

# CZASOPISMO TECHNICZNE

ORGAN POLSKIEGO TOWARZYSTWA POLITECHNICZNEGO WE LWOWIE.

Rocznik XXXV.

Lwów, dnia 25 października 1917.

Nr. 12.

TREŚĆ: Edwin Hauswald: Przestrzenne diagramy momentów dla wałów korbowych. — Dr. Norbert Haponowicz: Teorya krzywych spiętrzenia. (Dokończenie). — Recenzje i krytyki. — Rozmaitości. — Sprawy bieżące. — Sprawy Towarzystwa.

## Przestrzenne diagramy momentów dla wałów korbowych.

Opracował inż. **Edwin Hauswald**, prof. Politechniki lwowskiej.

Następujące wywody obejmują pewien ważny i pod niejednym względem pouczający dział nauki, który technika wytworzyła i dla potrzeb swoich do wielkiej doprowadziła doskonałości.

Do zrozumienia zawiłej i dosyć trudnej rzeczy przyczyni się obrazowe jej przedstawienie w szeregu wykresów.

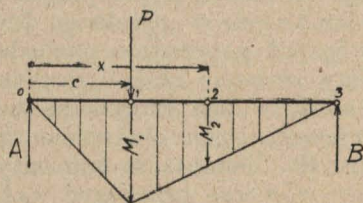
Znane są różne sposoby wykreślenia na rysunku przebiegu momentów w wałach i osiach i to nawet takie, które usuwają wszelkie działania rachunkowe.

W nowoczesnych dążeniach do możliwej ekonomii czasu i jak największej przejrzystości prac technicznych okazała się wielce pomocną metoda rachunkowo-rysunkowa, zwana mieszaną.

1. Sposób mieszany. Mieszany sposób przedstawienia momentów w osiach i wałach polega na połączeniu metody rachunkowej z rysunkową, przyczem każdej z nich używa się tam, gdzie ona najprędzej prowadzi do celu.

Reakcje, czyli oddziaływania podpór wyznacza się więc albo rachunkowo, albo też przez rozkładanie danych sił; następnie oblicza się momenty w punktach charakterystycznych dla przepływu momentów i rysuje jako rzędne w obranej stosownie skali.

Jeżeli zaś typowy przebieg linii momentów, względnie linii ograniczających rzędne jest dla danego przypadku obciążenia znany, np. prostoliniowy, jak to zdarza się w dziedzinie budowy osi i wałów, to można całkowity wielobok momentów narysować bez pomocy wieloboków sznurowych, wymagających zbyt wielu linii pomocniczych, co utrudnia przegląd właściwych wykresów.



Ryc. 1.

Dla przykładu odnosimy się do rys. 1, na którym widzimy szkic osi obciążonej tylko jedną siłą  $P$ , wobec czego wiemy z góry, że największy mo-

ment wystąpi w punkcie działania siły, a figura przedstawiająca na płaszczyźnie momenty będzie ograniczona liniami prostymi.

Odmierzając z rysunku osi długości  $l$  i  $c$ , obliczyć możemy znanym sposobem reakcje  $A$  i  $B$  w kilogramach, poczem mnożąc  $A$  przez  $c$ , (w  $cm$ ) otrzymujemy moment:

$$M_1 = Ac \text{ (cmkg)},$$

albo też dla dowolnego odstępku  $x$

$$M_2 = Ax - P(x - c).$$

Działania te przeprowadza się zwykle wprost liczbami, n. p. jeżeli:

$$l = 100 \text{ cm}$$

$$c = 40 \text{ "}$$

$$P = 1000 \text{ kg}$$

$$\text{to: } A = \frac{60P}{100} = 0,6P = 600 \text{ kg}$$

$$B = P - A = 400 \text{ "}$$

$$M = A \cdot c = 600 \cdot 40 = 24000 \text{ cmkg.}$$

Przyjąwszy skalę  $1 \text{ cm} = 5000$  jednostek momentu ( $cmkg$ ), otrzymamy długość rzędnej:

$$y = 24000 \cdot \frac{1}{5000} = 4,8 \text{ cm.}$$

W danym przykładzie wielkość  $y$  przedstawia nam największy moment, a zarazem pozwala narysować całe pole momentów, złożone z dwu trójkątów.

2. Przedstawienie przebiegu lub toku momentów wzdłuż osi obciążonych odbywa się zwykle tylko w płaszczyźnie, podczas gdy siły i momenty występują w przestrzeni pod różnymi kątami, co staje się powodem wielu trudności przy wykonywaniu diagramów, a nawet niepokojących nieraz krytycznego technika niedokładności.

Łatwo się przekonać, że przy wykreśleniu przebiegu momentów w skręcających w wałach występują szczegóły niejasne albo też sprzeczne z zasadami działania momentów na belki.

Jak wiadomo niema momentów w punktach końcowych belek wolno podpartych, nieutwierdzonych, bo działające tam siły, albo reakcje mają ramię działania  $= 0$ .

Tymczasem w dawniejszych wykresach, odniesionych tylko do płaszczyzny, często widzieć można, że wprawdzie przebieg momentów powodujących zginanie (momentów zginania) jest prawidłowy, natomiast wykres momentów wywołujących skręcenie (mom. skręcania) pojawia się odrazu z pełną wartością momentu na jednym końcu belki, tam gdzie moment powinien być równy zeru i przepływa jedno-

stajnie aż do przekroju środkowego koła (n. p. pasowego), gdzie znowu znika nagle, co także nie zgadza się z faktami.

Wogóle powiedzieć możemy, że przepływ momentów w wypadkowych wzdłuż osi powinien się odbywać w sposób ciągły, wykres zaś momentów musi na końcach belki — o ile ona nie jest tam utwierdzona — zejść do zera. Wartości pośrednie zmieniać się powinny sposobem ciągłym, bez nagłych skoków lub przerw, tak że można słusznie mówić o przepływie momentów w wzdłuż osi danej części konstrukcyjnej.

Sprawę tę wyjaśnia rys. 3, pokazujący wał korbowy maszyny parowej, obciążony w punkcie 5 ciężarem koła zamachowego, a zarazem pasowego.

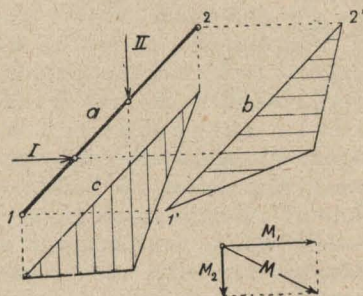
W zwykłym dotąd sposobie rysowania momentów w odniesieniu do płaszczyzny występuje moment obrotowy, pochodzący od działania siły tłokowej  $P$  na czop korbowy w punkcie 1 nagle, w pełnej swej wartości  $Pr$  i to nawet w punkcie 1', którego przy rzeczywistym wykonaniu wału i narysowaniu położeniu korby właściwie niema.

Ten sam moment znika zaś nagle w punkcie 5, a więc w płaszczyźnie koła pasowego, gdzie wyobrazić sobie można moment stawiający opór obrotowi wału, czyli przeciwmoment.

Gdy następnie złożymy oba systemy momentów powodujących zginanie i skręcenie w momenty idealne wedle wzorów St. Vénanta, Bacha itp., to otrzymamy w punkcie końcowym 1' (urojonym) belki pewną skończoną wartość  $M_i$ , a w punkcie 5 inną wartość  $M'_i$ , zmieniającą się nagle w dalszym przebiegu momentów.

Przy sposobach czysto rachunkowych błędu tego zupełnie się nie odczuwa, bo otrzymuje się dla każdego punktu tylko wartości szczegółowe, nie wiedząc nic o dalszym toku momentów; przy sposobie jednak rysunkowym nieścisłość taka jest rażąca i jak się niejednokrotnie przekonać mogłem, wpływa na utrwalanie się fałszywych pojęć i sposobów rysowania, wedle których np. na końcach belek występować mogą skończone wartości momentów, w przekrojach zaś pośrednich nagle skoki, czyli wyraźniej rzecz ujmując w jednym przekroju dwie różne od siebie wielkości momentów.

Oczywiście jedno i drugie zjawisko jest nieprawidłowe, jak to jasno okażą dalsze wywody.

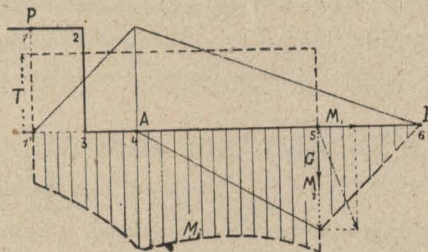


Rys. 2.

3. Pragnąc usunąć wszelkie niejasności i nieścisłości w wykresach zastosowałem w wykładach swoich diagramy perspektywiczne, czyli przestrzenne, rysowane zwykle wedle zasad aksonometrii ukośnej, zwykle izometrycznej, zbliżonej do zwykłej perspektywy.

Najprostszy może przykład takiego wykresu przedstawia rys. 2 dla osi prostej, obciążonej dwiema siłami I i II, działającymi w różnych płaszczyznach.

Rzędne zastępujące w pewnej obranej skali momenty dają nam dla poziomo działającej siły I, pole momentów  $b$ , dla pionowo działającej siły II, pole momentów  $c$ . Każde z tych pól rysowane jest w kierunku działania siły i wygięcia belki.



Rys. 3.

Geometryczny sposób składania momentów takich  $M_1$  i  $M_2$  w momenty wypadkowe staje się przez to łatwo zrozumiałym i nie wymaga osobnego uzasadnienia.

Porównajmy teraz przy pomocy rys. 3 i 4 diagram płaski i przestrzenny, wykonany dla wału korbowego maszyny parowej o jednej korbie na końcu 1, z kołem zamachowym o ciężarze  $G$ , osadzonym w punkcie 5. Przypuszczamy przytem, że koło zamachowe odbiera zarazem cały moment obrotowy  $Pr$ , siła zaś  $P$ , wywołana ciśnieniem pary na tłok, działa poziomo, wobec czego płaszczyzny działania momentów pochodzących od  $P$  i od  $G$  leżą względem siebie prostopadle, co na wykresie perspektywicznym jest odrazu widocznym.

Łoża dla wału znajdują się w punktach 4 i 6, gdzie też występują reakcje  $A_1, B_1$  od siły  $P$  i reakcje  $A_2, B_2$  od siły  $G$ , dające się znowu złożyć pod prostym kątem w reakcje wypadkowe, oznaczone przez  $A$  i  $B$ , bez wskaźników.

Na rys. 3 narysowano momenty od siły poziomej  $P$  po nad osią, pochodzące od  $G$  pod spodem, ich składanie pod kątem prostym naznaczone jest przy 5.

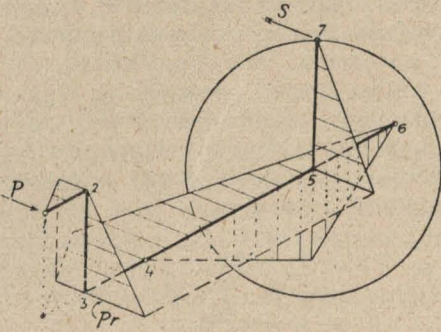
W obranej położeniu korby i przy poziomym ciśnieniu tłokowym  $P$  istnieje względem osi głównej wału moment obrotowy, czyli skręcający,  $Pr$ , przechodzący bez zmiany od przekroju 1, 1' do przekroju 5, w którym występuje przeciwdziałanie oporu. Prostokąt o rzędnych  $T$  jest obrazem przebiegu tych momentów, ale zauważyć tu należy, że nagle pojawienie się tego momentu na urojonym końcu belki i nagle jego zniknięcie w przekroju 5 nie jest prawidłowe, jak to już poprzednio powiedziano.

Gdybyśmy wreszcie złożyli momenty zginające  $M_1$  i  $M_2$  ze sobą, a tak otrzymane momenty wypadkowe pierwszego stopnia z momentem  $Pr$  wedle znanego wzoru St. Venanta w momenty idealne  $M_i$ , to moglibyśmy wówczas przeliczyć ważniejsze przekroje wału na natężenia zastępcze, jakby przy zwykłym zginaniu.

Ale i w tym razie widzimy wykazane poprzednio usterki na odcinku 1'3 i w punkcie 5, w którym moment idealny ma nagły skok i niejako dwie różne wartości w tymże samym przekroju.

Nasuwa się więc pytanie, jakby można wyjaśnić te wadliwości diagramów i jakby je usunąć?

Obraz przepływu momentów na płaszczyźnie jest widocznie niezupełny, bo nie dochodzi do właściwego końca belki i dlatego jest niepoprawny.



Rys. 4.

Natomiast w wykresie przestrzennym rys. 4 nie ma już nieścisłości, gdyż momenty w punktach końcowych 1 i 6 są równe zeru, a w punkcie 5 działanie momentu ( $Pr$ ) nie kończy się nagle, lecz obrazuje się w ramieniach koła zamachowego — sztywnie połączonych z wałem — ze skręcenia na zginanie, zmniejszając się zarazem ciąglem sposobem aż do zera w punkcie 7, będącym właściwym końcem belki w danym przekroju, gdzie też występuje opór w postaci siły stycznej  $S$ , skierowanej przeciwnie jak  $P$ .

Wychodząc z punktu 1 widzimy wpływ siły  $P$  na korbę, czyli belkę wygiętą 1, 2, 3.

Od siły  $P$  pochodzi najpierw zginanie czopa korbowego, zmieniające się w punkcie 2 na skręcenie ramienia korby z tego tylko powodu, że oś belki zmienia tu swój kierunek; poza punktem 3 pojawia się jednak znowu dalszy ciąg momentu zginania.

Widzimy też wyraźnie powstanie momentu obrotowego  $T=Pr$  na odcinku belki 2, 3.

Siła  $P$  bowiem przeniesiona znanym z mechaniki sposobem do punktu 2 — przez umieszczenie tam  $+P$  i  $-P$ , wywołuje w ramieniu korby wzrastający od zera do wartości  $Pr$  moment zginania, który znowu w przekrojach poza punktem 3 działać musi skręcająco, nie z powodu jakiejś zmiany tkwiącej w nim samej, tylko dlatego, że oś belki leży tam prostopadle do jego płaszczyzny działania.

Zgodnie z wykresem płaskim przepływa moment  $Pr$  bez zmiany aż do przekroju 5, gdzie znajduje się koło pracujące, a zatem i para sił przeciwdziałająca ( $-Sr$ ), przyczem w ramionach koła występuje zginanie malejące po drodze 5, 7 aż do zera na obwodzie koła, względnie w tem miejscu, gdzie występuje siła stawiająca opór ruchowi wału.

Wykres nasz jest tedy pod względem poprawności zupełnie odpowiedni, wyjaśnia nam w sposób wyczerpujący szereg wątpliwości, jakie każdemu dobremu konstruktorowi się nasuwały, a ponadto uczy pewnych nowych zasad, zasługujących na uwagę.

4. Oto wnioskujemy z tego diagramu, że momenty wszelkiego rodzaju przepływają sposobem nieprzerwanym, ciąglem wzdłuż ramion belki; nie pojawiają się nigdzie nagle, tylko powstają lub też zanikają na właściwych końcach

belki, tam zaś, gdzie belka zmienia swój kierunek nie ulegają istotnym zmianom.

Gdy bowiem belka zmieni np. kierunek pierwotny na nowy pod kątem prostym, to przez to zmienia się tylko natężenia, wywołane w jej przekrojach pracujących pod działaniem momentów, które mogą raz powodować czyste zginanie, drugi raz skręcenie, trzeci raz znowu wpływy mieszane.

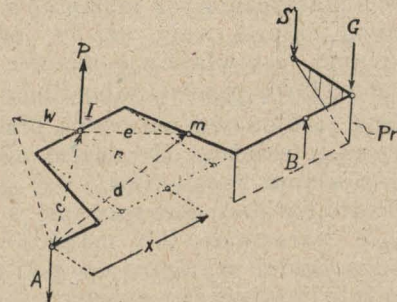
Rozważanie nasze uwydatnia tedy, że zwykle rozróżnianie momentów zginania i skręcenia, które oznaczać będziemy literami  $M$  lub  $T$ , zamiast  $M_b$  i  $M_d$ , jest tylko rzeczą swobodnej umowy i nie odnosi się do istoty momentów, lecz do wywieranego przez nie wpływu na części przekroju.

W rzeczywistości istnieją tylko momenty wypadkowe ( $M_w$ , w skróceniu  $W$ ), które zależnie od położenia ich płaszczyzny działania względem kierunków osi belek wywołują różne natężenia proste lub złożone.

Dlatego też mówić się powinno o momentach powodujących zginanie, lub skręcanie itp., a zwykły sposób wyrażania się uważać tylko za skrócenie.

5. Przejdziemy teraz do trudniejszego przypadku wału korbowego wygiętego, używanego przy motorach gazowych, Diesla i maszynach parowych, zwłaszcza typu stojącego.

Do wyznaczenia momentów tu działających przyjmiemy sobie najpierw schemat sił i reakcji, poczem przerobimy sposób rachunkowy.



Rys. 5.

Rys. 5 pokazuje w rzutach ukośnych wał wygięty, na który niech działa tylko siła  $P$ , wywołująca reakcje  $A$ ,  $B$ , podczas gdy ciężar  $G$  koła pasowego, jakoteż działanie oporu tam skupionego w postaci przeciwmomentu obrotowego, albo pary sił na razie pomijamy.

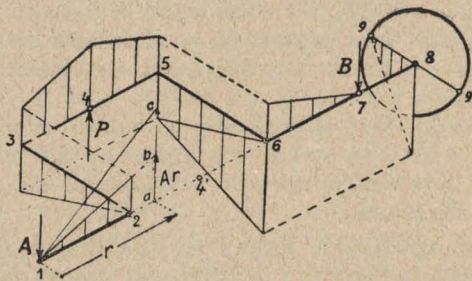
Suma momentów działających np. na przekrój I. jest  $Ac$ , co nam daje odrazu moment wypadkowy. Ponieważ moment ten ma ramię działania ukośnie ustawione względem czopa korbowego, więc celem umożliwienia sobie zwykłego i znanego nam sposobu obliczenia natężeń, rozkładamy ten moment na dwa do siebie prostopadłe o ramionach  $x$ ,  $r$ . Wówczas moment  $M=Ax$  będzie działał zginająco, a moment  $T=Ar$  skręcająco.

Podobnie postępujemy dla przekroju  $m$ , gdzie mamy momenty bezpośrednie ( $-Ad$ ) i ( $+Pe$ ), które znowu możemy rozłożyć na kierunki działania prostopadle do osi wału w tem miejscu i na kierunek leżący w tej osi.

Sposób rachunkowy jest jak widzimy bezpo-

średnio oparty na teorii momentów, ale nie daje nam tego dla dobrego technika ważnego przeglądu działań i uczucia pewności, że przy naszych założeniach rachunkowych nie przeoczyliśmy jakiegoś ważnego działania. Natomiast metoda graficzna oddaje wyraźnie i zrozumiale całość zjawiska. Dlatego oddawna już używano w takich razach pomocy wykresów na płaszczyźnie zestawionych, jak to np. podaje Reuleaux w dziele „Konstrukteur“ str. 427, wyd. IV.

Diagramy takie nie dają jednak wystarczającego wyobrażenia o tem, co się dzieje wzdłuż całego wału, bo wykazują niezrozumiałe przerwy w toku momentów i niezgodności co do wielkości momentów działających w tym samym przekroju.



Rys. 6.

6. Sprzeczności te usuniemy zupełnie przez narysowanie rzędnych momentów na planach perspektywicznych (rys. 6). Tu bowiem widzieć można jasno i plastycznie tok momentów wzdłuż osi geometrycznych całego wału aż do jego końców, z których jednym jest właściwie wieniec koła oddającego siłę obwodową pasowi, albo linom.

Widoczną jest znowu naturalna przemiana zginania w skręcanie, zależnie od wzajemnego położenia płaszczyzny działania momentów i osi geometrycznych części wału, widać powstawanie i stopniowe, a raczej ciągle wzrastanie lub malenie momentów po całej drodze, widać wyraźnie, w jaki sposób tworzy się i rośnie użyteczny moment obrotowy  $Pr$ , dla którego maszynę się buduje.

Jedno tylko spostrzeżenie musi nas zaniepokoić. Oto sumy momentów w punktach 3, 4 itp. nie są równe ani momentom idealnym, ani też bezpośrednim, otrzymanym bądź to sposobem rachunkowym, bądź też wykreślnym.

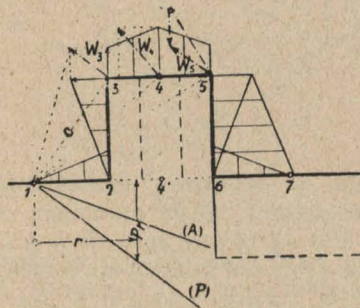
Celem usunięcia tej poprzednio już wspomnianej wątpliwości zrobimy dla tego samego wału inny jeszcze wykres, odnoszący się do momentów bezpośrednich czyli wypadkowych. Aby zaś otrzymać prawdziwe wielkości rzędnych owych momentów, użyjemy do tego kładu danego wału na rys. 7 i 10.

Ułatwimy sobie robotę przez spostrzeżenie, że dla wszystkich momentów wywołanych np. parą sił  $(Ax)$  wystarczy narysowanie jednego tylko trójkąta, z którego zależnie od długości ramion działania można odpowiednio rzędne przedstawiające momenty wprost odmierzać.

Na tym rysunku podano więc skalę rzędnych, czyli momentów, pochodzących np. od par sił  $(Ax)$  lub  $Px$  dla dowolnych odstępów  $x$ ,  $r$  i  $t$  p., które odcinać należy od punktu 1 w prawo.

7. Przenosząc znalezione w skali wielkości rzędnych (momentów) na kład wału, lub na rysunek

przestrzenny (rys. 6) otrzymać możemy przebieg momentów bezpośrednich, czyli wypadkowych ( $W$ ) — nie momentów idealnych  $M_i$  — przepływających sposobem ciągłym wzdłuż wału. Momenty wypadkowe działają na niektóre przekroje normalne wału, np. w punktach 3, 4, 5, 6, pod kątem i wywołują tam nie dające się dotąd należycie uchwycić nateżenia złożone, mimo to możnaby jednak z wielką nawet pewnością wyznaczyć potrzebne rozmiary przekrojów wału, obliczając je wprost z momentów wypadkowych na zwykłe zginanie, podobnie jak się to czyni z pomocą zastępczych momentów idealnych.



Ryc. 7.

Konstrukcja nasza na rys. 7 i 10 daje nam w punktach 3, 5 itd. wielkości momentów wypadkowych nie zgadzające się na pozór z odnośniami sumami momentów składowych  $M$  i  $T$ , ani też z wielkością momentów idealnych  $M_i$ .

Niepokojące to zagadnienie rozwiążemy w sposób następujący, zwracając przytem uwagę na niebezpieczeństwo omyłek logicznych lub pozornych tylko, a w rzeczywistości złudnych dowodów.

Na rysunku 7 wyznaczyliśmy już wielkości momentów  $M = Ax$  i  $M' = Ar$ , jakoteż  $W_3 = Ac$ , ale zapytać się musimy, czy wywód ten odbył się dla momentów  $M$  i  $M'$  niezależnie od momentu wypadkowego? Istotnie staraliśmy się postępować niezależnie od tego momentu, wyznaczonego zresztą dopiero po tamtych, wywodząc, że para sił  $(Ax)$  wywołuje w punkcie 2 wału moment  $M = Ax$ ; taki sam moment przenosi się bez zmiany po ramieniu 2, 3 wału, działając po drodze skręcając momentem  $T = Ax$ , przyczem  $x$  równe jest długości 1, 2.

Dodając wedle znanej z mechaniki metody w punkcie 2 dwie siły sobie równe a przeciwne,  $+A$  i  $-A$  otrzymujemy niezależnie od poprzedniego momentu jeszcze dalszy moment  $M' = Ar$ , powodujący w punkcie 3 ramienia 2, 3 zginanie.

Mamy więc tam dwa momenty składowe  $M$  i  $T$  wyznaczone poprawnie, a niezależnie od siebie i od  $W$ .

Z drugiej znowu strony i moment bezpośredni  $W = Ac$  dla tego samego punktu wyznaczono zgodnie z doświadczeniem i z definicyą momentu, jako iloczynu z siły i najkrótszego jej ramienia działania, czyli odstepu od danego punktu.

Wobec takiego stanu rzeczy wnioskujemy, że zauważona na rysunku niezgodność sumy momentów składowych i bezpośredniego wyznaczonego momentu wypadkowego może być tylko pozorną.

Rozwiązanie tej zagadki ułatwia nam obraz momentów otrzymanych na rys. 7 dla punktu 3.

Gdy bowiem przyjmiemy właściwą w takich razach metodę sumowania momentów składowych  $M$  i  $T$ , nie w sposób algebraiczny, tylko geometryczny i to pod kątem prostym, to przekonamy się, że rzędna przedstawiająca moment  $W$  jest przekątnią prostokąta momentów składowych, a zatem i miarą prawdziwego momentu wypadkowego w tym punkcie.

Opisana tu metoda rysowania momentów w przestrzeni i w kładzie dała nam więc możliwość sprawdzania wyników otrzymanych drogą wyznaczania momentów składowych z osobna, momentami działającymi na dane punkty bezpośrednio i okazała, że momenty zwane przez nas bezpośrednimi są zarazem rzeczywistymi momentami wypadkowymi. (Oznaczenie  $M_w$  lub w skróceniu  $W$ ).

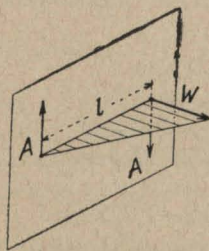
8. Diagram ten uczy nas ponadto ważnej zasady składania momentów zginających i skręcających a działających równocześnie na przekrój.

„Moment wypadkowy  $W$  otrzymuje się przez geometryczne złożenie prostopadle względem siebie ustawionych rzędnych, przedstawiających w obranej skali momenty składowe  $M$  i  $T$ ”.

Rzędne momentów zginania  $M$  rysuje się przytem prostopadle do ramienia wału w danym punkcie, rzędne momentów skręcających zaś równoległe do niego.

Dalsze wywody okażą, jak doniosłym jest dla celów technicznych powyższy związek między momentami wypadkowymi a składowymi. Pytanie zaś, czy uzasadniliśmy wystarczająco podane prawo składania momentów zginających i skręcających w wypadkowe, poddać trzeba będzie jeszcze dalszej krytyce logicznej, aby stwierdzić, czy dany dowód był istotnie niezawisły od ukrytego może w założeniach przypuszczenia co do sposobu składania takich momentów.

Dotychczas nie dostrzegłem tego rodzaju błędów w wywodach, przyznaję jednak, że kwestye te bywają tak delikatne, że lepiej będzie zostawić je na razie w zawieszeniu.



Rys. 8.

9. Ustalimy teraz dokładnie wykreślony sposób przedstawiania momentów bezpośrednich i składowych w naszych diagramach (rys. 8 i następne).

Rysunek 9 wykonany jest w kładzie geometrycznym, którego płaszczyzna leży prostopadle do kierunku działania sił  $A$ ,  $B$  i  $P$ .

Wobec tego rysujemy rzędne  $y$  momentów zginania  $M = Ax$  w płaszczyźnie prostopadłej do kierunku działania siły, a zarazem prostopadle do ramienia działania tej siły

(lub pary siły). Tak samo postępować należy przy kreśleniu momentów bezpośrednich  $W$ .

Tak np. rzędna momentu  $W_3$  wywołanego parą sił  $(Ac)$  o ramieniu działania  $c=1.3$  powinna leżeć w płaszczyźnie rysunku prostopadłej do  $A$  w punkcie 3, jako prostopadła do ramienia 1, 3 i to zwrócona w tę samą stronę, co każdy moment  $M$  od siły  $A$  pochodzący.

Momenty wywołane siłami zwróconymi w przeciwną stronę, opatrzone w metodzie algebraicznej przeciwnym znakiem otrzymują też rzędne zwrócone w przeciwną stronę, ale zawsze prostopadle do ramienia działania.

Powyższe określenia wystarczą do celów technicznych, nie krępując zbytnio rysownika, który zatem może obrać początkowy kierunek dla rzędnych momentów tak, aby otrzymać obraz jak najprostszy i najbardziej przejrzysty.

Oczywiście wszystkie dalsze wykresy muszą się do raz obranego kierunku konsekwentnie dostosować.

Gdybyśmy jednak chcieli wprowadzić z góry ścisły porządek w tej dziedzinie, to skorzystałbyśmy z reguły Poinsota o wykreślnym przedstawianiu momentów jako wektorów.

Rzecz tę przedstawia rys. 8 dla pary sił  $(Al)$ , względnie dla różnych wartości ramienia  $x$  od zera aż do  $x=l$ .

Wedle metody wektorowej należy przedstawić moment danej pary sił linią prostopadłą do płaszczyzny pary sił, a skierowaną w tę stronę przestrzeni, z której obserwator widzi kierunek obrotu pary zgodny z obiegiem wskazówki zegara (kierunek prawy).

Wektor  $W$  przedstawiony na perspektywie rysunku (r. 8) określa zarazem dokładnie moment siły  $A$  na ramieniu  $l$  (nie pary sił) w jego punkcie końcowym.

Reguła wektorowa momentów jest zrazu trochę niewygodna, ale możemy ją w zastosowaniu uprościć, używając do pomocy trzech pierwszych palców w lewej ręce.

Jeżeli bowiem wielki palec lewej ręki ustawimy zgodnie z kierunkiem działania siły  $A$  lub  $P$ , palec drugi, czyli wskazujący w kierunku ramienia  $x$ , to trzeci palec, trzymany prostopadle do naznaczonej poprzednimi palcami płaszczyzny momentu wskaże nam przepisany kierunek odcinka wektorowego.

Wracając teraz do rysunków 6 i 7 przekonanie się możemy, że opisany sposób rysowania momentów składowych zginania i wypadkowych odpowiada regule wektorowej, z tą tylko różnicą, dla celów technicznych bardzo cenną, że przedstawia od razu całe pola momentów, a nie tylko odosobnione ich wartości.

Zaznaczam w tem miejscu, że przejrzystość rysunku wymaga nieraz odstąpienia od normalnej reguły wektorowej o tyle, że zamiast trzymać się reguły 3 palców lewej ręki, zastosować możemy regułę podobną dla ręki prawej.

Zważywszy, że prawa składania i rozkładania momentów przedstawionych wektorami są już należycie uzasadnione, otrzymujemy w wykazanej zgodności naszego sposobu składania rzędnych z regułami wektorowymi pożądaną a niezawisłą od poprzednich wywodów poparcie danych twierdzeń.

(C. d. n.).

## Teoria krzywych spiętrzenia.

(Dokończenie).

**9. Ciąg dalszy badań przybliżonych.** Z wzoru (24) w poprzednim ustępie wynika bezpośrednio następujące twierdzenie:

Wszystkie krzywe spiętrzenia, dla których iloczyn  $\beta\varphi$  jest jednakowy, różnią się od siebie tylko nieznacznie.

Twierdzenie to jest ściśle dla małych wartości  $z$  (wtedy  $\gamma=\beta\varphi$ ). Według rozpatrywań we wstępie, rozmaite przyjęcia prowadzą jednak do bardzo blizkich rezultatów, jeżeli dla małych wartości spiętrzeń są zgodne.

Do drugiego podobnego twierdzenia dojdziemy przez następujące rozpatrywanie:

Funkcję  $F$  wzoru (23) można położyć równą (25)

$$F_{\gamma}(z) = \frac{1}{\gamma} \ln(e^{\gamma z} - 1),$$

gdzie wskaźnik  $\gamma$  oznacza wartość, dla której funkcję liczymy. Dla innej wartości  $\gamma_0$  otrzymamy

$$F_{\gamma_0}(z) = \frac{1}{\gamma_0} \ln(e^{\gamma_0 z} - 1) = \frac{\gamma}{\gamma_0} F_{\gamma}\left(\frac{\gamma_0}{\gamma} z\right).$$

Zatem wzór

$$\frac{Il}{t} = F_{\gamma_0}(z_2) - F_{\gamma_0}(z_1)$$

jest identyczny z wzorem

$$\frac{Il}{T} = F_{\gamma}(z_2') - F_{\gamma}(z_1'),$$

jeżeli położymy

$$T = t \frac{\gamma}{\gamma_0}, \quad z_2' = \frac{y_2}{T}, \quad z_1' = \frac{y_1}{T}.$$

Słowami można to wyrazić w twierdzeniu:

Spiętrzenia liczone według rozmaitych przyjęć (a więc i wzorów) różnią się od siebie nieznacznie, gdy średnie głębokości przyjmujemy proporcjonalne do odpowiednich wartości  $\gamma = \beta\varphi = 2 + (\varepsilon + 1)\varphi$ .

Ostatnie szczególnie twierdzenie pozwala z wystarczającym przybliżeniem obliczać spiętrzenia dla wszelkich możliwych przyjęć, jeżeli mamy ustaloną tablicę choćby według jednego tylko wzoru.

Gdybyśmy np. chcieli liczyć spiętrzenia dla koryta, którego cecha  $\varphi = 0,8$  i dla  $\varepsilon = 0,45$ , mielibyśmy  $\gamma = \beta\varphi = 2 + (1 + \varepsilon)\varphi = 3,16$ .

Wzór Tolkmitt'a zaś oparty jest na przyjęciu koryta parabolicznego ( $\varphi_0 = \frac{2}{3}$ ) i niezmienności  $k$  ( $\varepsilon_0 = 0$ ), zatem

$$\gamma_0 = 2 + (1 + \varepsilon)\varphi_0 = 2,67.$$

Licząc według tablic Tolkmitt'a otrzymamy spiętrzenia te same (praktycznie), co według powyższych przyjęć  $\varphi$  i  $\varepsilon$ , jeżeli średnie głębokości są proporcjonalne do wartości  $\gamma_0$  i  $\gamma$ , tj.

$$\frac{T}{\gamma_0} = \frac{t}{\gamma}$$

$$T = \frac{\gamma_0}{\gamma} \cdot t = \frac{2,67}{3,16} t = 0,84 t.$$

(Występująca we wzorze Tolkmitt'a największa głębokość miałaby więc wartość  $a = \frac{2}{3} T = 1,26 t$ ). Przeliczenie kilku przykładów pokazuje, że na wyjaśnionej zasadzie uzyskujemy szczególnie dobrą zgodność

wtedy, gdy  $\varphi$  i  $\varphi_0$  niewiele się od siebie różnią, gdy więc głównie  $\beta$  i  $\beta_0$  sprawiają różnicę w  $\gamma$  i  $\gamma_0$ .

**10. Zestawienie wzorów i przykłady.** Dla przejrzystości zestawiam wzory służące do obliczenia spiętrzeń zaczynając od wzoru najprostszego i przeliczam kilka przykładów.

Oznaczenia:

$I$  spadek jednostkowy zwierciadła wody przed spiętrzeniem

$y_2, y_1$  spiętrzenia w dwóch przekrojach ( $y_2 > y_1$ )

$l$  odległość przekroi

$t$  średnia głębokość wody niespiętrzonej

$$z_1 = \frac{y_1}{t}, \quad z_2 = \frac{y_2}{t}$$

$H = I \cdot l$  spadek bezwzględny zwierciadła niespiętrzonego między badanymi przekrojami.

a) Wzór przybliżony. Zamiast prawdziwej średniej głębokości  $t$  wprowadzamy do obliczenia fikcyjne  $T = \frac{t}{\gamma_1}$  przy czym  $\frac{1}{\gamma_1} = 0,8$  do 1,0. Wtedy

$$\frac{Il}{T} = \frac{H}{T} = f(z_2) - f(z_1),$$

gdzie

$$z_2 = \frac{y_2}{T}, \quad z_1 = \frac{y_1}{T}$$

$$f(z) = \log(10^z - 1).$$

Przykład. Przyjmijmy  $I = 0,0005$ ,  $l = 1500$  m,  $t = 1,50$  m,  $y_2 = 2,40$  m.

Obliczamy więc:

$$T = 0,9 t = 1,35, \quad z_2 = \frac{y_2}{T} = \frac{2,40}{1,35} = 1,778,$$

$$H = I \cdot l = 0,75, \quad \frac{H}{T} = \frac{0,75}{1,35} = 0,556,$$

zatem

$$f(z_2) = \log(10^{1,778} - 1) = \log[\text{Num}(1,778) - 1] = \log(59,98 - 1) = 1,771$$

$$f(z_1) = f(z_2) - \frac{H}{T} = 1,771 - 0,556 = 1,215.$$

Ponieważ

$$f(z_1) = \log(10^{z_1} - 1) = 1,215$$

więc

$$10^{z_1} - 1 = \text{Num}(1,215) = 16,41$$

$$z_1 = \log(16,41 + 1) = \log 17,41 = 1,241$$

wreszcie

$$y_1 = z_1 \cdot T = 1,241 \cdot 1,35 = 1,675.$$

Jeżeli kota zwierciadła spiętrzonego (wysokość nad p. m.) w przekroju  $y_2$  wynosi  $h_2$ , to kota w drugim przekroju

$$h_1 = h_2 - y_2 + H + y_1 = h_2 - 2,400 + 0,750 + 1,675 = h_2 + 0,025.$$

Wielkość 0,025 przedstawia bezwzględny spadek zwierciadła spiętrzonego między badanymi przekrojami.

b) Wzór dokładny z pominięciem bezwładności cieczy. Poprzedza wyznaczenie cechy przekroju  $\varphi$  według wskazówek przy końcu ustępu 2, względnie ocenienie tej wartości (średnio  $\varphi = 0,7$ ). Wtedy

$$\frac{I \cdot l}{t} = \frac{H}{t} = F(z_2) - F(z_1),$$

a wartości funkcji z tablicy II. dla najbliższej wartości  $\varphi$  objętej tablicą.

Przykład. Dany z poprzedniego przykładu,  $\varphi=0,7$ . Obliczamy

$$z_2 = \frac{y_2}{t} = \frac{2,400}{1,50} = 1,60$$

$$F(z_2) = F(1,60) = 3,564$$

$$\frac{H}{t} = \frac{0,75}{1,50} = 0,500$$

$$F(z_1) = F(z_2) - \frac{H}{t} = 3,064.$$

Tej wartości  $F(z_1)$  odpowiada według tabl. II. przez interpolację

$$z_1 = 1,129, \text{ zatem } y_1 = z_1 \cdot t = 1,129 \cdot 1,50 = 1,694 \text{ m.}$$

c) Wzór dokładny z uwzględnieniem bezwładności cieczy. Oprócz wielkości jak pod a) b) potrzebna tu znajomość wartości

$$\frac{a k'^2 I}{g},$$

gdzie  $a$  oznacza stały współczynnik ( $\frac{1}{9}$  według de Saint-Venant'a, ale por. Nr. 12),  $k'$  współczynnik wzoru de Chézy-Brahms'a dla wody spiętrzonej, który wystarczy przyjąć równy współczynnikowi dla wody niespiętrzonej, wreszcie  $g$  przyspieszenie ziemskie ( $g=9,81 \text{ m/sek}^2$ )

$$\frac{1,1}{t} = \frac{H}{t} = X(z_2) - X(z_1),$$

gdzie

$$X(z) = z - \left(1 - \frac{a k'^2 I}{g}\right) K(z)$$

funkcja  $K$  zestawiona w tabl. I. dla rozmaitych wartości  $\varphi$ , albo wprost  $X$  z nomogramu.

Przykład. Wartości jak pod a) b) i  $k=43$ .

Obliczamy  $z_2$ ,  $H$ ,  $\frac{H}{t}$  jak pod b) dalej

$$\frac{a k'^2 I}{g} = \frac{10 \cdot 43^2 \cdot 0,0005}{9 \cdot 9,81} = 0,105$$

zatem ogólnie  $X(z) = z - 0,895 K(z)$ .

W szczególności

$$X(z_2) = X(1,60) = 1,60 - 0,895 K(1,60) = 1,60 - 0,895 \cdot 0,036 = 1,568$$

$$\frac{H}{t} = 0,500$$

$$X(z_1) = X(z_2) - \frac{H}{t} = 1,068$$

Ze związku  $X(z_1) = z_1 - 0,895 K(z_1) = 1,068$  należy wyznaczyć  $z_1$ . Przez ocenę znajdujemy, że  $z_1$  leży w pobliżu wartości 1,1. (Tu dobre usługi oddać może przeliczenie zapomocą nomogramu). Liczymy więc

$$\text{dla } z=1,0 \quad X(1,0) = 1,0 - 0,895 \cdot 0,078 = 0,930$$

$$\text{„ } z=1,1 \quad X(1,1) = 1,1 - 0,895 \cdot 0,068 = 1,039$$

$$\text{„ } z=1,2 \quad X(1,2) = 1,2 - 0,895 \cdot 0,059 = 1,147$$

Przez interpolację między wartościami  $X(1,1)$  i  $X(1,2)$  znajdujemy:

$$z_1 = 1,127$$

a wreszcie  $y_1 = z_1 \cdot t = 1,127 \cdot 1,50 = 1,690 \text{ m.}$

Różnice między wzorami a) b) c) są w tym wypadku bez znaczenia.

d) Twierdzenie aproksymacyjne. Spiętrzenia według rozmaitych wzorów są niemal równe, gdy średnie głębokości są proporcjonalne do wielkości  $\gamma = \beta \varphi = 2 + (1 + \varepsilon) \varphi$  obu wzorów. Dla poprzedniego przykładu mamy  $\varphi=0,7$ , dalej  $\varepsilon=0,45$  (średnia wartość, na której oparte są tablice I. i II.) zatem

$\gamma = 2 + 1,45 \cdot 0,7 = 3,015$ . Według wzoru Tolkmitt'a, który znajdziemy w każdej hydrauliczce z zestawieniem tablic, otrzymamy te same spiętrzenia, jeżeli średnia głębokość proporcjonalna do wielkości  $\gamma_0$ , przyczem dla paraboli  $\varphi_0 = \frac{2}{3}$ , dalej  $\varepsilon_0 = 0$  (niezmienność współczynnika  $k$ ) t. j.  $\gamma_0 = 2 + (1 + \varepsilon_0) \varphi_0 = 2,667$ . Fikcyjną średnią głębokość  $T$  znajdziemy więc z proporcji

$$\frac{3,015}{t} = \frac{T}{2,667}$$

$T = 0,88 t$ ; największa głębokość  $a = \frac{2}{3} T = 1,32 t = 1,32 \cdot 1,50 \approx 2,00 \text{ m.}$  Zależnie od tego, czy chcemy uwzględnić bezwładność wody czy też nie, liczymy według wzoru Tolkmitt'a dokładnego lub uproszczonego. Mamy dla uproszczonego

$$\frac{H}{a} = F\left(\frac{a+y_2}{a}\right) - F\left(\frac{a+y_1}{a}\right)$$

$$\frac{a+y_2}{a} = \frac{2,00+2,40}{2,00} = 2,20$$

$$F\left(\frac{a+y_2}{a}\right) = 2,168$$

$$\frac{H}{a} = \frac{0,75}{2,00} = 0,375$$

$$F\left(\frac{a+y_1}{a}\right) = F\left(\frac{a+y_2}{a}\right) - \frac{H}{a} = 1,793$$

tej wartości odpowiada

$$\frac{a+y_1}{a} = 1,848, \quad \frac{y_1}{a} = 0,848, \quad y_1 = 0,848 \cdot 2,00 = 1,696$$

(a więc rzeczywiście niemal zupełnie identycznie z wartością pod b).

**11. Porównanie z pomiarami.** Celem zbadania zgodności teorii z praktyką przeliczyłem według nowych wzorów spiętrzenia dla skanalizowanej Węłtawy, na której dr. Tolman wykonał z wielką precyzją szereg pomiarów<sup>1)</sup>, dalej dla jednego pomiaru na kanale Dunaju<sup>2)</sup> we Wiedniu (z dn. 16. VII. 1909). Cechy przekrojów wyznaczałem dla Węłtawy według pomiarów szerokości zwierciadła wody przed i po spiętrzeniu, podanych w przytoczonej publikacji, dla kanału Dunaju zaś według wykresów przekrojów poprzecznych. Dla każdego stanowiska obliczałem z osobna średnią cechę i podług tej średniej liczyłem dla danego stanowiska spiętrzenia. W zestawieniu umieściłem również spiętrzenia według wzoru Rühlmann'a (wzór Tolkmitt'a daje jeszcze większe odchyłki). Zestawienie to jest o tyle pouczające, że wykazuje dobrą zgodność nowych wzorów z pomiarami nawet w tych przypadkach (kanał Dunaju), w których wzór Rühlmann'a znaczne wykazuje odchyłki, — i to odchyłki systematyczne: Wzór Rühlmann'a, a w wyższym jeszcze stopniu Tolkmitt'a, daje spiętrzenia stale za duże. Dziwnem to wydać się może, bo przyjęcie przekroju parabolicznego jest bądź co bądź bliższe rzeczywistości, niż przyjęcie prostokątnego. Przyczyna leży w zaniedbaniu zmienności współczynnika  $k$ , które sprawia zwiększenie wartości obliczonych spiętrzeń. Odchyłki nowych wzorów mają charakter błędów przypadkowych. Zaznaczyć tu muszę, że dr. Tolman przez wprowadzenie w rachunek pewnej idealnej średniej głębokości, odpowiadającej szerokości zwierciadła spiętrzonego, uzyskał według wzoru Rühl-

<sup>1)</sup> Dr. Tolman: Beitrag z. Berechng. der Staukurven Öst. Woch. f. d. öff. Baudienst, 1905.

<sup>2)</sup> Ibid., 1912.

mann'a dobrą zgodność. Lecz pomijając już trudności rachunkowe (do obliczenia tej idealnej głębokości potrzebna jest znajomość szerokości zwierciadła spiętrzonego, którą tylko przez kolejne przybliżenia można uzyskać), wprowadzenie takiej właśnie głębokości nie jest niczem innym uzasadnione, jak tylko zgodnością wyników, która w tym wypadku może być przypadkowa. Dr. Tolman przytacza tylko owe idealne głębokości, a dla nowych wzorów użyć musiałem średnich głębokości zwierciadła niespiętrzonego; obliczyłem je więc według dat publikacji (ze spadku, szerokości zwierciadła i objętości) na podobnych zasadach, na jakich dr. Tolman liczył głębokości idealne. Wreszcie zaznaczyć muszę, że najwyższych położonych punktów nie brałem pod uwagę, gdyż pomiary w tych miejscach są niepewne (n. p. w najwyższym miejscu kanału Dunaju przyjęto a priori spiętrzenie równe zeru, co jest bardzo nieprawdopodobne).

Oto zestawienie pomiarów i wyników rachunku:

### A. Weltawa.

#### 1. Stanowisko: Troja, $\varphi=0,8$ .

Punkt	Km	Średn. głębok. $t$	Bezwzgl. spąd $H$	$k^2 I$ $g$	Spiętrzenie $y$ według wzoru				
					(19)	(23)	(25)	Rühl-manna	po-miar
0	200,150	0,92	0,66	0,096	2,700	2,700	2,700	2,700	2,70
1	199,460	1,49	0,16	0,013	2,048	2,049	2,040	2,060	2,04
2	197,975	1,14	1,00	0,077	1,897	1,898	1,889	1,912	1,89
3	196,700	0,96	0,52	0,140	0,962	0,969	0,954	1,003	0,94
4	196,360	1,21	0,34	0,029	0,515	0,530	0,528	0,572	0,55
5	195,145	1,30	0,04	0,014	0,307	0,321	0,339	0,363	0,32
6	194,840	0,64	0,13	0,009	0,289	0,301	0,321	0,342	0,31
7	193,800				0,204	0,214	0,239	0,253	0,22

#### 2. Stanowisko: Klecan, $\varphi=0,75$ .

0	208,920	1,05	2,05	0,078	2,790	2,790	2,790	2,790	2,79
1	206,196	1,99	0,05	0,003	0,832	0,836	0,823	0,868	0,81
2	204,000	0,99	0,31	0,110	0,798	0,802	0,793	0,836	0,79
3	203,744	1,39	0,10	0,014	0,547	0,549	0,550	0,587	0,55
4	202,971	0,97	0,28	0,076	0,482	0,485	0,492	0,523	0,47
M	202,630				0,294	0,301	0,320	0,338	0,31

#### 3. Stanowisko: Libšic, $\varphi=0,6$ .

0	218,600	1,25	1,55	0,031	3,240	3,240	3,240	3,240	3,24
1	213,439	1,20	0,52	0,079	1,729	1,730	1,713	1,753	1,74
2	217,750	1,40	0,17	0,016	1,243	1,248	1,226	1,279	1,24
3	211,570	0,89	0,61	0,078	1,096	1,103	1,082	1,137	1,11
4	210,900	1,26	0,39	0,065	0,559	0,571	0,553	0,610	0,59
5	210,279	1,20	0,32	0,026	0,323	0,338	0,338	0,369	0,33
6	209,000				0,184	0,196	0,209	0,218	0,19

### B. Kanał Dunaju

(pomiar dn. 16. VII. 1909)  $\varphi=0,8$ .

Punkt	Km	Średn. głębok. $t$	Bezwzgl. spąd $H$	$k^2 I$ $g$	Spiętrzenie $y$ według wzoru				
					(19)	(23)	(25)	Rühl-manna	po-miar
0	16,652	3,32	0,528	—	—	3,100	3,100	3,100	3,10
1	15,300		0,460	—	—	2,581	2,618	2,652	2,61
2	14,224		0,479	—	—	2,197	2,217	2,280	2,17
3	13,113	3,26	0,536	—	—	1,822	1,820	1,908	1,78
4	11,909		0,542	—	—	1,430	1,418	1,526	1,36
5	10,302		0,736	—	—	1,082	1,061	1,181	1,03
6	7,823	3,41	0,312	—	—	0,687	0,673	0,782	0,73
7	6,894		0,202	—	—	0,554	0,543	0,642	0,51
8	5,914		0,321	—	—	0,467	0,473	0,563	0,46
9	5,534	3,41	0,108	—	—	0,374	0,377	0,453	0,33
10	5,106								0,341

U w a g i: 1. Spółczynnik  $\alpha$  wzoru (19) przyjąłem równy jedności.

2. We wzorze przybliżonym (25) przyjąłem  $T=t$ , dla kanału Dunaju zaś  $T=0,8 t$ . Dla celów orientacji dodaję, że przyjęcie  $T=0,9 t$  zmniejsza spiętrzenie na Weltawie max. o 3 cm, zwiększa zaś dla kanału Dunaju max. o 8 cm.

3. Po wprowadzeniu „miarodajnej“ głębokości (por. ustęp 2) można się spodziewać jeszcze lepszej zgodności, wprowadzenie to zmniejszyłoby bowiem spiętrzenia.

12. Obiór współczynnika  $\alpha$ . O uwzględnianiu bezwładności cieczy w teorii krzywej spiętrzenia zdania hydraulików są podzielone. Wielu z nich twierdzi, że wyraz mnożony przez  $\alpha$  należy wogóle pominąć, gdyż energia kinetyczna cieczy zużywa się na wytworzenie wirów. Inni znów radzą dla koryt regularnych bezwładność uwzględniać, dla nieregularnych zaś pomijać. Chcąc tę sprawę przynajmniej do pewnego stopnia wyświecić na podstawie doświadczeń, skorzystałem z pomiarów dra Tolman'a, wykonanych bardzo starannie, i wyznaczyłem taką wartość  $\alpha$ , dla której suma kwadratów odchyłek obliczonych spiętrzeń od pomierzonych jest najmniejszą. Chociaż wynik tego badania bynajmniej nie rozstrzyga kwestyi, to jednak zasadę postępowania przytoczę jako wzór do podobnych ewentualnych obliczeń w przyszłości.

Z powodu małej wartości wyrazu  $\frac{\alpha k^2 I}{g}$  wpływ jego na spiętrzenie jest nieznaczny i z zupełnie wystarczającą dokładnością przyjąć możemy, że zmiany spiętrzeń przy zmianie  $\alpha$  o  $\Delta\alpha$  są do  $\Delta\alpha$  proporcjonalne. Wyznamy krzywą spiętrzenia dla  $\alpha=0$  i  $\alpha=1$ , to w pewnym miejscu otrzymamy dla pierwszej wartości  $\alpha$  spiętrzenia  $s$ , dla drugiej  $s_1$ . Wówczas na podstawie powyższej uwagi możemy śmiało spiętrzenie dla dowolnego  $\alpha$  położyć równe

$$s - (s - s_1)\alpha.$$



Oznaczając bezpośrednio pomierzone spiętrzenie przez  $l$ , otrzymamy odchyłkę spostrzeżenia minus obliczenie

$$\delta = s - (s - s_1) \alpha - l.$$

Tak np. dla punktu 7 stanowiska Troji mamy według wzoru (23)  $s = 0,214$ , według (19) zaś  $s_1 = 0,204$ , wreszcie  $l = 0,22$ , zatem

$$\delta = 0,214 - 0,010 \alpha - 0,22$$

$$\delta = -0,014 \alpha - 0,006.$$

Takich „równań błędów“ możemy ustawić tyle, ile było spostrzeżeń z odliczeniem spostrzeżeń w miejscu zakłócenia, a więc w miejscach oznaczonych w poprzednim zestawieniu cyfrą 0, w których  $s = s_1 = l$ . Według metody najmniejszych kwadratów otrzymujemy najprawdopodobniejszą wartość:

$$\alpha = \frac{[(s-l)(s-s_1)]}{[(s-s_1)(s-s_1)]},$$

gdzie nawias [] oznacza sumowanie podobnych wyrazów dla wszystkich spostrzeżeń. Z 18 pomiarów na Wełtawie otrzymałem w ten sposób

$$\alpha = 0,15 \pm 0,44,$$

gdzie wielkość  $\pm 0,44$  oznacza średni błąd obliczonej wielkości i wskazuje, jak niepewną jest ta wartość. O tej niepewności można się również przekonać, opuszczając w wyrównaniu punkt 6 stanowiska Libšic, który daje większą odchyłkę (36 m/m). Otrzymujemy wtedy

$$\alpha = -0,18 \pm 0,40$$

wartość ujemną, która nie ma wogóle fizycznego znaczenia. Z badania tego widać jednak, że w warunkach podobnych, jak na Wełtawie można śmiało przyjąć  $\alpha = 0$ , a więc wyrazy uwzględniające bezwładność pominać. Zauważyć jednak muszę, że takie pojęcie w przypadku ogólnym jest błędne. Zdaje się, że energia kinetyczna tylko wtedy zużywa się na wytworzenie wirów, gdy przesterzeń, na której prędkość wody maleje, jest długa. Przemawiałyby za tym — w połączeniu z powyższym wynikiem — dwa fakty: skok wodny Bidone'a i przelew wody przez ostrą krawędź, których przebieg stosuje się niemal zupełnie do praw ruchu cieczy idealnej (dla przelewu mam na myśli rozwiązanie Boussinesq'a).

**13. Wzory ogólne dla spiętrzenia w korytach sztucznych<sup>1)</sup>.** Porzućmy założenia upraszczające, które poczyniliśmy co do koryta, przyjmując obwód zwilżony równy szerokości zwierciadła. Wracając do równania ogólnego (5) widzimy, że oprócz już wyznaczonych stosunków  $\frac{F'}{F}$  i  $\frac{t'}{t}$  potrzebny jest stosunek  $\frac{R'}{R}$  a stosunek  $\frac{k'}{k}$ , który obecnie zależy od  $R$ , przyjmie inną wartość.

Oznaczmy długości odcinków  $OA$  i  $OB$  (fig. 2) przez  $s_1$  i  $s_2$ ; wówczas odcinki  $AC$  i  $BD$ , które możemy uważać za elementy obwodu zwilżonego, wyrażają się związkami

$$AC = s_1 \cdot \frac{y}{h}, \quad BD = s_2 \cdot \frac{y}{h}.$$

O sumę tych wielkości przyrasta zatem obwód zwil-

żony  $p$ , gdy spiętrzenie wynosi  $y$ . Ponieważ promień hydrauliczny określony jest równością

$$R = \frac{F}{p}$$

zatem jego wartość po spiętrzeniu będzie

$$R' = \frac{F'}{p'} = \frac{F'}{p + (s + s_2) \frac{y}{h}}.$$

Z uwzględnieniem równania (7) otrzymujemy przez rozwinięcie w szereg i pominięcie wyrazów rzędów wyższych mamy

$$\frac{R'}{R} = \frac{\left(1 + \varphi \frac{y}{t}\right)^{\frac{1}{\varphi}}}{1 + \frac{y}{h} \frac{s_1 + s_2}{p}} = \left(1 + \frac{y}{t} + \dots\right) \left(1 - \frac{y}{t} \frac{s_1 + s_2}{p} + \dots\right) =$$

$$= 1 + \frac{y}{t} \left(1 - \frac{t}{h} \frac{s_1 + s_2}{p}\right).$$

Kładąc tu dla uproszczenia

$$1 - \frac{t}{h} \frac{s_1 + s_2}{p} = \varphi' \quad (26a)$$

i pomijając wciąż wyrazy rzędu drugiego i wyższych w  $y$  mamy

$$\frac{R'}{R} = 1 + \varphi' \frac{y}{t} + \dots \approx \left(1 + \varphi' \frac{y}{t}\right)^{\varphi'}. \quad (26)$$

Podobnie przedstawimy stosunek

$$\frac{k'}{k} = \frac{f(R')}{f(R)} = \frac{f\left(R + \varphi' R \frac{y}{t}\right)}{f(R)} = 1 + \frac{f'(R)}{f(R)} \varphi' R \frac{y}{t} + \dots =$$

$$= \left(1 + \varphi' \frac{y}{t}\right)^{\varepsilon'} \quad (27)$$

$$\text{gdzie} \quad \varepsilon = 2 \frac{\varphi'}{\varphi} \cdot R \cdot \frac{f'(R)}{f(R)} = \frac{\varphi'}{\varphi} \cdot \varepsilon. \quad (27a)$$

Wprowadzając te związki do równania (5) otrzymujemy przez przekształcenia i wprowadzenie nowej zmiennej  $\frac{y}{t} = z$ , podobnie jak w nr. 4.

$$\frac{I \cdot dl}{t} = dz \left[ 1 + \frac{1}{(1 + \varphi z)^{\beta} - 1} - \frac{\alpha^2 k R I}{g t} \cdot \frac{(1 + \varphi z)^{\delta}}{(1 + \varphi z)^{\beta} - 1} \right],$$

$$\text{gdzie} \quad \beta = \frac{2}{\varphi} + \varepsilon' + \frac{\varphi'}{\varphi} \quad \delta = \varepsilon' + \frac{\varphi'}{\varphi} - 1. \quad (28)$$

W zupełnie podobny sposób, jak w nr. 4, możemy zatem napisać:

$$\frac{I \cdot l}{t} = \left[ z - K(z) + \frac{\alpha k^2 I R}{g t} L(z) \right]_{z_1}^{z_2}$$

gdzie

$$K(z) = \int_z^{\infty} \frac{dz}{(1 + \varphi z)^{\beta} - 1}, \quad L(z) = \int_z^{\infty} \frac{(1 + \varphi z)^{\delta}}{(1 + \varphi z)^{\beta} - 1} dz.$$

Podobnie jak tam dowiedziemy dalej, że z wystarczającą dokładnością jest

$$L(z) = (1 + \varphi z)^{\delta} \cdot K(z).$$

Ponieważ jednak

$$k^2 (1 + \varphi z)^{\varepsilon'} = k'^2$$

$$R (1 + \varphi z)^{\frac{\varphi'}{\varphi}} = R'$$

$$t (1 + \varphi z) = t'$$

$$\text{więc} \quad \frac{\alpha k^2 R I}{g t} (1 + \varphi z)^{\delta} = \frac{\alpha k'^2 R' I}{g t'}$$

$$\text{a wystarczająco dokładnie nawet} = \frac{\alpha k'^2 R I}{g t}.$$

<sup>1)</sup> Oprócz jednej pracy Flaman't'a nie ogłoszono dotychczas badań nad spiętrzeniem w korytach sztucznych, w których promień hydrauliczny różni się znacznie od średniej głębokości. Flaman't zaś bada tylko koryta prostokątne, nie uwzględniając oczywiście zmienności współczynnika  $k$ . Wzory, które uzyskuje, wymagają dość wiele pracy rachunkowej.

Mamy zatem ostatecznie:

$$\frac{Il}{t} = \frac{H}{t} = \left[ z - \left( 1 - \frac{\alpha k^2 RI}{gt} \right) K(z) \right]_{z_1}^2 \quad (29)$$

Ustawienie tablic dla funkcji  $K(z)$  wymagałoby wprost olbrzymiej pracy, gdyż funkcja ta jest zależna od trzech argumentów  $z$ ,  $\varphi$ ,  $\beta$ . Wszelkie trudności rachunkowe pokonamy jednak z łatwością na podstawie drugiego twierdzenia w nr. 9. Na podstawie tego twierdzenia możemy mianowicie liczyć spiętrzenia według dowolnej tablicy spiętrzeń, przyjmując jednak w miejsce średniej głębokości pewną fikcyjną głębokość

$$T = \frac{\beta_0 \varphi_0}{\beta \varphi} \cdot t,$$

gdzie  $\beta_0$  i  $\varphi_0$  oznaczają wartości  $\beta$  i  $\varphi$ , na których oparta jest owa tablica. Przyjmiemy tablicę opartą mniej więcej na tem samym  $\varphi$ .

Weźmy przykład przeliczony w Bubendey'a „Praktische Hydraulik“ §. 13. według wzorów Flamant'a, wyprowadzonych dla przekrojów prostokątnych w przyjęciu niezmienności  $k$  (czyli  $\varepsilon' = 0$ ). Przekrój koryta prostokątny, 2 m szeroki, 0,8 m głęboki, spadek  $I = 0,000331$ , współczynnik  $k = 55$ , dalej  $\alpha = \frac{10}{9}$ , spiętrzenia na początku i końcu  $y_2 = 0,6$  m,  $y_1 = 0,005$  m.

Ponieważ tu  $h = \infty$ , więc  $\varphi = 1 - \frac{t}{h} = 1$ , dalej

$$p = 3,6, \quad \frac{s_1 + s_2}{h} = 2,$$

$$\text{zatem} \quad \varphi' = 1 - \frac{t}{p} \frac{s_1 + s_2}{h} = 1 - \frac{2t}{p} = 0,56,$$

$$\text{wreszcie} \quad \beta \varphi = 2 + \varphi' + \varphi \varepsilon' = 2,56.$$

Chcąc liczyć spiętrzenie według moich tablic na  $K(z)$ , przyjęlibyśmy np. rubrykę

$$\frac{\varphi + \varphi'}{2} = \frac{1 + 0,56}{2} \approx 0,8.$$

Mamy więc

$$\varphi_0 = 0,8, \quad \varepsilon_0 = 0,45, \quad \beta_0 \varphi_0 = 2 + (1 + \varepsilon_0) \varphi_0 = 3,16,$$

wskutek czego fikcyjna głębokość

$$T = \frac{3,16}{2,56} t = 0,987 m.$$

Przyjmiemy okrągło  $T = 1,00$  m.

Ponieważ dalej

$$\frac{\alpha k^2 RI}{gt} = \frac{\alpha k^2 I}{g} \cdot \frac{b}{b + 2t} = 0,063$$

$$z_1 = \frac{y_1}{T} = 0,005, \quad z_2 = \frac{y_2}{T} = 0,600,$$

więc liczymy

$$z_2 - (1 - 0,063) K(z_2) = 0,600 - 0,937 \cdot 0,147 = 0,462$$

$$z_1 - (1 - 0,063) K(z_1) = 0,005 - 0,937 \cdot 1,478 = -1,380,$$

gdzie  $K(z)$  z tablicy I., dla  $\varphi = 0,8$ .

Dalej mamy

$$\frac{Il}{T} = \frac{0,000331 \cdot l}{1,00} = 0,642 - (-1,380) = 1,842$$

$$l = 5565 m.$$

Według wzoru Flamant'a wynika  $l = 5664$  m, zgodność jest więc praktycznie zupełna (według przybliżonego wzoru Flamant'a wynika  $l = 5899$ ). Gdybyśmy przyjęli wartości odpowiadające rzeczywistemu stanowi rzeczy  $\varepsilon' = 0,3$ , mielibyśmy  $\beta \varphi = 2,86$ , zatem  $\frac{3,16}{2,86} = 0,884$  m.; przeliczenie nowe daje wtedy  $l = 5100$  m.

Podobnie możemy obliczać spiętrzenia dla dowolniejszych kształtów przekrojów. Jest to więc sposób zupełnie ogólny, uwzględniający wszystkie czynniki wpływające na spiętrzenie, a mimoto prosty i nie wymagający wielu rachunków i tablic (ostatecznie wystarczy jedna tablica np. Tolkmitt'a).

## RECENZYE I KRYTYKI.

W d. 15. września ukazał się pierwszy numer Wojennej Centrali Handlowej p. t. *Korespondencya Wojennej Centrali Handlowej*. Zadaniem pisma jest informować koła interesowane o bieżących sprawach gospodarczych ze specjalnym uwzględnieniem handlu. Pismo wychodzić będzie 1. i 15 każdego miesiąca, redaguje je Komitet redakcyjny a odpowiedzialnym redaktorem jest p. Zygmunt Doliński.

Nowe pismo przesyłane będzie bezpłatnie władzom i urzędom, odpowiednim instytutom i organizacjom autonomicznym, oraz obywatelskim. Żądania w tym względzie należy zwracać wprost do Administracji, Kraków, ul. Sławkowska 1. Prywatni abonenci otrzymują *Korespondencyę* po opłaceniu w administracji prenumeraty (Kwartalnie 2 K., półrocznie 4 K.). Numer pojedynczy kosztuje 10 halerczy.

Nr. 1. zawiera następujące artykuły: Odbudowa handlu w Polsce Śrubowanie cen a maksymalne ceny. Przyszła polityka handlowa w Polsce. Dział aprowizacyjny. Dział węglowy. Drzewo i materiały budowlane. Kronika gospodarcza. Ze świata. Z dziedziny wynalazków. Z piśmiennictwa.

Nowe pismo — pierwsze pismo u nas zajmujące się

sprawami handlu, poruszające sprawy nadzwyczajnej doniosłości ekonomicznej wogóle a specjalnie w tych czasach, zasługuje na zainteresowanie się niem jak najszerszego grona czytelników.

*Odbudowa kraju* nr. 4. zawiera następujące artykuły: Edwin Hauswald: Tendencje rozwojowe w przemyśle. — Dr. Adam Krzyżanowski: Wojna urzeczywistnieniem socjalizmu? — Dr. Fryderyk Zoll (jun.): Projekt rozporządzenia dotyczącego przesiedlenia osad w obrębie twierdzy krakowskiej. — Leon Biegeleisen: Uwagi o odbudowie: IV. Stan średni. — Tadeusz Popkowski: Niewyzyskane skarby w gospodarstwie wiejskiem. — Leon Ascher: Strzecha słomiana ogniotrwała (z rysunkami). — Leon Twarecki: Gminne kasy pożyczkowe a spółki oszczędności i pożyczek w Galicyi. — Antoni Chrzęszczewski: Odbudowa ludzi. Dr. Jan Rakowicz: Zjazd techników polskich w Warszawie. — Przegląd gospodarczy. — Odbudowa Królestwa Polskiego: Sprawozdanie z działalności Komisji odbudowy kraju Rady Gł. Opiek. — Kazimierz Mayzner: Rejestracja strat kolejowych, komorowych i pocztowych w Królestwie. — Leon Pączewski: Organizacja rejestracji strat w Królestwie Polskiem. — Wydział rejestracji strat wojennych własności ziemskiej. — Rejestracja strat wojennych w przemyśle. — Sprawozdanie z działalności departamentu gospodarstwa społecznego T. R. Stanu. —

Sprawozdanie Zarządu Stowarzyszenia zawodowego przemysłowców budowlanych w Królestwie Polskiem. — Dr. Bronisław Bięgeleisen: Odbudowa Prus wschodnich. Dział sprawozdawczy. — Przegląd prasy. — Kronika.

— **Statyka wykreślna**, opracował Artur Popławski str. 268 (16×24 m) z 3 tablicami i 163 rys. Warszawa 1917 r. Gebethner i Wolff, cena r. 2.40.

W czasie wojny światowej ukazała się książka pod powyższym napisem, wydana z zapomogi Kasy pomocy dr. Mianowskiego. Wywołała potrzebę wydania tej książki nowo powstała politechnika warszawska. Autor omawia składanie i rozkładanie sił, momenty, belkę prostą, belki kratowe i więzary dachowe, wkońcu obliczenie wykreślne powierzchni, momentu statycznego i momentu bezwładności figur płaskich. Przy belkach uwzględnia też ciężar ruchomy i z natury rzeczy mówi o liniach wpływowych, lecz tylko przy siłach poprzecznych; dla momentów i dla sił wewnętrznych belek kratowych autor nie wyznacza, co utrudnia mu odnośne wywody. Autor ogranicza się na wywody wykreślne, czasem tylko zmuszony używa sposobów analitycznych.

Druk bardzo wyraźny, rysunki dokładnie wykonane wogóle strona zewnętrzna dzieła, które wzbogaca ubogą naszą literaturę techniczną, nie pozostawiają nic do życzenia.

*M. Thullie.*

## ROZMAITOŚCI.

— **Wywóz żelaza ze Stanów Zjednoczonych** wynosił w roku administracyjnym 1914/15 przeszło 2 miliony ton, w r. 1915/16 4 86 milionów; drutu kołczastego w pierwszym z tych dwóch okresów było 125 tysięcy, w drugim 364 tysięcy ton.

— **Co każdy śmiertelnik powinien wiedzieć o drogach żelaznych.** Rewident austr. kolei państw. Ferdynand Schubert wydał w języku niemieckim książeczkę dla młodzieży, która obejmuje wszystko to, co każdy powinien wiedzieć o kolejach. Rozrost kolejnictwa i jego znaczenie w życiu nowoczesnym czyni wydawnictwo to

bardzo użytecznym, choćby już z tego względu, że młodzież w czasie nauki szkolnej nigdzie z materiałem tym nie styka się, a dopiero życie praktyczne poucza ją o wielu rzeczach, które łatwo można było poznać już uprzednio. Autor zapoznaje czytelnika przedewszystkiem z różnemi urządzeniami kolejowemi, jak dworcem jazdowym, rozkładami jazdy, założeniami torów, magazynami, taborem do przewozu, następnie z urządzeniami na przestrzeni za stacyami, wreszcie z przepisami co do przewozu osób i towarów. Ustępy o znaczeniu kolejnictwa dla celów wojskowych, o organizacji austriackich kolei, o historii kolei żelaznych, 45 ilustracyi i kilka formularzy uzupełniają całość. Dziełko kosztuje 2.80 K. i jest po nabyciu u autora (Wiedeń II., dyrekcya kolei północnej).

Byłoby bardzo praktyczną rzeczą, tak dla młodzieży jak i dla dorosłych, przyswojenie albo napisanie podobnego podręcznika w języku polskim.

*A. W. K.*

## SPRAWY BIEŻĄCE.

— **Sekcja Tow. Politechnicznego.** Wydział główny zaprasza kolegów, aby się zgłaszali do udziału w pracach sekcji zawodowych, istniejących w łonie Towarzystwa. Istnieją następujące sekcje:

1. inżynierska z podziałem na:

- a) miejską,
- b) wodną,
- c) komunikacyi lądowej.

- 2. mechaników;
- 3. elektrotechników;
- 4. gazowników;
- 5. chemików;
- 6. Koło architektów.

Zgłoszenia można skutecznie osobiście w biurze Towarzystwa lub pocztówką.

Zaproszenia na posiedzenia sekcji i komunikaty otrzymywać będą tylko ci koledzy, którzy zgłoszą swój udział w sekcji.

## SPRAWY TOWARZYSTWA.

**Posiedzenie Wydziału głównego** w d. 16. lipca 1917 r.

Przewodniczy kol. Rybicki. Obecni kol.: Anczyce, Drexler, Dzieślewski, Günther, Hauswald, Januskiewicz, Korasadowicz, Krzyczkowski, Machalski, Matakiewicz, Wierzbiański.

Protokół ostatniego posiedzenia odczytano i przyjęto. Przyjęto przez balotowanie jednomyślnie 7 nowych członków; są to następujący koledzy: Jerzy Müller, c. k. adjunkt budowy Namiestnictwa (oddział tarnowski), Antoni Grochowalski, c. k. kontrolor techniczny kontroli skarbowej, Stanisław Załęski, komisarz maszyn c. k. kolei państw., Stanisław Skoczylas, starszy radca górniczy (oddział bialski), Wiktor Pirgo, starszy komisarz budowy (oddział bialski), Franciszek Markiewicz, c. k. starszy komisarz górniczy (oddział bialski), Karol Kisella, c. k. starszy inżynier Namiestnictwa, (oddział bialski).

Prezes w sprawie wydawnictwa pracy kol. Artura Kühnela, komunikuje treść pisma Centrali oraz treść listu kol. Kühnela i umowę zawartą z księgarnią polską.

Preliminarz przedłożony przez skarbnika kol. Januskiewicza przyjęto jednogłośnie i wyrażono mu podziękowanie za bardzo wydatną pracę.

Prezes komunikuje pismo Oddziału tarnowskiego z 2. lipca b. r. z propozycją zmiany statutu.

Uchwalono na wniosek kol. Hauswalda: Interpretacja §§. 33. i 37. zawarta w piśmie Wydziału tarnowskiego nie sprzeciwia się zdaniem Wydziału głównego w niczem ogólnym postanowieniom statutu Towarzystwa i mieści się w tych postanowieniach. Główny Wydział ze względu na obecne trudności, które uniemożliwiają zwołanie Walnego zgromadzenia, i na koszta związane z nowym nakładem statutu i urzędowem jego zatwierdzeniem, postanowił wprawdzie zostawić formalne załatwienie tej sprawy w zawieszeniu, upoważnia jednak Wydział Oddziału do postępowania w przyszłości stosownie do proponowanej nowej osnowy postanowień §. 37., która opiewa: a) Wydziałem miejscowym nie przysługuje prawo zewnętrznej reprezentacyi Towarzystwa w sprawach obchodzących ogół techników, wogóle tam, gdzie wymagany jest jednolity kierunek pracy, nie mają więc prawa samoistnego wnoszenia petycji i wydawania orzeczeń lub pism w imieniu Towarzystwa jak tylko za pośrednictwem

Wydziału głównego; b) Wydziały miejscowe w zakresie spraw technicznych i przemysłowych, związanych z rozwojem miasta i obwodu, w którym Oddział istnieje, mogą wydawać opinie i być czynnikiem doradczym; każdorazowe wystąpienie na zewnątrz Wydziału w imieniu Oddziału musi uzyskać zgodę Walnego zgromadzenia członków Oddziału; c) Wydziały miejscowe zawiadomią Wydział główny o zapadłych uchwałach wraz z motywami; d) Wydział główny zawiadomi Wydziały miejscowe o wydanych opiniach dotyczących terenu działalności Oddziału celem uniknięcia sprzeczności opinii, względnie przed wydaniem opinii zasięgnięciu odnośnych informacji Oddziału.

Uchwalono na proponowane uzupełnienie §. 33 g), że posiedzenia Wydziału głównego odbywać się będą regularnie w pierwszy poniedziałek każdego miesiąca. Jeżeli porządek dzienny zawierać będzie sprawy obchodzące ogół techników lub dotyczące Oddziału, zakomunikuje się danemu Oddziałowi wcześniej porządek dzienny.

Postanowiono powyższe uchwały wydrukować w *Czasopiśmie Technicznym*.

Na wniosek kol. Drexlera uchwalono poprzeć sprawę zawiązania Oddziału Towarzystwa w Drohobyczu, a misję utworzenia Oddziału powierzyć kol. Mikuckiemu.

Kol. Januskiewicz jako delegat Wydziału składa sprawozdanie z Walnego zgromadzenia Technicznego Biura odbudowy kraju i donosi, że nastąpiły zmiany w składzie Dyrekcji i Rady Nadzorczej Biura.

Prezes odczytuje pismo Dyrekcji Biura, w którym ono zrzeka się nadal „protektoratu“ Towarzystwa, udzielonego mu przez Wydział przy założeniu, i na podstawie listu tego konstatuje, że Biuro nie będzie się odtąd w swych blankietach listowych powoływać na „egidę“ Towarzystwa. Wydział przyjmuje to do wiadomości.

Prezes prosi o urlop i żegna się z Wydziałem. Prosząc wszystkich wydziałowych o zajęcie się sprawami Towarzystwa zamyka prezes posiedzenie.

### Protokół

posiedzenia Wydziału głównego z d. 3 września 1917 r.

Przewodniczący kol. Rybicki. Obecni: Kol.: Barwicz, Dzieślewski, Günther, Januskiewicz, Krzyczkowski, Machalski, Syroczyński, Tomicki, Wiktor.

Po przywitaniu przez prezesa Wydziału po feryach wakacyjnych odczytuje sekretarz protokół ostatniego posiedzenia, który przyjęto.

Uchwalono w najbliższą środę otworzyć dyskusję nad wnioskami i wytycznymi na zjazd przemysłowy i zaprosić do udziału w niej Izbę handlowo-przemysłową.

Uchwalono też wnioski i rezolucje sformułować po dyskusji i przedłożyć Zjazdowi przemysłowemu.

Przyjęto do wiadomości sprawozdanie kasowe kol. skarbnika.

Prezes odczytuje list Oddziału tarnowskiego z memoriałem w sprawie gazu ziemnego. Uchwalono przydzielić sprawę do zreferowania i zaopiniowania kol. Tomickiemu w porozumieniu z kol. Szaynokiem.

Uchwalono Tow. Bratniej Pomocy Słuchaczy Politechniki jednorazową zapomogę w kwocie 250 koron.

Po załatwieniu jeszcze kilku drobnych spraw zamknięto posiedzenie.

**Zebranie tygodniowe** w d. 3 października 1917 r. Wykład prof. J. Zubrzyckiego p. t. „Znamiona architektoniczne katedry lwowskiej“.

W pięknej formie i z wielkim zamiłowaniem przedmiotu omówił prelegent powyższy temat, zbijając przede wszystkim wrażenie i przekonanie, jakoby architektura polska ulegała wpływom obcym z zachodu; — dokładne wpatrzenie się w arcydzieła sztuki doprowadza nas do odmiennych wniosków, aczkolwiek częstokroć niełatwo dotrzeć do tych zabytków, które powleczone zostały późniejszymi kosmopolitycznymi naleciałościami, zacierającymi specjalne cechy polskie danych budowli. Typowym przykładem zatarcia znamienych pierwiastków polskich jest katedra lwowska, której ongiś piękne mury zewnętrzne wykonane w jasnej i ciemnej cegle, zostały na polecenie arcyb. Sierakowskiego powleczone grubą warstwą wyprawy wapiennej tak dokładnie, że wskutek bardzo energicznego nasiekania cegieł fasadowych w celu dokładniejszego umocnienia wyprawy — nie może być obecnie mowy o przyprowadzeniu fasady do dawnego historycznego stanu.

Wskutek zewnętrznych i wewnętrznych przeróbek dokonanych bez współdziałania polskich architektów, którzy potrafiliby byli z należnym pietyzmem ustrzedz właściwe znamiona katedry od zatarcia, wydawać się może obecnie, że tych cech niema. Cofnięcie się jednak do historii i dokładniejsze rozpatrzenie genezy obecnego stanu doprowadza nas do przekonania, że katedra lwowska jest typowym przykładem polskiej sztuki architektonicznej.

Jako najogólniejsze znamię występuje układ rzutu poziomego t. j. najdawniejszy układ murów, który ze względów lokalnych musiał w części nawowej zostać o  $\frac{1}{4}$  część skrócony, co stało się wskutek za blizkiego usytuowania budowli przy ówczesnych murach miejskich, (fakt ten stwierdza współczesny kronikarz z czasów króla Jagielly). To skrócenie rzutu poziomego, pomyślanego pierwotnie jako typowe, zaciera główne znamię katedry lwowskiej, które łączyłoby powinno ją z całym szeregiem czysto polskich zabytków jak katedry gnieźnieńskiej i wawelskiej, kościoła maryackiego i kollegiaty wiślickiej, kościoła OO. Bernardynów we Lwowie i w. i. — Prelegent przedstawił odtworzony rzut poziomy w formie, w jakiej pierwotnie miał być wykonany, i wykazał na szeregu porównań z innymi zabytkami równorzędność tego zabytku jako czysto polskiego, podkreślając w pierwszym rzędzie węzły działowe, występujące charakterystycznie w budowlach polskich na przecięciu osi, jako nader ważne pod względem konstrukcyjnym i estetycznym.

Jako drugą cechę określił prelegent wejście przez kruchtę od strony południowej, wzorowane na świątyniach pogańskich, zostało ono niestety zamurowane i zastąpione później wykonaniem wejściem głównym między wieżami, co zepsuło charakter swoisty budowli.

Jako dalszy motyw czysto polski zaznaczył prof. Zubrzycki pierwotne wytworzenie t. zw. łuku tęczowego między częścią kapłańską a nawową, który zarówno jak sygnaturka na szczycie tęczowym, zostały późniejszymi barokowymi przeróbkami zatarte lub usunięte. Przytoczywszy jako pierwowzór katedry lwowskiej — kościół w Bieczu, podkreślił prelegent znaczenie powstania kaplic w katedrach i kościołach polskich, zwracając szczególniej uwagę na kaplicę kampionowską, która zachowała swojskie znamiona zarówno w układzie ogólnym jak i w samym ołtarzu z charakterystycznym dwunależcem polskim.