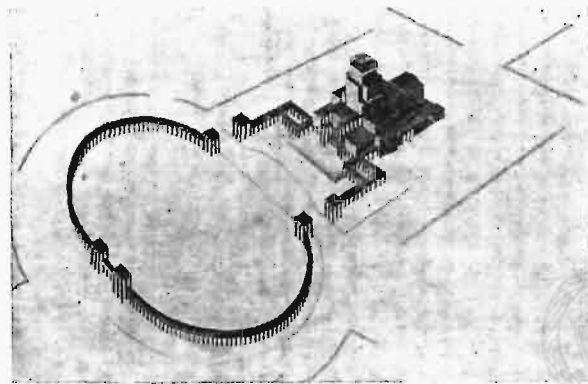
ła miejsce na polach mokotowskich, prace regulacyjne, związane z przygotowaniem podkładów, niezbędnych do przeprowadzenia zamierzonego konkursu, pokierowano tak, że w wyniku otrzymano plac gwiaździsty, utworzony przez przecięcie się trzech alei, mianowicie: Alei Sejmowej, Uniwersyteckiej i Wielkopolskiej.

Wreszcie przystąpiono do prac, związanych już bezpośrednio z ogłoszeniem konkursu, t. j. do opracowania warunków konkursowych. W naradach wzięli udział, oprócz osób, których obecność wskazywała ustawa sejmowa, także i przedstawiciele świata architektonicznego. Byłoby bezcelowem powtarzanie całkowitego przebiegu dyskusji. Wystarczy, gdy wymienimy te punkty, na których uwaga całego zebrania zatrzymała się dłużej. Dotyczyły one sprawy najważniejszej, t. j. wyglądu przyszłego kościoła. Chodziło o to, czy należy w warunkach konkursowych uprzywilejować jakiś styl historyczny, czy też pozostawić projektującym całkowitą swobodę. W toku dyskusji, jasnym stało, że pewne style historyczne mogłyby nasuwać reminiscencje niezbyt sympatyczne dla niektórych dzielnic kraju, że z kolei umieszczenie takich stylów na indeksie wymagałoby uzasadnienia, które wprowadziłoby do warunków konkursowych więcej zamieszania niż pożytku. To też, po dłuższej wymianie zdań, zgodzono się, by nie stawiać żadnych ograniczeń stylowych i pozostawić intuicji uczestników obiór właściwej drogi. Ustalono też, że konkurs będzie rozstrzygnięty 3-go maja 1930 r. i że, licząc się z tym terminem, należy opracować odpowiedni rozkład dalszych prac przygotowawczych. Prace te przeciągnęły się przez lato r. 1929 i z początkiem jesieni konkurs ogłoszono.

Termin składania prac konkursowych oznaczony był na dzień 30 marca 1930 r. W terminie tym złożono 58 projektów, których rozpatrzenie wstępne trwało do dnia 12 kwietnia i w tym też dniu Sąd Konkursowy, obradujący pod przewodnictwem Wicemarszałka Sejmu ks. Czetwertyńskiego, wysłuchał opinii rzeczoznawców architektów.

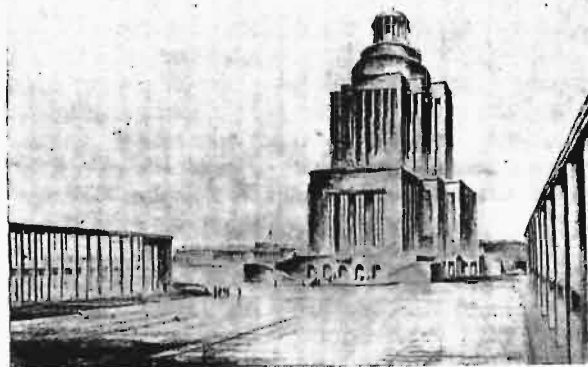
Całkowity przewód konkursowy został opublikowany początkowo w miesięczniku „Architektura i Budownictwo”, a następnie, zgodnie z postanowieniem Sądu Konkursowego, w osobnym wydawnictwie. Nie będę więc powtarzał szczegółów, które zainteresowani znaleźć mogą tam, natomiast zwrócić uwagę na te momenty, które nie nadawały się

do redakcji protokolarnej, gdyż dopiero później, w perspektywie czasu, wyraźniej się skryształizowały. Niemniej od razu rzuciło się w oczy referentom niedostateczne opracowanie warunków konkursowych, które popchnęło współzawodników konkursu na drogi nie zawsze szczęśliwe, a zato bardzo utrudniające pracę sądu konkursowego. Okazało się bowiem, że aczkolwiek, dla przyczyn wymienionych, nie sugerowano charakteru budowli centralnej, to jednak podkłady sytuacyjne zdawały się ją narzucać, narzucać tem silniej, że, jak to starałem się na początku wykazać, tradycja zwiadywała projekt raczej z typem centralnym. Z drugiej strony, rozkład przestrzeni użytkowej wnętrza domagał się charakteru wydłużonego, co wprowadzało dezorientację projektujących. Dalszy chaos powodowała kwestja pomieszczeń dla grobów zasłużonych. Przestrzeń, jakiej warunki konkursowe żądały, okazała się nieproporcjonalnie wielką. Tak wielką, że obalała koncepcję pomnika, wysuwając charakter jakiegoś „Campo Santo”. To też wiele skądinąd dobrych projektów nabrało dzięki tej



Rys. 6. B. Pniewski. Projekt kościoła O. B. z I-go konkursu. Widok z lotu ptaka.

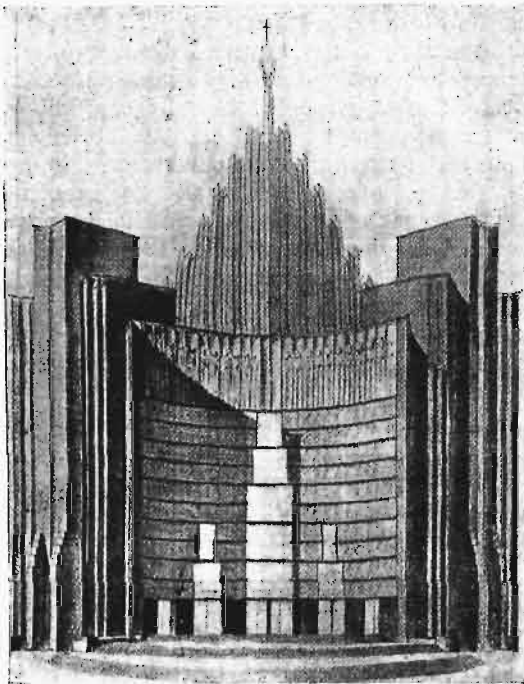
okoliczności charakteru wybitnie nekropolitalnego (rys. 5), a więc sprzecznego z intencjami konkursu. Jeżeli do tego dodamy często w dzisiejszej architekturze, nie tylko polskiej, spotykane nieumiejętne stosowanie krzyża, jako „motywu architekto-



Rys. 7. Z. Mączyński. Projekt kościoła O. B.

nicznego”, co nadaje wielu budowlom charakter obcy temu, jaki wiąże się, dla ogółu, z pojęciem kościoła katolickiego, możemy zrozumieć stanowisko zajęte przez referentów planu konkursowego, badających materiał zgromadzony, z punktu widze-

nia Episkopatu, w myśl którego żaden z projektów zakwalifikowanych przez referat architektoniczny nie nadawał się do realizacji, nie posiadając „ducha kościelnego, któryby wzbudzał ducha modlitwy”. Wreszcie ostatecznym niedopatrzaniem, które popchnęło architektów na błędne drogi nieograni-



Rys. 8. J. Witkiewicz. Projekt konkursowy świątyni O. B.

czonej fantazji, było zaniechanie wskazania rozmiarów kościoła, co doprowadziło do pomysłów wręcz fantastycznych. Okazało się bowiem, że rozpiętość pojemności zamknęła się w granicach od 40 000 m³ do przeszło 1 500 000 m³.

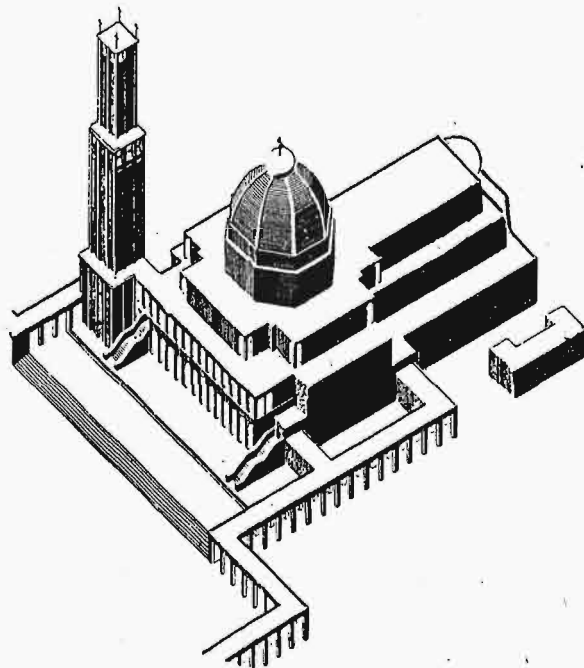
Biorąc tedy to wszystko pod uwagę, a nie wchodząc w krytykę poszczególnych projektów, należało uznać konkurs za nieudany. Było zbyt wiele zagadnień, których rozwiązanie nadawało się poniekąd do ponownego konkursu. Niemniej, względy formalne domagały się rozstrzygnięcia, za czym przemawiał nadto wysoki poziom wysiłku architektonicznego, jaki ujawniły nadesłane prace.

W ostateczności też, po długiej, kilkakrotnie odkładanej dyskusji, która ostatecznie podzieliła sąd na dwie grupy, reprezentujące poglądy świeckie i kościelny, wybrano siedem prac, pomiędzy które rozdzielono nagrody i zakupy. Ostateczne przyznanie nagród, dokonane na posiedzeniu w dniu 30 kwietnia, a więc po dwóch miesiącach pracy, co-prawda przerywanej, wysunęło na plan pierwszy trzy projekty, którym przyznano nagrody równorzędne, podkreślając poniekąd remisowy wynik konkursu. Nazwiska laureatów brzmiały: Pniewski (rys. 6), Mączyński (rys. 7) i Witkiewicz (rys. 8). Uwaga skupiała się w szczególności na Pniewskim, a to dlatego, że, oprócz nagrody, zdobył on jeszcze zakup za drugi swój projekt. Okazało się, że w grupie siedmiu wyróżnionych projektów dwa (rys. 9) należały do tego młodego architekta.

Dziś, gdy od rozstrzygnięcia pierwszego po wznowieniu aktualności sprawy budowy Kościoła Opatrzności konkursu, a licząc w chronologicznej kolejności drugiego, upłynęły niemal trzy lata, prze-

glądając uważnie protokoły sądu konkursowego i wczuwając się w nastroje, jakie się wokół plonu konkursowego wytworzyły, rozumiemy łatwiej, dlaczego sprawa uległa ponownemu zahamowaniu. Po pierwsze wyniki konkursu nie wskazywały w sposób zdecydowany dalszego przebiegu sprawy, narzucały myśl ponownego konkursu. Zrazu wydawało się oczywistością ogłoszenie rozgrywki pomiędzy trzema laureatami. Z drugiej zaś strony, sprawa była zbyt doniosłą, poprzednie warunki konkursowe zbyt powierzchownie opracowane. Rozumiano doskonale, że, po szczegółowej rewizji programu budowy, z dotychczasowej koncepcji może pozostać stosunkowo niewiele. Ze swej strony dodam, że w moim pojęciu konkurs dowiódł, iż zarówno autorowi programu, jak i autorowi projektów wykazali, że poglądy, jakimi operuje wiek XX w odniesieniu do architektury, niezwykle utrudniają podejmowanie wszelkich zagadnień z gruntu, a nie pośrednio monumentalnych. Czynnikiem kompozycji ustąpił w pracowni architekta miejsca projektowaniu, rozwiązaniu zadania. To też wszystkie, z małym tylko wyjątkiem, prace konkursowe miały rzuty poziome rozwiązane w ten sposób, w jaki się rozwiązuje plany sal koncertowych lub innych budowli o przeznaczeniu publicznym. Myśli twórczej w dyspozycji elementów rzutu poziomego, a więc tej elementarnej podstawy kompozycji, nie dostrzegano się prawie wcale.

Należało się więc liczyć ze wznowieniem konkursu. Odzywały się nawet głosy za nowym konkursem powszechnym, któremu należało nadać charakter jeszcze bardziej ideowy niż poprzedniemu. Ideowość tę chciano podkreślić zmniejszeniem obowiązującej skali, t. j. zastąpieniem podziałki 1 : 200 przez podziałkę 1 : 400. Do takiego konkursu we-



Rys. 9. B. Pniewski. Projekt (drugi) świątyni Opatrzności.

szliby na warunkach uprzywilejowanych dotychczasowi laureaci. Należy szczerze żałować, że myśl ta nie zyskała wówczas uznania. Na jej miejsce wybrano najmniej szczęśliwą drogę pośrednią, t. j. konkurs ścisły, do którego zaproszono laureatów, a nad-

to szereg innych architektów, uznanych za najwybitniejsze nazwiska w Polsce. Na liście tej, obok osób, których kompetencja nie nasuwała cienia wątpliwości, znalazły się inne, które nawet sferom zawodowym nie obiecywały zbyt wiele. Pozwoliłem sobie nazwać konkurs ścisły formą najmniej szczęśliwą poszukiwania projektu K. O., a to dlatego, że należy uważać ją za coś wręcz sprzecznego z ideą konkursu. Nie można zestawiać równorzędnie nazwisk wybranych dowolnie z nazwiskami tych siedmiu, którzy własnym wysiłkiem zdobyli sobie prawo do dalszej rywalizacji.

To, że ostatecznie konkurs dał wyniki lepsze niż konkurs z r. 1930, należy przypisać w pierwszej linii ściślejszemu opracowaniu warunków, chociaż i tym razem nie uniknięto błędów. Za błąd nie wątpliwy trzeba uznać przesadne rozmiary budynku preliminowane na 250 000 m³. Jest to poniekąd przesądzenie o nierealności projektu. Wobec tej okoliczności może nastąpić zwłoka, i to poważna,

rozpoczęcia budowy Kościoła Opatrzności. Na poparcie tych słów mógłbym przytoczyć szereg przykładów z dziejów narodów znacznie bogatszych niż Polska, które dowodzą, iż największy trud budowlany, związany ze wznoszeniem kościoła, to mury fundamentowe. Napływ funduszków wzmagają się w miarę dźwignia kościoła w górę. Nie szukając daleko, spojrzymy na losy Katedry Katowickiej, a wszelkie komentarze okażą się zbyteczne.

Drugim, może nietyle błędem, ile niedociągnięciem konkursowym, była jego strona urbanistyczna. Żadna z wyróżnionych w pierwszym konkursie prace nie rozstrzygała zadowalająco problemu, postawionego fałszywie już w założeniu konkursu.

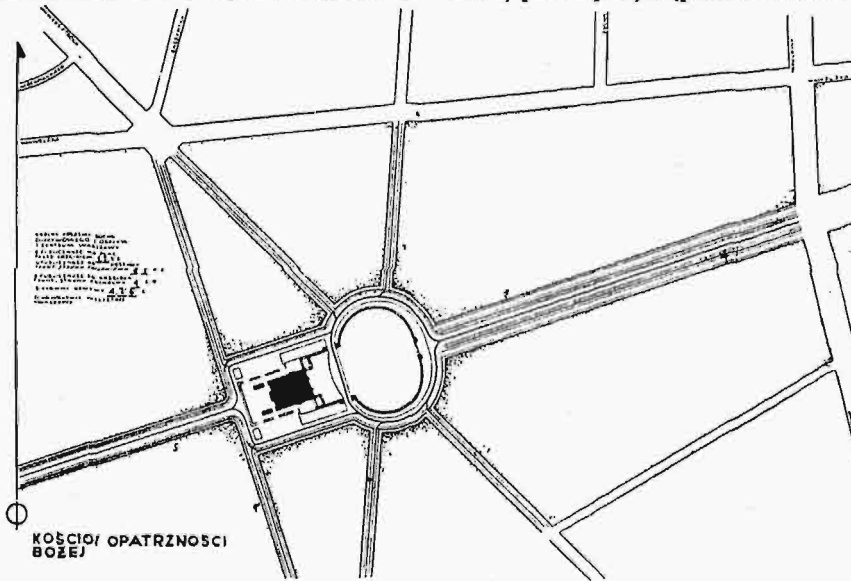
Można twierdzić, niemal bez obawy popełnienia omyłki, że wszelkie gwiazdziste skupienia ulic sugerują najbanalniejsze i najmniej obiecujące rozwiązania. Architekt, chcąc być konsekwentnym, stawia budynek na środku, tworząc kapitalną zapodla ruchu tranzytowego. Niewątpliwie, w przyszłym życiu Warszawy zarówno kierunek alei Wielkopolskiej, jak i Uniwersyteckiej, nie mówiąc już o Sejmowej, odgrywać będzie musiał bardzo poważną rolę. Takie zakorkowanie komunikacji gmachem poważnej Świątyni musi budzić zastrzeżenia. Świeżo w związku z odsłonięciem pomnika dla Poległych Lotników mieliśmy przykład kapitalnego wstrząsu w komunikacji, obsługującej połowę miasta. Należałoby z podobnych wypadków wyciągnąć naukę na przyszłość.

Pniewski, jako wybitny urbanista, ocenił właści-

wie niebezpieczeństwo tego węzła, ale zamiast usunąć zło radykalnie, postąpił tak, jak postępuje się wówczas, gdy mamy do czynienia z przeszkodami rzeczywistymi, t. j. jak gdyby ulice były już wytknięte (rys. 10). Sugerowały go nadto szlachetne ambicje zinterpretowania na naszym gruncie wspólniejszej kolumnady placu św. Piotra w Rzymie. Nie zwrócił natomiast dostatecznej uwagi na możliwości prawdziwie twórcze, jakie się kryją w falcie ustawienia kościoła pośród zieleności.

Ostatnim błędem warunków konkursowych, jaki nie został skorygowany, a który myśli być zmodyfikowany przed przystąpieniem do budowy, to zbyt pedan-

tyczny nacisk na rozmieszczenie dostojnych osób w czasie uroczystego nabożeństwa. Czytając warunki konkursu, odnosimy wrażenie, że dotyczą one raczej jakiegoś parlamentu lub sali koncertowej niż... świątyni. Takie postawienie sprawy musiało się odbić ujemnie na architekturze projektów. Architekci, z konieczności, po rozwiązaniu



Rys. 10. Plan sytuacyjny według projektu B. Pniewskiego.

rzutu poziomego w myśl warunków konkursowych, musieli się osobno zastanawiać nad sposobami, jakich należałoby użyć dla wydobywania „ducha modlitwy”.

Gdy pamiętając o tym szczególnie sięgniemy do przykładów historycznych, które służą ludzkości po kilka, a czasem nawet po kilkanaście stuleci, i spełniają wzorowo swe zadanie podczas najróżniejszych okoliczności, chociaż nie były budowane z równie przewidującą myślą jak ta, którą starano się umieścić w warunkach budowy Kościoła Opatrzności Bożej, nasuwa się przypuszczenie, czy nie to właśnie stało się w następstwie przyczyną „uświezczenia” świątyni Opatrzności.

Oceniam doniosłość „protokołu”; zdaję sobie sprawę, iż o „równości wobec Boga” myślimy zazwyczaj tylko w obliczu śmierci, ale nie mogę usunąć z pamięci słów pewnego księdza, z którym zamieniłem ich parę na wystawie pierwszego konkursu. Rozmowa nawiązała się właśnie w sprawie tylko co poruszonej, ksiądz bronił pewnego projektu, który jemu się podobał, przeciw moim zarzutom, wysuwanych zgodnie z wymaganiami programu. Chodziło o to, że autor omawianego projektu umieścił ołtarz główny w ten sposób, że rozdzielał on zgromadzenie na trzy grupy, wzajemnie się dostrzegające, w sposób, praktykowany w kościołach bazylikowych.

Gdy zwróciłem uwagę na ten szczegół, ksiądz odpowiedział: „Być może, iż jeśli nie będą mogli zajmować się sobą nawzajem, to zajmą się Bogiem?...”

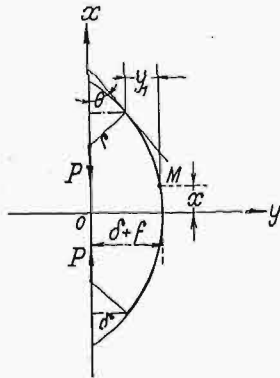
(d. n.).

O kształtach równowagi cienkiego pręta kołowego w pewnych szczególnych przypadkach obciążenia*)

Napisał Dr. Inż. F. Szelański.

§ 2. Obciążenie stanowią siły ściskające, działające mimośrodkowo na końce odcinka rozpatrywanego cienkiego pręta kołowego.

W powyższym zagadnieniu równanie równowagi będzie miało postać następującą:



rys. 8.

$$EJ \left(\frac{1}{\rho} - \frac{1}{\rho_0} \right) = P (y_1 + r \cos \theta_0) = P y, \quad (47)$$

gdzie przez θ_0 oznaczono kąt, jaki tworzy styczna z osią ox w punkcie krańcowym odkształconego pręta.

Różniczkując zatem równanie (47) względem s i uwzględniając w tem zależność

$$\frac{dy}{ds} = -\sin \theta,$$

otrzymamy

$$EJ \frac{d^2 \theta}{ds^2} = -P \sin \theta. \quad (48)$$

Mnożąc następnie wynik (48) przez $\frac{d\theta}{ds}$ i całkując będzie

$$\frac{EJ}{2} \left(\frac{d\theta}{ds} \right)^2 = P \cos \theta + P \mu, \quad (49)$$

gdzie stała całkowania μ jest

$$\mu = \frac{EJ}{2P} \left(\frac{P}{EJ} r \cos \theta_0 + \frac{1}{\rho_0} \right)^2 - \cos \theta_0,$$

i może się zawierać w granicach

$$\begin{aligned} \mu &> 1 \\ \mu &= 1 \\ -1 &< \mu < 1. \end{aligned}$$

Zagadnienie niniejsze jest więc analogiczne do zagadnienia uprzednio już rozpatrzonego w § 1.

Zatem równania odkształconych będą określone wzorami (12)—(13), (22)—(23), oraz (35)—(36).

W zastosowaniach praktycznych, podobnie jak w uprzednio rozpatrzonem zagadnieniu, jest ważny głównie przypadek ostatni dla $-1 < \mu < 1$, co ma miejsce przy stosunkowo dużych wartościach siły P oraz małych mimośrodkach δ .

Równanie zgiętej osi pręta będzie tutaj

$$y = \frac{1}{p^2} \left[2pk \operatorname{cn}(ps, k) - \frac{1}{\rho_0} \right], \quad (50)$$

gdzie

$$k = \sin \frac{\alpha}{2},$$

$$p = \sqrt{\frac{P}{EJ}},$$

oraz

$$\cos \alpha = -\frac{1}{2p^2} \left(p^2 r \cos \theta_0 + \frac{1}{\rho_0} \right)^2 + \cos \theta_0,$$

przyczem dla przesunięć bardzo małych można napisać

$$\cos \alpha = -\frac{1}{2D^2} \left(p^2 \delta + \frac{1}{\rho_0} \right)^2 + \cos \theta_0,$$

w którym to wyrażeniu δ oznacza stałą mimośrodek działania siły P .

Strzałka ugięcia będzie posiadała największą wartość, ze względu na symetrię obciążenia, dla długości łuku $s = \theta$.

Ze wzoru (50) otrzymujemy więc

$$\delta + f = \frac{1}{p^2} \left(2pk - \frac{1}{\rho_0} \right), \quad (51)$$

gdzie k oznacza moduł funkcji eliptycznych.

Wartość modułu k , jak również i φ_0 , będzie można określić z zależności

$$\frac{l}{2} \sqrt{\frac{P}{EJ}} = \int_0^{\varphi_0} \frac{d\varphi}{\sqrt{1 - k^2 \sin^2 \varphi}} = F(k, \varphi_0),$$

posiłkując się przytem tablicami funkcji eliptycznych.

Ponieważ jest

$$\sin \frac{\theta_0}{2} = k \sin \varphi_0, \quad (52)$$

oraz

$$k = \sqrt{\frac{1 + \frac{1}{2p^2} \left(p^2 \delta + \frac{1}{\rho_0} \right)^2 - \cos \theta_0}{2}},$$

to uwzględniając powyższą zależność we wzorze (52) będzie

$$\cos \varphi_0 = \frac{p^2 \delta + \frac{1}{\rho_0}}{2pk}. \quad (53)$$

Dobre wartości φ_0 i k winny więc czynić zadość równaniu (53).

Wzór (51) można jeszcze napisać w nieco odmiennej postaci, biorąc pod uwagę zależność (53),

w której $\cos \varphi_0 = \operatorname{cn} \left(\frac{pl}{2}, k \right)$.

*) Ciąg dalszy do str. 108 w zesz. 4 z r. b.

Wówczas będzie

$$\delta + f = \frac{1}{p^2 \rho_0} \left[\frac{p^2 \delta \rho_0 + 1}{\operatorname{cn} \left(\frac{pl}{2}, k \right)} - 1 \right] \quad (54)$$

Z powyższej równości jest widoczne, że musi być

$$\operatorname{cn} \left(\frac{pl}{2}, k \right) > 0,$$

lub inaczej

$$\operatorname{cn} \left(\frac{pl}{2}, k \right) > \operatorname{cn} (K, k),$$

skąd wynika

$$\frac{pl}{2} < K,$$

oraz

$$P < \frac{\pi^2 EJ}{l^2} F^2 \left(\frac{1}{2}, \frac{1}{2}, 1, k^2 \right), \quad (55)$$

gdzie $F \left(\frac{1}{2}, \frac{1}{2}, 1, k^2 \right)$ oznacza szereg hypergeometryczny, zbieżny dla $k < 1$.

Wartość modułu k jest tutaj również w częstych zastosowaniach technicznych stosunkowo niewielka, tak że będzie można nierówność (54) napisać w postaci następującej:

$$P < \frac{\pi^2 EI}{l^2}.$$

Zatem największe obciążenie pręta w tym przypadku, w założeniu niewielkich jego przesunięć lub małych wartości k , nie może być większe od obciążenia krytycznego pręta prostego o długości l oraz sztywności EJ .

Jeżeli w rozwinięciu funkcji $\operatorname{cn} \left(\frac{pl}{2}, k \right)$ w szereg pominać wyrazy, zawierające argument w potęgę czwartej i wyższej, to wzór (54) będzie można napisać w odpowiednio zmienionej postaci:

$$\delta + f = \frac{1}{p^2 \rho_0} \left[\frac{p^2 \delta \rho_0 + 1}{\cos \left(\frac{pl}{2} \right)} - 1 \right] \quad (56)$$

Jednakże stosowanie wzoru ścisłego (51) nie jest bynajmniej uciążliwe, jeżeli przyjąć pod uwagę, że wartość modułu k będzie można określić z zależności (53) dla $\cos \varphi_0 = \operatorname{cn} \left(\frac{pl}{2}, k \right)$, metodą

kolejnych przybliżeń w sposób następujący:

$$k_1 = \frac{p^2 \delta + \frac{1}{\rho_0}}{2p \left[1 - \frac{p^2 l^2}{8} + (1 + 4k_0^2) \frac{p^4 l^4}{384} \right]},$$

$$k_2 = \frac{p^2 \delta + \frac{1}{\rho_0}}{2p \left[1 - \frac{p^2 l^2}{8} + (1 + 4k_1^2) \frac{p^4 l^4}{384} \right]},$$

$$k = \frac{p^2 \delta + \frac{1}{\rho_0}}{2p \left[1 - \frac{p^2 l^2}{8} + (1 + 4k_2^2) \frac{p^4 l^4}{384} \right]},$$

gdzie k_0 jest liczbą dowolną, zawartą między ze-

rem i jednością, jeżeli jednocześnie ograniczyć się tylko do trzech pierwszych wyrazów rozwinięcia funkcji $\operatorname{cn} \left(\frac{pl}{2}, k \right)$ w szereg oraz do dwóch kolejnych podstawień, co w licznych zastosowaniach praktycznych jest w zupełności wystarczające⁹⁾.

Różnica między wzorem ścisłym (51) i przybliżonym (56), względnie wzorem

$$\delta + f = \frac{8 f_0}{p^2 l^2} \left[\frac{p^2 \delta \rho_0 + 1}{\cos \left(\frac{pl}{2} \right)} - 1 \right] \quad (57)$$

słusznym dla prętów dostatecznie płaskich, jest dla przesunięć małych stosunkowo mała i nie przekracza granic praktycznie dozwolonych.

Również zgodne wyniki przy powyższym ograniczeniu daje wzór

$$\delta + f = \frac{\delta + f_0}{\cos \left(\frac{pl}{2} \right)}, \quad (58)$$

wyprowadzony bezpośrednio z przybliżonego równania gięcia, w którym to wzorze f_0 oznacza początkową największą wartość strzałki nieodkształconego pręta.

Z przeprowadzonych badań omówionego zagadnienia jest widoczne, że miarą wytrzymałości cienkiego pręta kołowego jest wartość skrajnego naprężenia ściskającego

$$\sigma = \frac{P}{\omega} + \frac{P(\delta + f)}{W}$$

dla przynależnego obciążenia P i mimośrodowo działania tej siły δ .

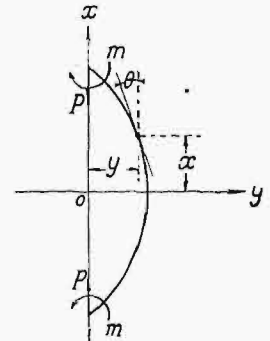
§ 3. Obciążenie stanowią siły ściskające oraz momenty giące, działające na końce odcinka cienkiego pręta kołowego.

Równanie różniczkowe równowagi będzie miało w tym przypadku kształt następujący (rys. 9):

$$EJ \left(\frac{1}{\rho} - \frac{1}{\rho_0} \right) = Py - m, \quad (59)$$

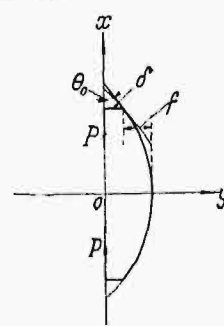
które zróżniczkowane względem s będzie

$$EJ \frac{d^2 \Theta}{ds^2} = P \sin \Theta.$$



rys. 9.

⁹⁾ Dla pręta prostego^{*)}, obciążonego mimośrodowo siłą P , jest



$$\delta + f = \frac{2k}{p} = 2k \sqrt{\frac{EJ}{P}},$$

przyczem k można określić z równania

$$\cos \varphi_0 = \operatorname{cn} \left(\frac{pl}{2}, k \right) = \frac{p \delta}{2k},$$

t. j. z równości

$$k = \frac{p \delta}{2 \left[1 - \frac{p^2 l^2}{8} + (1 + 4k^2) \frac{p^4 l^4}{384} \dots \right]}$$

drogą kolejnych przybliżeń.

^{*)} Ibid¹⁾.

Całkując następnie powyższe równanie otrzymamy

$$\frac{EJ}{2} \left(\frac{d\theta}{ds} \right)^2 = P \cos \theta + P \mu, \quad (60)$$

skąd z warunku, że dla $s = \frac{l}{2}$ jest $\frac{1}{\rho} = \frac{1}{\rho_m}$, zostanie określona stała całkowania

$$\mu = \frac{EJ}{2P\rho_m^2} - \cos \theta_m.$$

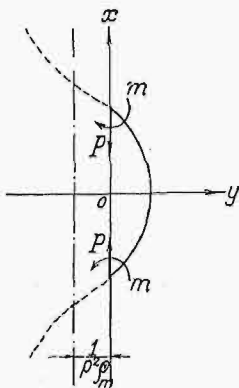
Najważniejszą częścią omawianego zagadnienia jest przypadek, gdy μ jest zawarte w poniższych granicach

$$-1 < \mu = -\cos \alpha < 1.$$

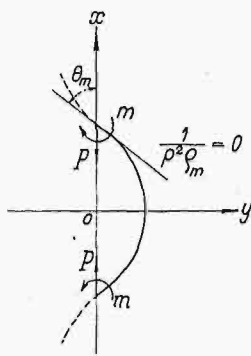
Z równania (59) jest

$$\frac{1}{\rho} = p^2 \left(y + \frac{1}{p^2 \rho_m} \right) = p^2 \eta.$$

W zależności od wartości ρ_m mogą być zasadniczo trzy rodzaje krzywych, wskazane na rysunkach 10, 11 i 12.



Rys. 10.



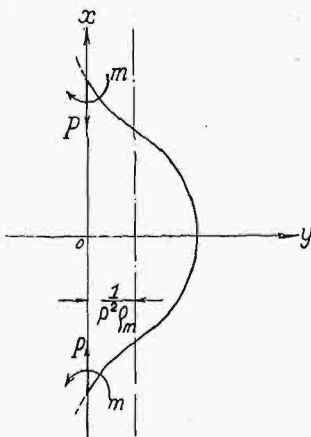
Rys. 11.

Równanie (60) będzie w tym przypadku

$$\frac{EJ}{2} \left(\frac{d\theta}{ds} \right)^2 + P (\cos \alpha - \cos \theta) = 0,$$

skąd po przekształceniu otrzymamy

$$\left(\frac{d\theta}{ds} \right)^2 = \frac{4P}{EJ} \left(\sin^2 \frac{\alpha}{2} - \sin^2 \frac{\theta}{2} \right). \quad (61)$$



Rys. 12.

Wprowadzając analogicznie jak w § 1 rozdz. I oznaczenia:

$$\sqrt{\frac{P}{EJ}} = p,$$

$$\sin \frac{\alpha}{2} = k \quad (62)$$

$$\sin \frac{\theta}{2} = k \sin \varphi, \quad (63)$$

oraz uwzględniając je następnie w równaniu (61), będzie

$$ds = \frac{1}{p} \frac{d\varphi}{\sqrt{1 - k^2 \sin^2 \varphi}},$$

skąd

$$ps = \int_0^{\varphi} \frac{d\varphi}{\sqrt{1 - k^2 \sin^2 \varphi}}$$

Z powyższej zależności wynika

$$\sin \varphi = sn(u, k),$$

gdzie

$$u = ps. \quad (64)$$

Dla wartości $s = \frac{l}{2}$ ze wzorów (62) i (63) jest

$$\sin \varphi_m = sn(u_1, k) = \frac{\sin \frac{\theta_m}{2}}{k} = \frac{\sin \frac{\theta_m}{2}}{\sqrt{\sin^2 \frac{\theta_m}{2} + \frac{1}{4p^2 \rho_m^2}}} \quad (65)$$

Z równości (65) można zauważyć, że największej wartości argumentu u_1 , a zatem i największej wartości obciążenia P , odpowiada $\rho_m = \infty$, t. j. wtedy, kiedy na końcach pręta powstają punkty przecięcia.

W powyższym przypadku jest zatem

$$sn(u_1, k) = 1,$$

skąd

$$u_1 = K.$$

Uwzględniając powyższy wynik w równości (64) będzie

$$K = \frac{pl}{2},$$

oraz

$$P_{KR} = \frac{4K^2 EJ}{l^2}, \quad (66)$$

przyczem moduł funkcji eliptycznych można określić ze wzoru (62) w postaci

$$k = \sin \frac{\theta_m}{2}. \quad (67)$$

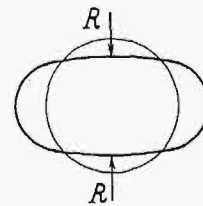
Zatrzymując w rozwinięciu wielkości K w szeregu pierwsze trzy wyrazy, oraz uwzględniając zależność (67), wzór (66) przyjmie wtedy kształt następujący:

$$P_{KR} = \frac{\pi^2 EJ}{l^2} \left(1 + \frac{1}{4} \sin^2 \frac{\theta_m}{2} + \frac{9}{64} \sin^4 \frac{\theta_m}{2} \right)^2. \quad (68)$$

Moment osadczy m z równości (59) wynosi

$$m = \frac{EJ}{\rho_0}.$$

W zastosowaniu do okręgu koła, obciążonego dwiema siłami ściskającymi R (rys. 13), będzie



Rys. 13.

$$k = \sin \frac{\pi}{4} = 0,70711,$$

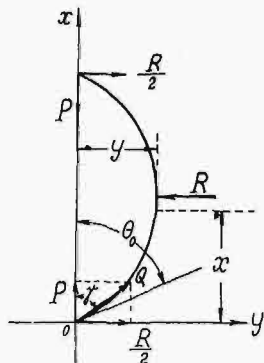
jak również na podstawie wzoru (68) wartość krytyczna obciążenia R wyniesie

$$R_{KR} = 2P_{KR} = \frac{2,691 EJ}{\rho_0^2}.$$

Rozdział II.

Kształty równowagi cienkiego pręta kołowego pod wpływem obciążenia siłami, działającymi wzdłuż dwóch danych prostych wzajemnie prostopadłych.

§ 1. Obciążenie stanowią siły ściskające, działające na końce rozpatrywanego pręta, oraz siła gnąca, działająca w środku jego długości.



Rys. 1.

Odcinek cienkiego pręta kołowego, o sztywności zabezpieczającej jego zwichrzenie, niech będzie odniesiony do układu osi współrzędnych prostokątnych x o y (rys. 1).

Obciążenie ściskające, działające na końce rozpatrywanego odcinka cienkiego pręta kołowego, oznaczamy przez P , jak również przez R obciążenie, działające w połowie długości tego pręta, prostopadle do obciążenia P .

Równanie różniczkowe gięcia przybierze postać następującą:

$$EJ \left(\frac{1}{\rho} - \frac{1}{\rho_0} \right) = -Py + \frac{R}{2}x, \quad (1)$$

które, po zróżniczkowaniu względem s , przekształci się w równanie

$$EJ \frac{d^2 \theta}{ds^2} = -P \sin \theta + \frac{R}{2} \cos \theta.$$

Mnożąc następnie otrzymaną równość przez $\frac{d\theta}{ds}$ i całkując będzie

$$\frac{EJ}{2} \left(\frac{d\theta}{ds} \right)^2 = P \cos \theta + \frac{R}{2} \sin \theta + Q\mu, \quad (2)$$

gdzie

$$Q = \sqrt{P^2 + \frac{R^2}{4}}$$

oznacza całkowitą reakcję przegubu pręta.

Stała całkowania μ może być określona z warunku, że dla $s=x=y=0$ jest $\frac{1}{\rho} = \frac{1}{\rho_0}$.

Zatem

$$\mu = \frac{EJ}{2Q\rho_0^2} - \frac{P}{Q} \cos \theta_0 - \frac{R}{2Q} \sin \theta_0. \quad (3)$$

Oznaczając następnie przez γ kąt, jaki tworzy wypadkowa z osią ox , i uwzględniając ponadto, że

$$P = Q \cos \gamma \quad (4)$$

i

$$\frac{R}{2} = Q \sin \gamma, \quad (5)$$

równość (3) po odpowiednim przekształceniu przybierze postać

$$\mu = \frac{EJ}{2Q\rho_0^2} - \cos(\theta_0 - \gamma). \quad (6)$$

Zbadanie całokształtu zagadnienia będzie uskutecznione, przyjmąwszy kolejno

$$\begin{aligned} \mu &> 1 \\ \mu &= 1 \\ -1 &< \mu < 1. \end{aligned}$$

A) Należy zatem rozpatrzyć przypadek pierwszy, gdy stała całkowania μ jest większa od jedności.

Uwzględniając więc w równaniu (2) zależności (4) i (5), oraz oznaczając

$$q = \sqrt{\frac{Q}{EJ}},$$

wzór wyrażający krzywiznę pręta będzie

$$\frac{d\theta}{ds} = \frac{2q}{k} \sqrt{1 - k^2 \sin^2 \left(\frac{\theta - \gamma}{2} \right)}, \quad (7)$$

gdzie

$$k = \sqrt{\frac{2}{1 + \mu}} \quad (8)$$

oznacza moduł funkcji eliptycznych.

Zakładając następnie

$$\sin \left(\frac{\theta - \gamma}{2} \right) = \operatorname{sn}(u, k), \quad (9)$$

wzór (7) przybierze wtedy kształt nieco zmieniony

$$\frac{d\theta}{ds} = \frac{2q}{k} \gamma \operatorname{dn}(u, k), \quad (10)$$

skąd przez scałkowanie otrzymamy wartość łuku

$$s = \frac{k}{q} (u - u_0). \quad (11)$$

W dalszym ciągu należy zauważyć, że

$$\begin{aligned} \cos(\theta - \gamma) &= \cos \theta \cos \gamma + \sin \theta \sin \gamma = \\ &= 1 - 2 \sin^2 \left(\frac{\theta - \gamma}{2} \right), \quad (12) \end{aligned}$$

jak również, że istnieją zależności

$$\begin{aligned} \frac{dx}{ds} &= \cos \theta \\ \frac{dy}{ds} &= \sin \theta. \end{aligned}$$

Podstawiając powyższe we wzór (12) oraz odpowiednio przekształcając i całkując, będzie

$$\begin{aligned} x \cos \gamma + y \sin \gamma = \\ = \frac{1}{kq} \left\{ 2 [E(u, k) - E(u_0, k)] + (k^2 - 2)(u - u_0) \right\}, \quad (13) \end{aligned}$$

gdzie oznaczono

$$E(u, k) = \int_0^u \operatorname{dn}^2(u, k) du.$$

Ostatecznie więc z równań (1) i (13), przy uwzględnieniu zależności (10), oraz wartości

$$\cos \gamma = \frac{P}{Q} \quad (14)$$

i

$$\sin \gamma = \frac{R}{2Q} \quad (15)$$

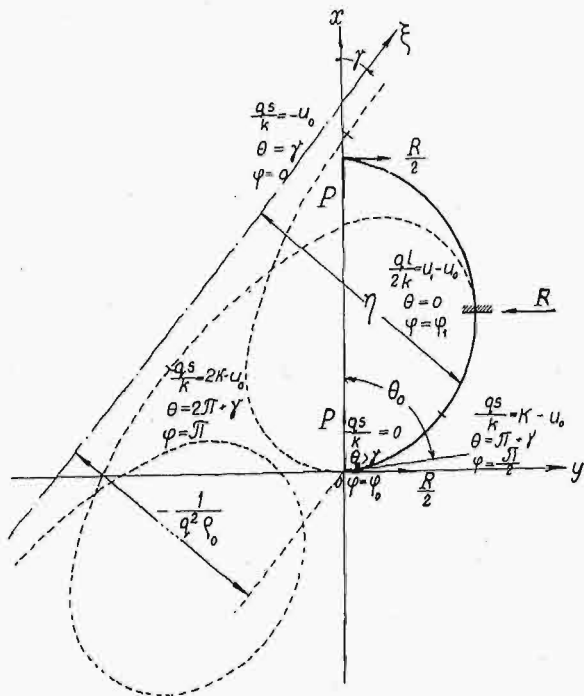
określone zostaną wartości rzędnych dowolnego punktu odkształconej pręta w postaci następującej:

$$\begin{aligned} y = \frac{R}{2kq} \left\{ 2 [E(u, k) - E(u_0, k)] + \right. \\ \left. + (k^2 - 2)(u - u_0) - \frac{2Pk}{Rq} \left[\frac{2q}{k} \operatorname{dn}(u, k) - \frac{1}{\rho_0} \right] \right\}, \quad (16) \end{aligned}$$

$$x = \frac{P}{Qqk} \left\{ 2 [E(u, k) - E(u_0, k)] + (k^2 - 2)(u - u_0) + \frac{Rk}{2Pq} \left[\frac{2q}{k} \operatorname{dn}(u, k) - \frac{1}{\rho_0} \right] \right\}. \quad (17)$$

Oznaczenie kształtu krzywej w sposób podany w rozdziale pierwszym byłoby w danym przypadku bardzo uciążliwe, przeto dogodniej będzie skorzystać głównie z zależności (9) i (11).

Należy przytem zauważyć, że rozpatrywana krzywa, określona równaniami (16) i (17), nie po-



Rys. 2.

siada punktów przegięcia, gdyż ze wzoru (10) jest widoczne, że krzywizna pręta wartości zerowej osiągnąć nie może dla wartości rzeczywistych argumentu u .

Uwzględniając następnie w równaniu (1) wartości (14) i (15), otrzymamy

$$\frac{1}{\rho} = -q^2 \left(y \cos \gamma - x \sin \gamma - \frac{1}{q^2 \rho_0} \right) = -q^2 \eta, \quad (18)$$

gdzie przez η oznaczono wartość rzędnej dowolnego punktu krzywej względem prostej ξ , nachylonej do osi ox pod kątem γ (rys. 2).

Z powyższego wynika, że zagadnienie jednoczesnego ściskania pręta kołowego siłą P i zginania siłą R w odniesieniu do układu osi xoy (rys. 1) jest analogiczne do zagadnienia równowagi pręta uprzednio rozpatrzonego w rozdziale I, w odniesieniu do przesuniętego układu osi, oraz pochyłego względem uprzednich pod kątem γ (rys. 2).

Poszczególne wartości s , θ i γ dla charakterystycznych punktów krzywej są podane w niżej załączonej tabelce:

$\frac{q}{k}s$	$-u_0$	0	$K - u_0$	$2K - u_0$	$3K - u_0$	$4K - u_0$
θ	γ	$\theta_0 > \gamma$	$\pi + \gamma$	$2\pi + \gamma$	$3\pi + \gamma$	$4\pi + \gamma$
φ	0	φ_0	$\frac{\pi}{2}$	π	$\frac{3\pi}{2}$	2π

Dla wartości łuku $s = \frac{l}{2}$, t. j. w połowie długości pręta kąt θ równa się zero, czyli styczna w tym punkcie krzywej jest równoległa do osi ox .

Tak więc kształt krzywej odkształconego pręta jest uwidoczniony na rys. 2.

Największa wartość strzałki ugięcia ma miejsce w połowie długości pręta dla argumentu $u = u_1$.

Zatem

$$f_1 = \frac{R}{2kQq} \left\{ 2 [E(u_1, k) - E(u_0, k)] + (k^2 - 2)(u_1 - u_0) - \frac{2Pk}{Rq} \left[\frac{2q}{k} \operatorname{dn}(u_1, k) - \frac{1}{\rho_0} \right] \right\}, \quad (19)$$

gdzie moduł funkcji eliptycznych z równania (10) jest

$$k = 2q\rho_0 \operatorname{dn}(u_0, k), \quad \dots \quad (20)$$

zaś argumenty u_1 i u_0 można będzie określić z zależności

$$\operatorname{sn}(u_1, k) = -\sin \frac{\gamma}{2} = \sqrt{\frac{1 - \cos \gamma}{2}}$$

i

$$\frac{ql}{2k} = u_1 - u_0,$$

otrzymanych bezpośrednio z równań (9) i (11).

Omówione powyżej wyniki są słuszne dla obciążenia Q , zawierającego się w granicach

$$2q\rho_0 \operatorname{cn}(u_0, k) < 1,$$

co wynika bezpośrednio z warunku $\mu > 1$.

(a. c. n.).

Wagony silnikowe Fiat

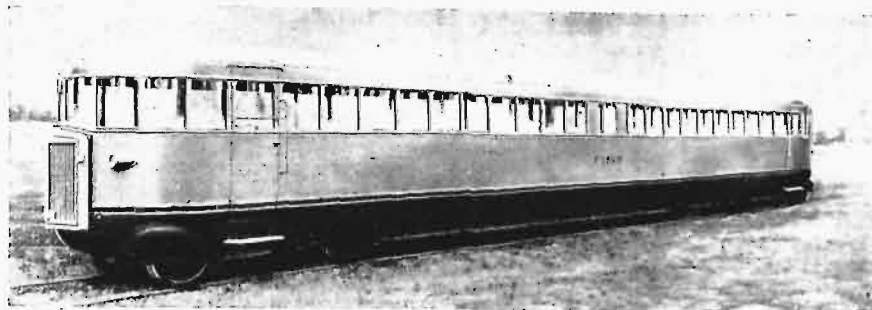
Ostatnie dziesięciolecie wykazało we wszystkich krajach, między innymi i we Włoszech, poważny wzrost liczby samochodów i ruchu samochodowego, w wyniku czego nastąpiło przenoszenie się przewozów osobowych i towarowych, w szczególności drobnicy i towarów bardziej wartościowych, z kolei na samochody.

Zjawisko to jest całkiem zrozumiałe wobec roz-

woju wspianego budownictwa drogowego Włoch, zezwalającego na nieosiągalne dotychczas szybkości transportu drogowego.

Samochód zabrał kolejom niepodzielny dotychczas monopol przewozowy i konkuruje nie tylko niższymi stawkami przewozowymi, ale przede wszystkim większymi: szybkością i gęstością ruchu. Ciężki aparat kolejowy zaczął tracić przewozy; środki zaradcze, w postaci rewizji stawek przewozowych, mniejszych lub większych usprawnień ruchu, okazały się półśrodkami, które zawiodły.

To też w krótkim czasie rząd włoski stanął przed widmem poważnych, rosnących z roku na rok deficytów kolejowych, naruszających podstawy budżetu państwowego.



Rys. 1. Widok 80-osobowego wagonu silnikowego bud. fabr. Fiat o 2 silnikach po 120 KM.

Po dłuższych debatach w Ministerstwie Komunikacji, rozpoczęto próby zaradcze i jako obiekt obrano małą kolej lokalną, o długości 7 km, łączącą miejscowości Cerignola miasto i Cerignola wieś w północnych Włoszech. Trakcja parowa na tej linii spadła do 3 par pociągów dziennie i wobec konkurencji autobusów, kursujących na szosie równoległej, ruch miał być zatrzymany wogóle. Próby poruczono firmie Fiat w Turynie, która tytułem pierwszej próby umieściła 3 normalne 26-osobowe autobusy drogowe na wagonowych kołach żelaznych i otrzymała w ten sposób, po małych modyfikacjach, trzy pierwsze jednokierunkowe autobusy szynowe. Ruch próbny, dzięki zainteresowaniu publiczności nowym środkiem przewozowym, dał wyniki doskonałe, i obecnie, po 2 latach, na linii tej kursuje 15 par wagonów silnikowych, o frekwencji 10-krotnie większej, niż przy trakcji parowej. Linje autobusowe drogowe uległy zwinięciu.

Zachęczone tym wynikiem koleje włoskie i firma Fiat przystąpiły do opracowania projektu wagonu silnikowego 2-kierunkowego, łączącego w sobie wszystkie zalety autobusu drogowego, t. j. małą wagę, dobry rozruch, wysoką szybkość i oszczędną eksploatację, z zaletami środków przewozowych szynowych, i Fiat wykonał w swoich zakładach budowy wagonów w Turynie pierwszy wagon silnikowy, normalnotorowy, 48-osobowy, nazwany później od swojej stacji macierzystej Littoria—„Littorina”. Wagon ten rozwija szybkość do 120 km/godz., posiada silnik 120 KM, 6-cylindrowy, benzynowy, spoczywający na specjalnym wózku 2-osiowym. Drugi wózek, również 2-osiowy, jest konstrukcji specjalnej. Waga tego wozu, z jedną osią napędzaną, wynosi ok. 11 000 kg.

Z wagonem tym przeprowadzono we Włoszech próby, które wykazały konieczność modyfikacji sprzęgła oraz innych szczegółów. Prób dokonano w komunikacji miejscowej i dalekobieżnej, na szlakach Turyn — Aosta, Turyn — Medjolan, Turyn — Florencja — Rzym — Fornia. Rozchód benzyny wynosił przeciętnie, przy pełnym obciążeniu wagonu, szybkości max. i wzniesieniu stałym do 5⁰/₁₀₀₀ około 250 do 280 g/km, rozchód smarów ok. 800 g/100 km. 48 osobowy wagon okazał się dla niektórych szlaków zbyt mały, a dla linii górskich za mało szybki.

Wobec tego fabryka Fiat opracowała i wykonała 3 dalsze typy wagonów silnikowych, mianowicie:

1. Wagon silnikowy 120 KM, z silnikiem benzynowym, 48-osobowy, z toaletą i przedziałem bagażowym, o wadze netto 12 300 kg i szybkości max. do 115 km/godz.

2. Wagon silnikowy 120 KM z silnikiem benzynowym, 64-osobowy, toaletą i przedziałem bagażowym, o wadze netto 14 000 kg i szybkości max. do 100 km/godz.

3. Wagon silnikowy dalekobieżny, 2×120 KM, z silnikiem benzynowym, 80-osobowy, z toaletą i przedziałem bagażowym, o wadze netto 19 000 kg. i szybkości max. do 130 km/godz.

Ostatnio wymieniony wagon posiada pierwszorzędne zalety górskie, bierze łuki o promieniu do 180 m i na wzniesieniu 30⁰/₁₀₀₀, na linii prostej, jedzie z szybkością 45 km/godz.

Charakterystyka wozów powyższych jest następująca:

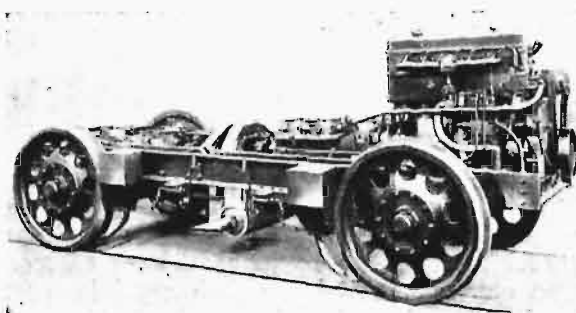
	wagon 48-osob.	64-osob.	80-osob.
długość pudła wagonu	14,00 m	17,6 m	22,0 m
odstęp sworzni wózków	9,55 „	12,35 „	16,5 „
rozstaw osi wózków	2,8 „	2,8 „	2,8 „
waga netto wagonu	12 300 kg	14 000 kg	19 000 kg
ładowność	4 500 „	6 000 „	8 000 „
waga brutto	16 800 „	20 000 „	27 000 „
moc silników	120 KM	120 KM	240 KM
szybkość max. na godz.	115 km	100 km	130 km
„ na wznies. 5 ⁰ / ₁₀₀₀	90 „	85 „	110 „
„ „ „ 10 „	65 „	60 „	80 „
„ „ „ 15 „	60 „	50 „	75 „
„ „ „ 20 „	55 „	40 „	70 „
„ „ „ 30 „	40 „	35 „	45 „
rozchód benzyny na 100 km	30 kg	33 kg	60 kg
„ smarów „ 100 km	0,9 „	1,0 „	1,65 „

Silnik FIAT 255:

∅ cylindra	115 mm
skok tłoka	160 „
stopień sprężania	1 : 5
gaźnik Solex	46 MOVSL.

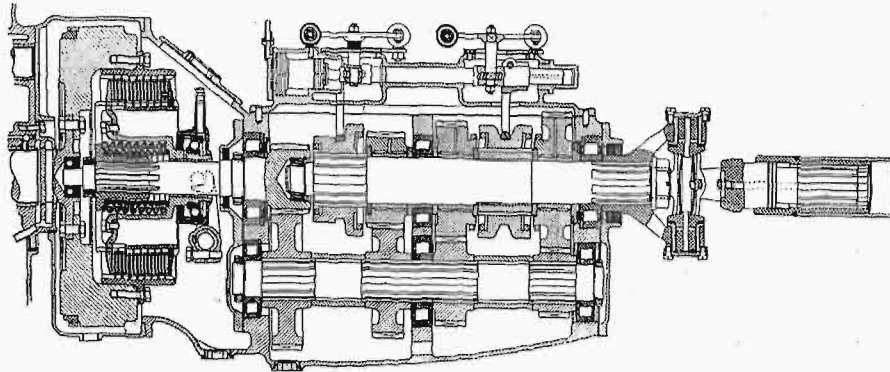
Skrzynka biegów:

1. bieg	1/4,36
2. „	1/2,8
3. „	1/1,75
4. „	1/1
reduktor	1/1,538
koła stożkowe	1/1,195
waga koła bez bębna hamulcowego	215 kg.



Rys. 2. Widok wózka silnikowego z silnikiem 120 KM. Ciężar wózka 3600 kg.

Szkielety pudeł wagonów wykonano ze stali profilowej, spawanej elektrycznie; szkielet pokryty jest blachą aluminiową. Pudło posiada 4-o drzwi metalowych, po 2 u każdego końca, oświetlenie elektryczne zewnętrzne i wewnętrzne z akumula-



Rys. 3. Skrzynka biegów.

torów, chodniki gumowe, siedzenia kryte skórą, okna typu samochodowego, z napędem korbowym, uszczelnione gumą. Nastawniki istnieją dwa, po jednym w każdym końcu, z fotelami dla kierowcy. Regulacja biegów i hamowanie pneumatyczne. Regulacja gazu i zapłonu silnika mechaniczna. Ogrzewanie spalinami. Hamulce bębnowe z klockami działającymi na wewnętrzny obwód, wyłożony materiałem ferodo. Silnik benzynowy 6-cylindrowy Fiat 255 rozwija 120 KM przy 2000 obr/min i tworzy ze sprzęgłem wielotarczowym, skrzynką biegów i systemem wolnego koła — blok, spoczywający na specjalnych łożach gumowych wózka celem zmniejszenia drgań. Podwójne złącze elastyczne z reduktorem i dyferencjałem przenosi ruch na oś wózka. Waga kompletnego wózka silnikowego z zestawem kołowym wynosi 3 600 kg, waga wózka nośnego 2250 kg.

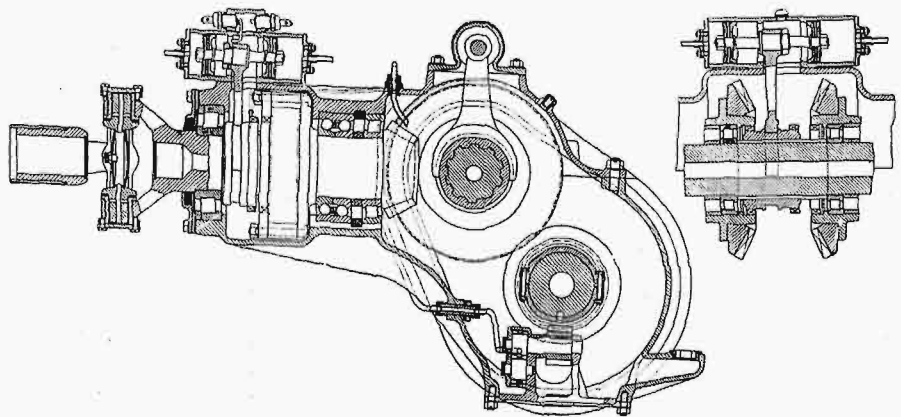
Jak z powyższego widać, budowa, zarówno pudła wagonu, jak i wózków, prowadzona była w kierunku zmniejszenia wagi wagonu do minimum. Wysokowartościowy materiał konstrukcyjny, uniknięcie nitowania, powszechne stosowanie spawania elektrycznego i acetylenowego zezwoliły na stworzenie wagonu niezmiernie lekkiego, a jednak wytrzymałego. Rozważmy, jako przykład, wagon typu 80, którego pudło bez wózków waży 11 800 kg przy długości 22 m; nacisk przeciętny na zestaw kołowy wynosi tu netto 4,75 t, a brutto 6,75 t, stosunek wagi własnej do ładowności 0,44, obciążenie na 1 m b. ok. 1,23 t/m. Wysokość wagonu wynosi od głowki szyn 3,040 m, szerokość największa, przy opuszczonych stopniach, 2,680 m, środek ciężkości leży ok. 0,6 m ponad główkami szyn. Wagon obliczony został na ruch zupełnie samodzielny, rama nie jest obliczona na ściskanie ani na rozciąganie, z tego też powodu brak zarówno zderzaków, jak i sprzęgów.

Kwestji uzyskania cichego biegu poświęciła firma dużo uwagi, wychodząc jednak z założenia, że narazie stosowanie opon gumowych do biegu na szynach będzie dla kolejnictwa nowością niepożądaną, ze względu na brak istotnie pewnych konstrukcji obręczy gumowych lub pneumatycznych; ograniczono się więc do rozwiązania sprawy resorów, stosując system resorów kombinowanych podwójnych, eliptycznych i spiralnych z jednej strony, oraz oparcie pudła wagonu na blokach gumowych, specjalnej budowy pustakowej, z drugiej strony. Dwuletnie doświadczenie wykazało taniłość i doskonałe działanie tego ustroju.

Głowice i rozrząd silnika wystają ponad podłogę wagonu; sprawdzenie więc silnika w czasie jazdy (po otwarciu maski) jest łatwe.

Eksploatacja, wobec małego rozchodu benzyny, jest niezmiernie tania, oczywista rzecz jednak droższa od napędu silnikiem Diesela.

W chwili obecnej wytwórnia Fiat pracuje intensywnie nad odpowiednią modyfikacją silnika 255 na okowitę, czyli surowy spirytus gorzelniczny o zawartości ok. 92% alkoholu. Próby wykazały potrzebę stosunkowo małych modyfikacji, które ograniczają się do zwiększenia stopnia sprężania i zmontowania dodatkowej dyszy w gaźniku. Silnik rusza na benzynie i po należytem nagraniu się przełączany jest na okowitę. Wyniki osiągnięte z silnikami samochodowymi typu 108 i traktorowymi zezwalają na wyjście z fazy doświadczalnej i na dostawę serijną silników gaźnikowych, modyfikowanych na okowitę. Przez poprawę sprawności osiągnięto już obecnie, w stosunkowo krótkim czasie, tak dodat-



Rys. 4. Układ wolnego koła.

ni wynik, że rozchód okowity, w g/km lub g/KMgodz, jest wyższy tylko o 10 — 15% niż rozchód benzyny w analogicznym silniku i przy analogicznych obciążeniach. Przez odpowiednią zmianę kształtu głowicy i nadanie płynącej do cylindra mieszance odpowiedniego ruchu wirowego, można będzie prawdopodobnie jeszcze wyżej podnieść sprawność i osiągnąć dalsze obni-

żenie różnicy rozchodu jednostkowego w stosunku do benzyny. Próby wykazały nadto, że pozostałości spalania, spotykane na denkach tłokowych, zaworach i t. d., są miękkie i łatwe do usunięcia, w przeciwieństwie do pozostałości

benzyny, która daje osady zgrafitowane, twarde, niszczące ścianki cylindrów.

Zastosowanie surowego spirytusu gorzelnicznego ma znaczenie o tyle, że — w warunkach polskich — jest to bodaj najtańsze paliwo ciekłe.

Inż. St. Jarociński.

PRZEGLĄD PISM TECHNICZNYCH

BUDOWNICTWO.

Trzęsienie ziemi w Long Beach.

Podczas silnego trzęsienia ziemi w dn. 10 marca r. b. w połudn. Kalifornji zginęło 151 ludzi, straty zaś materialne oceniane są na 400 milj. zł. Ogółem doznało szkód 30 miejscowości, m. in. także Los Angeles, największe zaś zniszczenie wystąpiło w Long Beach. Atoli i tu budynki o szkieletach stalowych i żelbetowych wykazały nieznaczne tylko uszkodzenia. Mogły więc one być po paru dniach znów zamieszkałe, z wyjątkiem niewielu gmachów, gdzie wystąpiły poważniejsze uszkodzenia tynków, grożące zawaleniem się i wymagające większego remontu. Natomiast liczne stare domy, zwłaszcza 1 i 2-piętrowe z cegły, zawały się w całości lub częściowo, przyczem większość wypadków śmiertelnych z ludźmi wynikało wskutek uderzeń walących się na ulicę murów. Domy te wypadło albo rozebrać zupełnie, albo podejmować ich naprawę wielce kosztowną.

Przewody wodociągowo-kanalizacyjne w Long Beach nie ucierpiały niemal wcale. Dopływ prądu elektrycznego nie ustał ani na chwilę. Dostarczanie wody podjęto prawie w całej sieci w 2 dni po katastrofie; dostarczanie gazu zostało natychmiast po pierwszych wstrząsach przerwane z obawy o wzniesienie pożaru. Oczyszczanie gruzów z ulic przeprowadzono tak szybko, że normalny ruch mógł się rozwinąć już po 3-ch dniach. (*Eng. News-Rec.* t. 110 (1923), str. 353/55). *M.*

HUTNICTWO.

Wytwórczość surowki żelaza i stali w r. 1930.

Wedł. danych statystycznych, publikowanych przez czasopismo „Stahl und Eisen“, światowa wytwórczość surowki i stali przedstawiała się w r. 1932 następująco.

W Niemczech wytworzono 3,932 milj. t surowki (1931 r. — 6,063), 5,751 milj. t stali (8,291), 4,537 milj. t wyrobów walcowniczych (6,584). W lutym r. b. ze 153 wielkich pieców czynnych było 45, zgaszonych 39, gotowych do uruchomienia 27, w naprawie 15 i 27 nieczynnych.

W Luxemburgu wytworzono 1,959 milj. t surowki i 1,956 milj. t stali, w Belgji — odp. 2,184 i 2,809 milj. t oraz 2,09 milj. t wyrobów walcowniczych. W końcu grudnia pracowało 82 z pośród 212 wiekłych pieców.

W W. Brytanji wytwórczość wyniosła: surowki 3,63 milj. t, stali 5,341 milj. t. Z 337 wielkich pieców czynnych było w końcu grudnia 60. Na Węgrzech wytworzono 66 280 t surowki i 179 840 t stali, w Austrii — 94 468 t surowki, 204 514 t stali i 165 853 t gotowych wyrobów. Włochy wytworzyły 460 538 t surowki i 1,391 milj. t stali, zaś Stany Zjedn. — 8,813 milj. t surowki (18,721 milj. t w r. 1931) i 13,305 milj. t stali zlewnej, poza stalivem, stalą tyglową i elektrostalą (w r. 1931 — 25,417 milj. t).

Wytwórczości hut polskich statystyka niemiecka nie podaje, choć wytwórczość ta jest oczywiście wyższa, niż np.

Węgier i Austrii. Wobec tego uzupełnimy te dane statystyką polską, wykazującą w r. ub. wytwórczość surowki 198 670 t, stali 550 750 t i wyrobów walcowniczych 387 350 t. Liczba wielkich pieców ogółem w Polsce — 33 (czynnych w grudniu 1932 r. — 6), pieców martenowskich — 69 (czynnych 12), elektrycznych 10 (czynnych 9). Wytwórczość hut polskich stanowiła w r. ub. w stos. do roku 1913: w dziale wielkich pieców 19,27%, w dziale stalowni — 33,17%, w dziale wyrobów walcowniczych — 32,32%. Dane dotyczące Polski zaczerpnęliśmy ze statystyki drukowanej w czasopiśmie „Hutnik“ (1933 r., zesz. 1—2). *C.*

KOLEJNICTWO.

Pomiary drgań nawierzchni toru kolejowego.

Jak wiadomo, do pomiarów drgań nawierzchni stosuje się zasadniczo dwie metody: w jednej używa się przyrządów dźwigniowych, w drugiej — elektro-optycznych. Do badań naukowych nadaje się bardziej ta druga metoda.

Autor (H. W. Koch, dysertacja złoż. w Politechnice Hanowerskiej) opisuje swe badania, wykonane przy pomocy aparatury piezokwarcowej, nadającej się szczególnie do badań dużej częstotliwości. Przyrząd umożliwiał równoczesny pomiar przyspieszeń w sześciu miejscach, wyposażonych w urządzenia pomiarowe. Przyspieszenia, przeniesione na płytki kwarcowe, wywołują — wobec efektu piezoelektrycznego — proporcjonalne wahania ładunku elektrycznego; wahania te, uzewnętrzniające się jako wahania napięcia, są wzmacniane zapomocą odp. lampy katodowej i zamieniane na wahania natężenia prądu. Te zaś z kolei są rejestrowane na taśmie papierowej w funkcji czasu.

Częstotliwość drgań własnych masy przyrządu obliczono na 3770 okr./sek, zaś nitki galwanometru w aparacie rejestrującym — 900 i 1200 okr./sek. Urządzenia pomiarowe zostały wyposażone w odp. kondensatory elektryczne, dostosowane do wysokich przyspieszeń, i umocowane do szyny.

Jako miejsce badań, służył tor na stacji przetokowej Hanower. Mierzono przyspieszenie pionowe na szynie nad podkładem i na szynie swobodnej oraz przyspieszenie poziome wzdłuż i w poprzek osi toru. W tym celu przepuszczano przez badany odcinek popchnięty wagon towarowy, parowóz luzem i wraz z 4-ma jednakowymi wagonami, biegnący z szybkością od 6 do 43 km/h. Pomiaru nie wykazały zależności pomiędzy częstotliwością i przyspieszeniem a szybkością jazdy. Natomiast stwierdzono dla danych punktów pomiaru pewne grupy częstotliwości, jako im właściwe. Szyna nad podkładem, przy pomiarach pionowych, wykazała naprz., jako przeważającą, częstotliwość 350 do 370 okr./sek, szyna swobodna — 350 okr./sek w kierunku poziomym wzdłuż szyny, zaś 310 — 330 — w poprzek. Poniżej 160 okr./sek częstotliwości nie stwierdzono.

Na podstawie zmierzonych w 5 punktach przyspieszeń pionowych obliczono, przy pomocy krzywych ugięć, dodat-

kowe naprężenia, które wynosiły: przy 350 okr/sek 110 i 100 kg/cm², przy 195 okr/sek — 310 kg/cm².

Znalezione wartości częstotliwości są zgodne z podanymi w literaturze przez in. autorów, zaś co do przyspieszeń autor nie znalazł żadnych danych w piśmiennictwie. Natomiast częstotliwości obliczone na podstawie teorii nawierzchni nie zawsze zgadzają się z uzyskanymi z pomiarów. (Org. Fortschr. Eisenb. 1932 str. 389; ZVDI 1933, II, str. 380).

KOTŁY PAROWE.

Wielki zbiornik gazu.

W Brooklynie (U. S. A.) wykonano 2 cylindryczne zbiorniki gazu olejowego w postaci leżących nitowanych kotłów o średnicy 7,1 m i długości 33,7 m na ciśnienie 3,5 at. Grubość ścian z blachy stalowej o wytrzymałości 38,7 do 45,7 kg/mm² wynosi w części cylindrycznej 17,5 mm, zaś w dennicach półkuliastych 12,7 mm. Każdy kocioł spoczywa na 6 podporach, z których 5 wyposażono w rolki do przesuwania się kotła ze względu na jego rozszerzanie się cieplne. Podpory oparte są na belkach żelbetonowych, te zaś na takichż belkach poprzecznych. Przy podporach ściany kotła są wzmocnione, ażeby się nie odkształcały przy ciśnieniu atmosferycznym wewnątrz kotła.

Kotły te mieszczą 8500 m³ gazu, którego ciśnienie stopniowo spada, w miarę zużycia. Próby kotłów wykonano powietrzem sprężonym do 5 at, gdyż próba wodna była niewykonalna. (Mech. Engg. 1933, str. 162).

PALIWO.

Obliczanie wartości opałowej węgla kamiennego zapomocą wzoru Pieslak'a.

Autor doszedł do wniosku na podstawie licznych prób, iż wzór inż. D. Pieslak'a na obliczenie wartości opałowej wedł. danych analizy elementarnej węgla daje wyniki bliższe do otrzymanych drogą kalorymetryczną, niż wzory Dulong'a i Vondracek'a.

Wzór inż. D. Pieslaka jest oparty na hipotezie, iż gazy aktywne, jak tlen, para wodna, dwutlenek węgla i t. d., mogą reagować na węgiel tylko w tym wypadku, o ile ten ostatni znajduje się w fazie gazowej, a dla doprowadzenia go przy spalaniu do tej fazy należy zużyć pewną ilość ciepła na sublimację (parowanie węgla). Wzór D. Pieslaka dla wartości opałowej $W_g = 107(C+3H) - 25[100 - (P+W+H+S)]$, zależy od %-owej zawartości: C—węgla, H—wodoru, P—popiołu, W—wilgoci i S—siarki. Z licznych prób z węglami zagłębia polskiego, przeprowadzonych przez autora, wynika, iż różnica pomiędzy wartościami opałowymi, oznaczonymi kalorymetrycznie, a obliczonymi zapomocą wzoru D. Pieslaka, jest stosunkowo nieznaczna i nie przekracza 0,5%, wówczas gdy ta różnica przy zastosowaniu wzoru Dulong'a wynosi 0,65—0,75%, a Vondracek'a 0,9—1,2%. (M. Czyżewski. Przegl. Gór.-Hutn., 1932, str. 614).

Pochodzenie węgla włóknistego (fuzytu).

Zadanie autora polega na oświetleniu teorii powstania fuzytu w węglu. W tym celu autor rozpatruje dotychczasowe teorie: Grund'a (kopalny węgiel drzewny), Stach'a i Petraschek'a (wysychanie części roślin na powierzchni), Stutzer'a (procesy fermentacyjne) i Büchler'a (rośliny, zawierające wielkie ilości fosforu) i podaje je krytyce, dochodząc do wniosku, iż są one niewystarczające. Dopiero badania najnowsze F. Lieske'go i wymienionego wyżej Büchlera rzuciły odmienne światło na powstanie fuzytu. Wychodząc z tych badań, należy przypuścić, iż fuzyt tworzył się w próżniach, wypełnionych początkowo gazem. Autor rozmowo-

utwierdza tę teorię, polemizując z poprzednimi. (Inż. L. Rządkowski. Przegl. Gór.-Hutn. 1932 r., zes. 8, str. 436).

Bibliografia

Obrabiarki i narzędzia do metali. Podręcznik dla szkół technicznych. Tom II. Inż. Edward Herzberg. Grudziądz 1932. Str. 352, rys. 449.

Przed kilkoma miesiącami ukazał się drugi tom podręcznika inż. E. Herzberga, obejmujący wiertarki, frezarki i szlifiarki. Tom pierwszy podręcznika, wydany w r. 1929 (str. 230, rys. 284), objął tokarki.

Podręcznik ten jest znacznym, gdyż blisko trzykrotnym rozszerzeniem podręcznika tegoż autora p. t. „Obrabiarki do metali”, wydanego w r. 1917 (str. 425, rys. 508), oddawna zupełnie wyczerpanego. Rozszerzenie to dotyczy nie tylko wprowadzenia opisów licznych obrabiarek i mechanizmów nie objętych książką z r. 1917, lecz przede wszystkim wprowadzeniem do podręcznika dość obszernego wykładu o narzędziach stosowanych na poszczególnych grupach obrabiarek i o ich pracy. Tom trzeci, który ma zamknąć całość pracy Sz. Autora, obejmie strugarki i niezawodnie pozostałe działy według układu podręcznika z r. 1917: piły, nożyce i tłocznie, obrabiarki do kół zębatych i gwintciarki. Byłoby rzeczą niezwykle pożądaną, aby ten zeszechnmiar wartościowy podręcznik został możliwie szybko ostatecznie zakończony i jako całość stał się podręcznikiem podstawowym naszych szkół technicznych.

Z punktu widzenia poprawności swej, zarówno pod względem formy, słownictwa i rysunków, podręcznik stoi na wysokim poziomie. Ogromne bogactwo przykładów, popartych nader przejrzystymi schematami mechanizmów, sprawia, że podręcznik ten spełni dobrze swe zadanie.

Jeżeli, poza stwierdzeniem powyższych stron dodatnich, mających dla podręcznika znaczenie rozstrzygające, miałbym wskazać pewne strony — mojem zdaniem — ujemne, to, aby się nie powtarzać, musiałbym czytelnika odesłać do oceny książki prof. Geislera, zamieszczonej w „Przeglądzie Technicznym” z r. 1930 na str. 968. Powołanie się na tę pracę będzie tembardziej na miejscu, że w niniejszej notatce bibliograficznej czytelnik powinien znaleźć porównanie tych dwóch pokrewnych treści podręczników, które ze sobą nie współzawodniczą, lecz raczej wzajemnie się uzupełniają.

We wspomnianej notatce podałem najwłaściwszy, według mego przekonania, podział całego rozległego materiału, dotyczącego obróbki metali w zakresie potrzeb naszego szkolnictwa technicznego, a nawet i ludzi przemysłu. Książka inż. Herzberga odbiega od tego podziału bardziej jeszcze, niż książka prof. Geislera, która przecież w pierwszym swym tomie objęła zwięzłe ujęte zagadnienie skrawania metali w jego różnych postaciach i równie ogólnie ujęty wykład mechanizmów. W książce inż. Herzberga materiał ten został podzielony między poszczególne jej działy, traktujące o różnych odmianach obrabiarek.

Chcąc porównać obie te książki, należy stwierdzić, że wszystko przemawia za tem, iż pierwsza jest podręcznikiem dla szkół technicznych średnich i może być z pożytkiem stosowana jako podręcznik dla nauczycieli i instruktorów szkół rzemieślniczych. Daje dużo materiału opisowego o charakterze raczej encyklopedycznym; konstrukcją obrabiarek i narzędzi każe się czytelnikowi interesować jako ich użytkowcy, i to bez zbytecznego wglębiania się w sposób ujmowania, właściwy warsztatowcom.

Druga z omawianych książek daje znacznie, bo około półtorakrotnie więcej materiału, ujmowanego głębiej pod względem konstrukcyjnym. Sprzyjają temu liczne, naogół doskonale dobrane rysunki przekrojowe; mimo to książki nie można nazwać podręcznikami konstrukcji obrabiarek. Książka ta jest więc raczej podręcznikiem dla studentów politechniki i średnich szkół technicznych typu wyższego, zwłaszcza jako ogólna pomoc w ich pracach z konstrukcją obrabiarek.

Można wyrazić zupełne przekonanie, że obie te, wzajemnie dopełniające się, prace okażą się niezwykle pożyteczne dla naszego szkolnictwa technicznego wszystkich szczebli, jak również i bezpośrednio dla naszego przemysłu maszynowego. Oby tylko jak najszybciej mogły zostać zakończone.

Inż. Wacław Moszyński.