

CZASOPISMO TECHNICZNE

ORGAN TOWARZYSTWA POLITECHNICZNEGO WE LWOWIE.

Rocznik XXVI.

Lwów, dnia 25 stycznia 1908.

Nr. 2.

TREŚĆ: A. W. Krüger: Stulecie żeglugi parowej 1807—1907 (Dokończenie). — Tadeusz Baecker: Wpływ sposobu podparcia belek prostych na natężenia dodatkowe z powodu zmian temperatury (Dokończenie). — Karol Pomianowski: Teoretyczne zasady wyzyskania sił wodnych na spadku zbiorników. — Z nowszej literatury o wyzyskaniu sił wodnych — Sprawozdania z literatury technicznej. — Rozmaitości. — Sprawy Towarzystwa.

Stulecie żeglugi parowej 1807—1907.

(Dokończenie).

Czasy wojenne w Europie nie były przychylne rozwojowi żeglugi parowej; nawet nie potrafiono wyzyskać Fultona torped, torpedowców, kontrtorpedowców, min wodnych i czółen podwodnych. Fulton wraca do Ameryki; u Boultona i Watta w Soho, pierwszej i największej podówczas fabryce maszyn parowych, zamawia wykonanie maszyny własnego pomysłu i wspólnie z Livingstonem, który także przybył do Ameryki, zajął się budową okrętu. Na wiosnę r. 1807 puszczono na wodę parowiec „Claremont“ 40·5 m długi i 5·48 m szeroki, osadzono ostatecznie dostarzoną maszynę, a 17 sierpnia 1807 wyruszono z Nowego Jorku w pierwszą podróż. Tłumy ludu oczekiwały na wybrzeżu, by się przypatrzeć „głupstwu Fultona“, jak nazwano przez szyderstwo jego okręt. Szyderstwo zamieniło się wkrótce w zachwyt. Okręt poruszał się rzeczywiście bez żagli, wywołując po drodze przerażenie i postrach. Cały wygląd statku budził zresztą więcej strachu niż zaufania. Kocioł, maszyna, komin tak wysoki prawie jak maszty, wielkie nieosłonięte koła i dwaścienie olbrzymich łopat, zalewających za każdym obrotem częściowo pokład robiły nieswojskie wrażenie na nieświadomym widzu. Z kolumny sypały się iskry i buchały płomienie, gdyż jako paliwa użyto suchej sośniny. Ten wygląd i ogień w połączeniu ze stękaniem, warczeniem i łoskotem maszyny i okoliczność, że tak wielki statek płynął przeciw wiatrowi i prądowi, wystarczył, by na płynących z biegiem wody statkach, wywoływać ogólny postrach. Opowieści niosą, że ludzie rzucali się na pokładach żaglowców na kolana i błagali Boga, by ludzi osłonił przed potworem. Wkrótce przyzwyczajono się do tego; miejsce przerażenia zajęła zazdrość i zawiść przeciw nowości, a ustawa, która dawała Fultonowi przywilej na zaprowadzenie żeglugi parowej, musiała także zawierać groźbę kary za umyślne uszkodzenie „Claremontu“. Okręt zrobił pierwszą podróż z Nowego Jorku do Albany 240 km długą w 32 godzinach, wiatr był przeciwny tam i z powrotem, żagli nie można było używać. Po tym rezultacie zabrał się zaraz Fulton do zekonomizowania dzieła. Przez zimę przerobiono okręt, przedłużono go, opatrzone nakryciem, a w r. 1808 rozpoczął „Claremont“ regularne jazdy między Nowym Jorkiem, a Albany. Zaraz w następnym roku zbudowano już dwa nowe okręty, ale dwa razy większe od pierwszego. Nadzwyczaj prędko

mnożyła się liczba parowców, najpierw na wielkich rzekach i jeziorach Ameryki, w r. 1812 puszczono pierwszy parowiec na Missisipi, a w r. 1840 było na Missisipi i jego dopływach tysiąc parowców.

Obok Fultona odznaczyli się w udoskonaleniu okrętu parowego dwaj inni amerykańscy inżynierowie: John i Robert Stevens. Pierwszy z nich w krótkim czasie po Fultonie odbył szczęśliwie dłuższą podróż próbną na statku, przez siebie zbudowanym.

Pierwsze udane jazdy parowcem w Europie odbyły się w r. 1812 i rok ten uważa się za początkowy dla europejskiej żeglugi parowej. Przedsiębiorczy Szkot Henry Bell posiadał w małej miejscowości obok Glasgowu zakład kąpielowy, który chciał w najprostszym sposobie połączyć linią komunikacyjną z Glasgowem. Przebywający u Bell'a na świeżym powietrzu pewien maszynista z Glasgowu zbudował maszynę o sile trzech koni, postarano się o kocioł, zbudowano czółno, a z końcem lipca 1812 odbyła „Kometa“ pierwszą jazdę próbną. Miało to miejsce w 5 lat po próbnej jeździe Fultona. 5 sierpnia 1812 r. czytano w Gazetach Glasgowu, że żegluga parowa jest otwarta; odtąd odbywał się regularny ruch przewoźny podróży. Ten pierwszy, w Europie do użytku publicznego oddany parowiec był trzy razy krótszy, niż pierwszy statek amerykański i robił 8 km na godzinę. Maszynka tego statku znajduje się dotąd w muzeum w Kensington. Do poruszania służyły cztery koła łopatkowe, umieszczone po dwa za sobą na obu stronach statku. W roku następnym musiano wzmocnić „Kometę“, i wystąpiły już dwa nowe silniejsze statki. W r. 1824 było na Clyde 35 parowców w ruchu. W roku 1815 zaprowadzono regularny ruch parowców na Tamizie. W roku 1816 odwiedził angielski statek parowy Francję i został w Paryżu przez Ludwika XVIII powitany oklaskami. W tym samym roku zawitały parowce angielskie na Łabie, a Renem zajechały do Kolonii. *Kölnische Zeitung* z 13 lipca 1816 mówi o wrażeniu, jakie wywarł na zebranej publiczności stosunkowo wielki okręt bez masztów, żagli i wiosel, płynąc z wielką chyżością przeciw prądowi Renu. Maszyna tego statku była o sile 34 koni. W roku 1823 było w Anglii 160 parowców, w r. 1835 315, a w r. 1835 pięćset w użyciu.

Bremeński kupiec Fryderyk Schröder jest inicjatorem stałej żeglugi na rzekach konty-

mentalnych Europy. W roku 1846 przekazał on budowniczemu okrętów Janowi Langemu zbudowanie okrętu parowego, do którego maszyny dostarczyła fabryka Watta i Boultona w Soho. Okręt ten rozpoczął regularną żeglugę na Wezerze i przetrwał do roku 1833.

W roku 1813 buduje Fulton pierwszy parowy okręt wojenny dla obrony Nowego Jorku przed ewentualną napaścią nieprzyjaciół. W roku 1815 oddano ten statek, nazwany na cześć twórcy „Fulton” do użytku, „przewyższał on wszelkie oczekiwania”. Mieszkańcy Nowego Jorku mniemali, że w posiadaniu tej maszyny są nietykalni. „Fulton”, który zresztą nigdy nie był w rzeczywistości wojennym użyciu, godnie odpowiedział temu zadaniu do r. 1829, kiedy wskutek eksplozyji prochu wyleciał w powietrze. Anglicy zbudowali pierwszy okręt parowy dla celów wojennych w r. 1822, w r. 1825 posiadają już statek o sile 160 koni, w r. 1839 zbudowano okręt wojenny o sile 320 koni. Dopiero w r. 1840 były po raz pierwszy użyte statki dla rzeczywistych celów wojennych w Azji przy bombardowaniu Aki i to ze skutkiem znakomitym, chociaż dotąd uszkodzenie statku i zrobienie go nieczynnym było bardzo łatwe, gdyż koła maszyny i kocioł znajdowały się w linii wodnej, a dopiero z zaprowadzeniem śruby okrętowej można było całe urządzenie pomieścić poniżej tej linii.

W międzyczasie zaszły już inne wybitne zmiany.

W roku 1819 z żaglowca na parowiec przerobiony statek „Savannah” przedsięwziął pierwszą podróż przez ocean Atlantyki. Dnia 26 maja wyjechał z Nowego Jorku, a po 26 dniach, z których ośm przebył pod żaglami, przybył do portu w Liverpoolu. Dla żaglowców, spotykanych na oceanie, okręt płynący bez żagli przeciw wiatrowi, otoczony kłębam dymu był nadzwyczajnym zjawiskiem. *Times* podaje, że krzyżownik celny na iryjskich wybrzeżach starał się przez cały dzień doścignąć „Savannah” mniemając, że to pływający żaglowiec.

Z okresu prób żeglugi na wielkim oceanie przeszło się dopiero statkami „Syryuszem”, a przede wszystkim „Great Western” w r. 1838 do rzeczywistego, praktycznego połączenia żegluga parową Europy z Ameryką, gdyż wszystkie poprzednio budowane okręty dla oceanów spotrzebowywały przez drogę prawie tyle paliwa, ile wynosiła cała ładuga okrętu, Pisma amerykańskie podają, że cały Nowy Jork z nadzwyczajnym napięciem oczekiwał przyjazdu „Great Western”. Działła portu powitały salwami przypływający okręt, który w 16 dniach przybył z Bristolu do Nowego Jorku.

W drugim okresie żeglugi parowej, który sięga od pierwszej połowy roku trzydziestego do sześćdziesiątego ubiegłego wieku były dla rozwoju żeglugi parowej dwie nowości miarodajnymi, wprowadzenie śruby okrętowej i zastosowanie żelaza do budowy parowców.

Śruba okrętowa sięga próbnymi zastosowaniami pierwszych początków żeglugi parowej, ale koło łopatkowe zostawało zawsze zwyciężnikiem wobec wszystkich najoryginalniejszych pomysłów urządzeń popydowych. W roku 1829 Józef Ressel w Austrii osiągnął pomyślne rezultaty z obmyślaną przez siebie śrubą okrętową. Udatna jazda próbna została przerwana przez przypadek, który wprawdzie nie miał żadnego związku ze śrubą, ale

wywołał ze strony policyi nakaz, zaniechania z tym pomysłem dalszych prób. Także i we Francji i Anglii, gdzie uzyskał patenta, nie udało się Resselowi doprowadzić do faktycznie udanych rezultatów. W roku 1836 przeprowadził w Anglii Smith próby z drewnianą śrubą o dwóch skrętach. Dzięki szczególnemu przypadkowi, który tu współdziałał, próba udała się znakomicie. Angielska admiralicya zainteresowała się tym pomysłem, a za jej inicjatywą zbudowany „Archimedes” w październiku 1839 uczynił śrubę okrętową zwyciężką i to w pierwszej linii dla celów marynarki wojennej.

Udoskonalenie wyrobu żelaza doprowadziło do zastosowania go do okrętów parowych, co w początkach związane było z wielu trudnościami, gdy zmiana użytego materiału pociągała za sobą różnicę w układzie i zeskładzie poszczególnych części okrętów. Żelazne żaglowce budowano już w r. 1787. Pierwszy żelazny parowiec zbudowano w r. 1821 w Anglii dla Sekwany; w czerwcu r. 1822 puszczono go w Paryżu na wodę. W roku 1834 zbudowano pierwszy wielki żelazny parowiec. W roku 1843 zbudowany „Great Britain”, był pierwszym okrętem żelaznym śrubowym, posiadał siłę 2000 koni, a pojemność 3500 ton.

Zawsze jeszcze zużycie węgla przez parowce było bardzo wielkie i dopiero wynalezienie maszyny ekspansyjnej, następnie sprzężonej, ostatecznie o podwójnej i potrójnej ekspansji usunęło wkońcu i tę wadę, a zużycie węgla zostało zredukowane do $\frac{1}{3}$ pierwotnego.

Przechodzimy do okresu olbrzymiego, udoskonalonego rozwoju żeglugi na całym świecie — przechodzimy w okres, sięgający po dzień dzisiejszy, na każdym kroku dostarczający w szczególności szeregi nowości. Powstają liczne towarzystwa żeglugi parowej, wzajemna rywalizacja między nimi jest w dalszym ciągu najlepszym bodźcem do dalszych udoskonaleń. Corazto szybciej poruszające się, większe, lepiej i wygodniej urządzone, większą ładowność posiadające statki wypływają z doków, by iść utartymi, ściśle co do kierunku i czasu oznaczonymi szlakami, łącząc całą ludność ziemi w jedno środowisko, niosąc udoskonalenie warunków bytowania i kulturę.

Budowa maszyn okrętowych znajduje szczyt swej doskonałości w podziwiania godnych lekkich maszynach członów torpedowych i kontrtorpedowców, a w najnowszych czasach turbina parowa w swoim zwyciężkim pochodzie porusza obecnie śrubą największych i najszybszych okrętów ziemi „Lusytanii”¹⁾ i „Maurytanii”, a nawet najcięższych okrętów wojennych floty angielskiej i w krótkim czasie wyprze wszystkie inne urządzenia. Użycie żelaza do budowy statków powiększyło ich pojemność o $\frac{1}{5}$, najnowsze próby co do uzyskania najkorzystniejszych kształtów szybkobieżnych okrętów, obniżyły kosztą przywozu i pozwoliły pierwotną chyżość podwoić, a nawet potroić. Im dalej, to coraz to większy postęp i doskonałość!

Przechodząc myślą tych kilka dat i szczegółów z początków rozwoju żeglugi parowej, zestawiając te usiłowania jednostek i ich poświęcenie z jednej strony, i obojętność a nawet skorość do szyderstwa ze strony drugiej — ogółu ludzkości, mimowoli zwraca się umysł nasz w kierunku usiłowań i dążeń obecnie w naszych oczach się odby-

¹⁾ *Zeitsch. d. V. d. Ingen.*, zeszyt 39, str. 1547, 1907.

wających, doprowadzenia do skutku i dostosowania do praktycznych celów żeglugi napowietrznej. Rola nasza wobec tych działaczy jest dzisiaj taką, jaką odgrywali ludzie przed stu laty wobec pierwszych fantastów żeglugi parowej i „głupoty Fultona”.

Z odmětów życia ludzkiego dopiero historia wydobywa prawdę.

Lwów, 10 października 1907.

A. W. Krüger.

Wpływ sposobu podparcia belek prostych na nateżenia dodatkowe z powodu zmian temperatury.

(Dokończenie).

II. Układ dwuprzęsłowy (fig. 4).

Dla tego przypadku wprowadzamy jeszcze obok znaków poprzednio przyjętych $\frac{\Delta d_2'}{2}$ i $\frac{\Delta d_2''}{2}$, wyrażające odkształcenia podpory 2 dla nateżeń $\sigma' = \frac{P_1}{A_1}$ i $\sigma'' = \frac{P_2}{A_2}$.

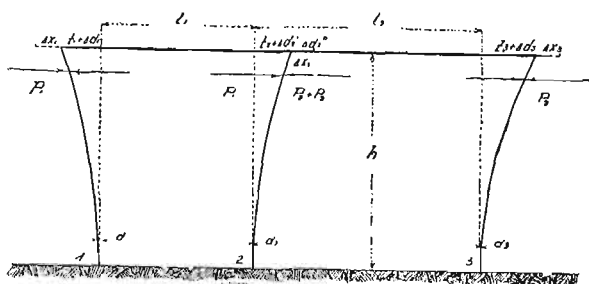


Fig. 4.

Tutaj z warunku równowagi i przy pomocy rysunku otrzymamy znowu podobnie jak przedtem:

$$f_1 + f_2 + \frac{\Delta d_1}{2} + \frac{\Delta d_2'}{2} + \Delta x_1 + \Delta x_2 - a_1 t_1 \frac{d_1 + d_2}{2} = a t l_1$$

$$f_3 - f_2 + \frac{\Delta d_3}{2} + \frac{\Delta d_2''}{2} + \Delta x_3 - a_1 t_1 \frac{d_2 + d_3}{2} = a t l_2$$

$$P_1 = P_2 + P_3.$$

A wstawivszy wartości za wyrazy poszczególne otrzymamy także:

$$\frac{1}{3} \frac{P_2 h_3^3}{J_1 m E_1} - \frac{1}{3} \frac{P_3 h_2^3}{J_2 m E_1} + \frac{P_1 d_1}{2 A_1 m E_1} + \frac{P_1 d_2'}{2 A_1 m E_1} + \frac{P_1 l_1}{A_1 E_1} =$$

$$= a t l_1 + a_1 t_1 \frac{d_1 + d_2}{2}$$

$$\frac{1}{3} \frac{P_2 h_3^3}{J_3 m E_1} - \frac{1}{3} \frac{P_3 h_2^3}{J_1 m E_1} + \frac{P_2 d_3}{2 A_2 m E_1} + \frac{P_2 d_2''}{2 A_2 m E_1} + \frac{P_2 l_2}{A_2 E_1} =$$

$$= a t l_2 + a_1 t_1 \frac{d_2 + d_3}{2}$$

W równaniach tych mamy obok niewiadomych P_1, P_2, P_3 jeszcze d_2' i d_2'' — które możemy jednak przyjąć z dostateczną dokładnością dla przeważnej liczby przypadków równe $d_2^{(1)}$.

Wstawivszy to w równania poprzednie — otrzymamy:

$$P_1 = a E_1 \left(a t l_1 + a_1 t_1 \frac{d_1 + d_2}{2} \right) + P_2 \frac{a}{c_2} \dots 8)$$

$$P_2 = b E_1 \left(a t l_2 + a_1 t_1 \frac{d_2 + d_3}{2} \right) + P_1 \frac{b}{c_2} \dots 9)$$

przyczem:

$$a = \frac{3 J_1 J_2 m A_1}{A_1 (h_1^3 J_2 + h_2^3 J_1) + 3 J_1 J_2 \left(\frac{d_1 + d_2}{2} + m l_1 \right)} \dots 8')$$

¹⁾ Wartości te wyrazić moglibyśmy równaniem 1) i 2)
1) $d_2' = \frac{2 d_2 c_2}{c_2 + c_1 \frac{a_2 - b_2}{a_1 - b_1}}$

$$b = \frac{3 J_2 J_3 m A_2}{A_2 (h_2^3 J_3 + h_3^3 J_2) + 3 J_2 J_3 \left(\frac{d_1 + d_2}{2} + m l_2 \right)} \dots 9')$$

$$c_2 = \frac{3 m J_2}{h_2^3}.$$

Stąd zaś — oznaczivszy pierwsze wyrazy w równaniu 8) i 9) przez A i B , otrzymamy wkońcu:

$$P_1 = \left(A + B \frac{a}{c_2} \right) \frac{c_2^2}{c_2^2 - ab} \dots 8a)$$

$$P_2 = \left(A \frac{b}{c_2} + B \right) \frac{c_2^2}{c_2^2 - ab} \dots 9a)$$

Z równań tych widzimy odrazu, że dla $A=B$ i $a=b$ będą $P_1=P_2$, nie zatrzymując się przytem jednak, oznaczimy nateżenia w belce 1 i 2 przez σ_1' i σ_2'' i otrzymać możemy podobnie jak dla pierwszego przypadku:

$$\sigma_2' = \sigma_0 (1 + y_1) \dots 10)$$

$$\sigma_2'' = \sigma_0 (1 + y_2) \dots 11)$$

przyczem:

$$y_1 = \frac{1}{A_1} \left(A' + B' \frac{a}{c_2} \right) \frac{c_2^2}{c_2^2 - ab} \dots 10')$$

$$y_2 = \frac{1}{A_2} \left(B' + A' \frac{b}{c_2} \right) \frac{c_2^2}{c_2^2 - ab} \dots 11')$$

$$A' = a \left(\beta t l_1 + \beta_1 t_1 \frac{d_1 + d_2}{2} \right);$$

$$B' = b \left(\beta t l_2 + \beta_1 t_1 \frac{d_2 + d_3}{2} \right).$$

a) Dla przypadku szczególnego: $J_1=J_2=J_3$, $A_1=A_2$, $h_1=h_2=h_3$, $d_1=d_2=d_3$ i $l_1=l_2$ będzie $a=b$ a stąd

$$y_1' = y_2' = \frac{1}{A} (\beta t l + \beta_1 t_1 d) \frac{ac}{c-a}$$

albo też, jeżeli wstawivmy wartości

$$y_1' = y_2' = (\beta t l + \beta_1 t_1 d) \frac{3 m J}{A h^3 + 3 J (d + m l)} \dots 10'')$$

b) Jeżeli prócz tego podpora i belka są z jednego materiału, to otrzymamy wreszcie:

$$y_1'' = y_2'' = \beta t (l + d) \frac{3 J}{A h^3 + 3 J (l + d)} \dots 10''')$$

$$2) \dots \dots \dots d_2'' = \frac{2 d_2 c_1}{c_1 + c_2 \frac{a_1 - b_1}{a_2 - b_2}}$$

gdzie: $c_1 = \frac{P_1}{2 A_1 m E_1}$, $a_1 = a t l_1 + a_1 t_1 \frac{d_1 + d_2}{2}$
 $c_2 = \frac{P_2}{2 A_2 m E_1}$, $a_2 = a t l_2 + a_1 t_1 \frac{d_2 + d_3}{2}$

$$b_1 = P_1 \left(\frac{h_1^3}{3 J_1 m E_1} + \frac{d_1}{2 A_1 m E_1} + \frac{l_1}{A_1 E_1} \right) + P_3 \frac{h_2^3}{3 J_2 m E_1}$$

$$b_2 = P_2 \left(\frac{h_3^3}{3 J_3 m E_1} + \frac{d_3}{2 A_2 m E_1} + \frac{l_2}{A_2 E_1} \right) + P_3 \frac{h_2^3}{3 J_2 m E_1}$$

Poprzednie przyjęcie upraszcza jednak znacznie wzory końcowe — a wyniki różnią się dla rzeczywiście możliwych przypadków, bardzo niewiele.

*

III. Układ trójprzęsłowy (fig. 5)

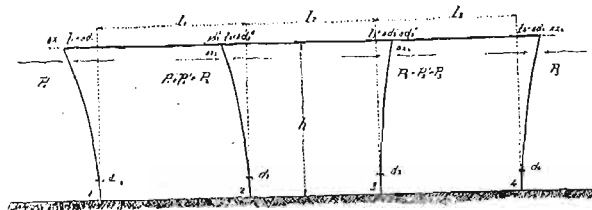


Fig. 5.

Tutaj otrzymamy znowu podobnie jak w przypadku drugim

$$f_1 - f_2 + \frac{\Delta d_1}{2} + \frac{\Delta d_2'}{2} + \Delta x_1 - a_1 t_1 \frac{d_1 + d_2}{2} = \alpha t l_1$$

$$f_2 + f_3 + \frac{\Delta d_2''}{2} + \frac{\Delta d_3'}{2} + \Delta x_2 + \Delta x_3 - a_1 t_1 \frac{d_2 + d_3}{2} = \alpha t l_2$$

$$f_4 - f_3 + \frac{\Delta d_4}{2} + \frac{\Delta d_3''}{2} + \Delta x_4 - a_1 t_1 \frac{d_3 + d_4}{2} = \alpha t l_3$$

$$P_1 + P_1' = P_3 + P_3' = P_2$$

a przyjmując znowu $d_2' = d_2'' = d_2$ i $d_3' = d_3'' = d_3$ otrzymamy po wstawieniu wartości:

$$\frac{1}{3} \frac{P_1 h_1^3}{J_1 m} - \frac{1}{3} \frac{(P_2 - P_1) h_2^3}{J_2 m} + \frac{P_1 d_1}{2 A_1 m} + \frac{P_1 d_2}{2 A_1 m} + \frac{P_1 l_1}{A_1} =$$

$$= E_1 \left(\alpha t l_1 + a_1 t_1 \frac{d_1 + d_2}{2} \right)$$

$$\frac{1}{3} \frac{(P_2 - P_1) h_2^3}{J_2 m} + \frac{1}{3} \frac{(P_2 - P_2) h_3^3}{J_3 m} + \frac{P_2 d_2}{2 A_2 m} + \frac{P_2 d_3}{2 A_2 m} +$$

$$+ \frac{P_2 l_2}{A_2} = E_1 \left(\alpha t l_2 + a_1 t_1 \frac{d_2 + d_3}{2} \right)$$

$$\frac{1}{3} \frac{P_3 h_4^3}{J_4 m} - \frac{1}{3} \frac{(P_2 - P_3) h_3^3}{J_2 m} + \frac{P_3 d_4}{2 A_3 m} + \frac{P_3 d_3}{2 A_3 m} + \frac{P_3 l_3}{A_3} =$$

$$= E_1 \left(\alpha t l_3 + a_1 t_1 \frac{d_3 + d_4}{2} \right)$$

stąd zaś w dalszym ciągu

$$P_1' = a E_1 \left(\alpha t l_1 + a_1 t_1 \frac{d_1 + d_2}{2} \right) + P_2 \frac{a}{c_2}$$

$$P_2 = b E_1 \left(\alpha t l_2 + a_1 t_1 \frac{d_2 + d_3}{2} \right) + P_1 \frac{b}{c_2} + P_3 \frac{b}{c_3}$$

$$P_3 = c E_1 \left(\alpha t l_3 + a_1 t_1 \frac{d_3 + d_4}{2} \right) + P_2 \frac{c}{c_3}$$

przyczem a i b zostaje to samo co w przypadku drugim, więc

$$a = \frac{3 m A_1 J_1 J_2}{A_1 (h_1^3 J_2 + h_2^3 J_1) + 3 J_1 J_2 \left(\frac{d_1 + d_2}{2} + m l_1 \right)}$$

$$b = \frac{3 m A_2 J_2 J_3}{A_2 (h_2^3 J_3 + h_3^3 J_2) + 3 J_2 J_3 \left(\frac{d_2 + d_3}{2} + m l_2 \right)}$$

$$c = \frac{3 m A_3 J_3 J_4}{A_3 (h_3^3 J_4 + h_4^3 J_3) + 3 J_3 J_4 \left(\frac{d_3 + d_4}{2} + m l_3 \right)}$$

$$c_2 = \frac{3 m J_2}{h_2^3}, \quad c_3 = \frac{3 m J_3}{h_3^3}$$

stąd zaś w dalszym ciągu będziemy mieli:

$$P_1 = A + \left(A \frac{b}{c_2} + B + C \frac{b}{c_3} \right) \frac{a c_2 c_3^2}{c_2^2 c_3^2 - a b c_3^2 - b c c_2^2}$$

$$P_2 = \left(A \frac{b}{c_2} + B + C \frac{b}{c_3} \right) \frac{c_2^2 c_3^2}{c_2^2 c_3^2 - a b c_3^2 - b c c_2^2}$$

$$P_3 = C + \left(A \frac{b}{c_2} + B + C \frac{b}{c_3} \right) \frac{c c_2^2 c_3}{c_2^2 c_3^2 - a b c_3^2 - b c c_2^2}$$

przyczem oznaczamy:

$$A = a E_1 \left(\alpha t l_1 + a_1 t_1 \frac{d_1 + d_2}{2} \right)$$

$$B = b E_1 \left(\alpha t l_2 + a_1 t_1 \frac{d_2 + d_3}{2} \right)$$

$$C = c E_1 \left(\alpha t l_3 + a_1 t_1 \frac{d_3 + d_4}{2} \right)$$

Jeżeli zaś nazwiemy nateżenia w belce 1, 2 i 3 przez σ_2' , σ_2'' i σ_2''' , to otrzymamy podobnie jak przedtem:

$$\sigma_2' = \sigma_0 (1 + \mu') \quad \dots \quad 12)$$

$$\sigma_2'' = \sigma_0 (1 + \mu'') \quad \dots \quad 13)$$

$$\sigma_2''' = \sigma_0 (1 + \mu''') \quad \dots \quad 14)$$

przyczem

$$\mu' = \frac{1}{A_1} \left[A' + \left(A' \frac{b}{c_2} + B' + C' \frac{b}{c_3} \right) \frac{c_2 c_3 a}{M} \right] \quad 12')$$

$$\mu'' = \frac{1}{A_2} \left(A' \frac{b}{c_2} + B' + C' \frac{b}{c_3} \right) \frac{c_2^2 c_3^2}{M} \quad \dots \quad 13'$$

$$\mu''' = \frac{1}{A_3} \left[C' + \left(A' \frac{b}{c_2} + B' + C' \frac{b}{c_3} \right) \frac{c c_2^2 c_3}{M} \right] \quad 14')$$

mianownik oznaczyliśmy przytem w skróceniu literą M , natomiast

$$A' = a \left(\beta t l_1 + \beta_1 t_1 \frac{d_1 + d_2}{2} \right)$$

$$B' = b \left(\beta t l_2 + \beta_1 t_1 \frac{d_2 + d_3}{2} \right)$$

$$C' = c \left(\beta t l_3 + \beta_1 t_1 \frac{d_3 + d_4}{2} \right)$$

a) Dla szczególnego przypadku zaznaczonego w układzie I i II nad a) otrzymamy:

$$\mu' = \frac{a}{A} (\beta t l + \beta_1 t_1 d) \frac{c(c+a)}{c^2 - 2a^2} = \mu''' \quad \dots \quad 12''$$

$$\mu'' = \frac{a}{A} (\beta t l + \beta_1 t_1 d) \frac{c(c+2a)}{c^2 - 2a^2} \quad \dots \quad 13''$$

albo uwzględnwszy równanie 12'' i 13'' także:

$$\frac{\mu'}{\mu''} = \frac{c+a}{c+2a}$$

b) Wreszcie dla przypadku zaznaczonego poprzednio pod b)

$$\mu' = \frac{a \beta t}{A} (l+d) \frac{c(c+a)}{c^2 - 2a^2} \quad \dots \quad 12''')$$

$$\mu'' = \frac{a \beta t}{A} (l+d) \frac{c(c+2a)}{c^2 - 2a^2} \quad \dots \quad 13''')$$

Podobnie moglibyśmy dla dowolnej liczby przęseł odpowiednie wzory ustawić, jakoteż na podstawie równań przytoczonych, inne, dla dowolnych przypadków, wyprowadzić.

Do porównania posłużyć mogą wyniki obliczonego przykładu.

Przykład.

Belka żelazna 5 m długa o przekroju 50 cm², spoczywa na słupach betonowych 2.5 m wysokich o przekroju kwadratowym.

| Belka żelazna | Słup betonowy |
|------------------------|--------------------------|
| $l = 500 \text{ cm}$ | $h = 250 \text{ cm}$ |
| $A = 50 \text{ cm}^2$ | $d = 50 \text{ cm}$ |
| $E_1 = 2000000$ | $J = 520835$ |
| $a = 0.00001212$ | $E_2 = 200000$ |
| $\sigma_0 = 1000$ | $\alpha_1 = 0.0000143$ |
| $t = 30^\circ\text{C}$ | $t_1 = 20^\circ\text{C}$ |

$$m = \frac{1}{10}$$

1. Belka może się odkształcać bez przeszkody (przypadek I, granica dolna).

$$\sigma = 1000 (1 \pm 0.00001212 \times 30) = \left. \begin{array}{l} 1000.36 \\ 999.63 \end{array} \right\} \text{ kg/cm}^2$$

Podpory sztywne (granica górna)

$$\sigma = 1000 \left(1 + \frac{24 \cdot 24}{1000} \times 30 \right) = 1730.2 \text{ kg/cm}^2$$

Natężenia rzeczywiste:

dla przypadku I (równ. 7'')

$$\sigma_2'' = 1000 \left[1 + \frac{0.00456}{50} \left(\frac{24 \cdot 24}{1000} \times 500 \times 30 + \frac{28.6}{1000} \times 50 \times 20 \right) \right] = 1935.8 \text{ kg/cm}^2$$

dla przypadku II (równ. 10'')

$$y' = y'' = \frac{1}{50} \left(\frac{24 \cdot 24}{1000} \times 500 \times 30 + \frac{28.6}{1000} \times 50 \times 20 \right) 0.0085 = 0.0654$$

$$\sigma_2' = \sigma_2'' = 1000(1 + 0.0654) = 1065.4 \text{ kg/cm}^2$$

dla przypadku III (równ. 12'' i 13'')

$$\mu' = \mu''' = \frac{0.00456 \times 392.6}{50} \frac{0.01(0.01 + 0.00456)}{0.0001 - 0.0000416} = 0.089$$

$$\mu'' = \frac{0.00456 \times 392.6}{50} \frac{0.01(0.01 + 0.00912)}{0.0001 - 0.0000416} = 0.117$$

$$\sigma_2' = \sigma_2''' = 1000(1 + 0.089) = 1089 \text{ kg/cm}^2,$$

$$\sigma_2'' = 1000(1 + 0.117) = 1117 \text{ kg/cm}^2.$$

W przypadkach, objętych przykładem powyższym, byłyby jednak natężenia dodatkowe dużo niebezpieczniejsze dla podpór.

We Lwowie 1907.

Tadeusz Baecker.

Teoretyczne zasady wyzyskania sił wodnych

na spadku zbiorników

Ustawą z dnia 9 maja 1907 (Dz. u. kraj. Nr. 54) została zapewniona budowa siedmiu zbiorników powodziowych w dorzeczu Soły, Skawy, Dunajca i Stryja z Oporem. Zbiorniki te służąc przede wszystkim do powstrzymywania fali wezbrania rzeki, na której staną, a tem samem tej rzeki recipienta, powinny i będą służyć równocześnie do podniesienia niskich stanów wody przez stopniowe wypuszczanie zamagazynowanych objętości wody, w końcu ponieważ piętrzyć będą znaczną objętość wody w pewnej wysokości ponad poziom doliny, służyć mogą i muszą do produkcji znacznych sił wodnych przy samym murze zapory. Suma przygotowanej pracy wody, zawartej poza murem zapory, równa się iloczynowi z całej masy wody w zbiorniku uchwyczonej mnożonej przez wysokość środka ciężkości owej bryły wody ponad poziom doliny. Gdy jednak stale do zbiornika dopływająca z góry woda stara się poziom środka ciężkości bryły wody podnieść, a równocześnie przez utratę upływającej u dołu wody poziom tegoż środka ciężkości opada, gdy więc wyzyskanie danej energii potencjalnej może nastąpić nie naraz w jednostce bezwzględnej czasu, lecz w ciągu jakiegoś okresu czasu znacznie dłuższego, musi rachunek tej siły oba owe momenty uwzględnić.

Otóż najpierw z góry musi zostać określony czas, w którym ma dana energia potencjalna zostać zużytkowaną. Czas ten da się wyznaczyć na podstawie wykresu zmienności objętości przepływu w rzece, wykresu obejmującego okres kilkuletni, i na podstawie tegoż wykresu jakoteż znanej pojemności zbiorników, wykresu wyrównanych przez zbiorniki objętości przepływu. Czas produkcji siły na zbiorniku będzie czasem wypróżniania tegoż zbiornika w okresie najdłużej znanej posuchy w ciągu szeregu lat. Z powyżej omawianego wykresu da się z łatwością tak czas ów jakoteż i odpowiadająca mu objętość przepływu wyznaczyć.

Obok czasu produkcji siły, drugim czynnikiem normującym wielkość tej produkcji, jest położenie środka ciężkości magazynowanej bryły wody w stosunku do poziomu doliny. Otóż zmienność poziomu tegoż środka ciężkości w miarę zmienności objętości magazynu jest zależną od kształtu bryły wody, lub odwrotnie od formy zamkniętej zapory doliny nadającego jej kształt. Kształt ten jest oczywiście jak najbardziej nieregularny, jednak, ponieważ staramy się dolinę zamknąć w jej miejscu najwęższym i tak, aby powyżej tego

zamknięcia dolina się rozszerzała, zwiężając się dopiero u samej góry, przy końcu cofki, możemy z dużym przybliżeniem przyjąć kształt poziomego przekroju doliny jako elipsę o osi podłużnej, kładzionej w osi biegu rzeki, a osi poprzecznej w kierunku stoków doliny. Następnie, gdy zbiornik musi się z czasem zamulać a zamulać się będzie przede wszystkim najgłębsza jego część, tuż obok muru zapory leżąca, gdy nadto zbiornik nie będzie mógł nigdy zostać spuszczonej zupełnie do dna choćby ze względu na produkcję siły, która pewnego wzniesienia wody zbiornikowej ponad poziom doliny wymaga, można z wielkim prawdopodobieństwem przyjąć, że przekrój podłużny doliny uzyska z czasem poza murem zapory kształt paraboli o osi pionowej, paraboli, której styczna pozioma leżeć będzie w wysokości owego minimum piętrzenia przez zbiornik, a styczna nachylona leżeć będzie w pierwotnym spadku doliny. Po punktach owej paraboli pionowej ślizgać się będą poziome elipsy, podobne co do stosunku wzajemnego osi i takie, że końce osi podłużnej opierać się będą jeden o mur zbiornika, drugi o punkt paraboli, punkt odpowiednio odległy od wierzchołka krzywej. Z takiego pojmowania rzeczy wynikałoby, że mur zapory stanowi tylko jedną linię pionową i nie ma w kierunku poprzecznym żadnej rozciągłości; nie jest to zgodne z rzeczywistością, jednak gdy długość zapory jest rzeczywistą w stosunku do szerokości doliny powyżej zapory, błąd z takiego przyjęcia wynikły jest mały i zupełnie dopuszczalny w ogólnem teoretycznem rozpatrywaniu.

Przechodząc do przypadku konkretnego chciałbym omówić obliczenie największego z proponowanych zbiorników, t. j. zbiornika Soły w Porąbce (wyżej Kęt).

Zbiornik ten piętrząc wodę do 20 m ponad poziom doliny zawierać będzie 30 mil. m^3 wody. Ze szczegółowego obliczenia wynika, że możliwem jest zatrzymanie w zbiorniku stałej rezerwy 10 mil. m^3 wody służącej do zasilania niskich stanów wody, i do produkcji siły, gdyż objętość ta 10 mil. da się z łatwością wypuścić jeszcze przed przyjęciem z góry sygnalizowanej fali wezbrania, tak że wówczas cała pojemność 30 mil. m^3 zbiornika stać będzie otworem dla przyjęcia nadchodzącego wezbrania. Objętość 10 mil. m^3 da się uzyskać przy piętrzeniu 15 m ponad poziom doliny, zatem maksymalne ciśnienie na turbinach wyniesie 15 m. Gdy siła do wyzyskania na zbiorniku wynosi wy-

żej tysiąca koni, przy spadku 4.0 m potrzeba już dla wytworzenia tej siły przepływu około 30 m³/sek ponieważ koszt turbin wzrasta ogromnie ze wzrostem objętości wody na sek. i turbina nie da się w zbyt szerokich granicach spadków ekonomicznie regulować, zatem przyjętą można jako absolutną dolną granicę spadku na zbiorniku 4.0 m.

Do tej wysokości zostanie z czasem dno doliny zamulone. Ponieważ cała cofka zbiornika wynosi 6000 m, więc znacząc osią $x-x$ os podłużną zbiornika $z-z$ os pionową, a $y-y$ os poprzeczną, uzyskamy dla równania paraboli 2-go rzędu $z=2px^2$ z warunków końcowych $x=6-10^3$ $z=11$ po wstawieniu $11=2p6^3 \cdot 10^6$ wartość na pa-

$$\text{rametr } p = \frac{11}{72 \times 10^6};$$

$$z = \frac{11}{36 \times 10^6} x^2 \quad \dots \quad 1)$$

$$dz = \frac{11}{18 \times 10^6} x dx \quad \dots \quad 2)$$

Równanie powierzchni wody zakładamy jako równanie elipsy $F=aby$.

Przy zbiorniku napełnionym do wysokości 15.0 m powierzchnia wynosi $17 \times 10^5 m^2$ (170 ha) przyczem os podłużna elipsy $\frac{x}{2}$ wynosić będzie całą długość cofki t. j. 6000 m. Wstawiając ten skrajny warunek w równanie otrzymam

$$F=17 \times 10^5 = a \pi 3000 \text{ z czego } a = \frac{17}{3\pi} 10^2 \quad 3)$$

Ponieważ zakładamy, że elipsy są podobne, więc ich stosunek osi stały, mamy

$$\frac{2b}{x} = \frac{a}{y} = \frac{6000}{x} = \frac{17}{3\pi y} 10^2 \text{ z czego } y = \frac{17}{18\pi \times 10} x \quad 4)$$

Powierzchnia przekroju poziomego będzie się równać powierzchni elipsy t. j. $F = \frac{xy\pi}{2}$, po wsta-

$$\text{wieniu wartości } F = \frac{17}{36 \times 10^6} x^2 \quad \dots \quad 5)$$

Całą objętość tak utworzonej bryły obliczymy przez sumowanie pionowych wycinków objętości

$$Fdz = \frac{17}{36 \times 10^6} x^2 \times \frac{11}{18 \times 10^6} x dx = \frac{17 \times 11 \times x^3 dx}{2^3 \times 3^4 \times 10^7} = dQ$$

$$\text{skąd } Q = \int Fdz = \frac{17 \times 11}{2^5 \times 3^4 \times 10^7} x^4 \quad \dots \quad 6)$$

przyczem stała całkowania równa zeru, gdyż dla $z=0$, $Q=0$.

Po wstawieniu skrajnej wartości $x=6000$ m, otrzymamy $Q=9350000$ m³ czyli o 650000 m³ mniej, niż pełny zbiornik zawiera. Owych 650000 m³ ma się mieścić w części przeznaczonyj na zamulenie i liczba ta dość dobrze zgadza się z wartościami uzyskanymi przez bezpośredni pomiar w terenie.

Dla ustawienia ogólnego równania bryły wody musimy się uciec do równania elipsy

$$y^2 = 2 \frac{a^2}{b} x - \frac{a^2}{b} x^2 \text{ przyjmując początek współrzędnych przy murze zapory w wysokości 4.0 m nad poziom doliny.}$$

$$\text{Mamy następnie: } a = \frac{17}{\pi 2^1 3^2 10^6} x \quad b = x \frac{1}{2}$$

$$a^2 = \frac{17^2}{\pi^2 2^2 3^4 10^{12}} x^2 \quad b^2 = x^2 \frac{1}{4}$$

wyrażamy a i b przez z ponieważ osie elipsy są zależne jedynie od wysokości przekroju w zbiorniku.

$$\text{Ponieważ: } x^2 = \frac{2^2 \times 3^2 \times 10^6}{11} z$$

$$x = \pm \frac{2 \times 3 \times 10^3}{11^{\frac{1}{2}}} z^{\frac{1}{2}}$$

$$\text{więc } a^2 = \frac{17^2 \times 10^4}{\pi^2 \times 3^2 \times 11} z; \quad b^2 = \pm \frac{17^2 \times 10}{11^{\frac{1}{2}} \times \pi^2 \times 3^3} z^{\frac{1}{2}};$$

$$\frac{a^2}{b^2} = \frac{17^2}{\pi^2 \times 3^4 \times 10^2}$$

stąd równanie bryły:

$$y^2 = \frac{17^2}{3^3 \pi^2} \left\{ \frac{2 \times 10}{11^{\frac{1}{2}}} z^{\frac{1}{2}} x - \frac{1}{3 \times 10^2} x^2 \right\} \quad \dots \quad 7)$$

Dla $y=0$ otrzymamy przekrój osiowy $z = \frac{11}{2^2 3^2 10^6} x^2$ równanie paraboli dla $x=6000$ i $z=11$ otrzymamy $y=0$.

Przyjmując w równanie 7) $x=Const.$ otrzymamy równanie przekrojów poprzecznych jako równanie 4-go stopnia. Element powierzchni przekroju poprzecznego: $dF = z dy$; całkując to równanie i wyrażając wszystko przez x otrzymamy końcowe równanie przekrojów poprzecznych wyznaczone w zmiennej x mianowicie nazywając przez

$$a = \frac{2 \times 10 \times 17^2}{3^3 \pi^2 11^{\frac{1}{2}}} x \text{ a przez } b = \frac{17^2}{3^4 \times \pi^2 \times 10^2} x^2$$

otrzymujemy poprzednie równanie we formie

$$y^2 = ax^2 - b \text{ z czego rachujemy}$$

$$z = \frac{1}{a} (b + y^2)^2 \text{ zaś}$$

$$z dy = dF = \frac{1}{a} (b^2 + 2by^2 + y^4) dy$$

$$F = \frac{y}{a} \left\{ b^2 + \frac{2}{3} by^2 + \frac{1}{5} y^4 \right\} \quad \dots \quad 8)$$

obliczając max. y , dla $z=11$ m ze wzoru 7) otrzymamy

$$y^2_{\text{max.}} = \frac{17^2}{3^4 \times \pi^3 \times 10^2} \{ 6 \times 10^3 x - x^2 \}$$

wstawiając tę wartość we wzór 8) i wartości na „ a ” i „ b ” otrzymamy całą powierzchnię przekroju poprzecznego w odległości x przy pełnym zbiorniku

$$F = \frac{8 \times 11^{\frac{1}{2}} \times 17^3}{3^8 \times \pi^3 \times 10^7} \left\{ 2 \left(x + \frac{3}{2} 10^3 \right)^2 + \frac{45}{2} 10^6 \right\} \sqrt{6 \times 10^3 - x} \times x^{\frac{1}{2}} \quad \dots \quad 8a)$$

Dla obliczenia siły, dającej się na spadku zbiornika wyprodukować, potrzebną jest jeszcze znajomość objętości wody, jaką stale można przepuszczać, i czasu, w ciągu którego cały zapas zbiornikowej wody ma zostać wypuszczony. Otóż na podstawie wykresów stanów wody i odpowiadających im ilości przepływu, ustalono dla Porąbki, że przeciętnie wypuszczać można 11 m³/sek wody ze zbiornika, podczas gdy przyływ wody do zbiornika wynosi 8035 m³/sek, to znaczy, że zbiornik dodaje na sekundę 2965 m³ wody, a ponieważ jego pojemność wynosi 9350000 m³ zatem wyczerpie się cały zapas nagromadzonej wody po 875.81 godzinach.

Związek pomiędzy czasem a napełnieniem zbiornika będzie

$$Fdz = q dt$$

gdzie q znaczy sekundowy odpływ wody zbiornikowej t. j. 2965 m³/sek.

Całkując to równanie i wyznaczając stałą, otrzymamy ostatecznie związek:

$$z = \sqrt{-\frac{qt \times 22}{17 \times 10^5} + 11^2} \quad \dots \quad 9)$$

Ponieważ praca elektryczna, wyrażona w kilogodzinach, przy przyjęciu wyzyskania siły na

turbinie 0.75 pracy teoretycznej, wyraża się równaniem: $dP=(4+z) \times 11 \times 10 \times dt$ otrzymamy całą sumę pracy przez czas wypróżniania się zbiornika (wyrażając z przez t)

$$P = \int_{t=0}^{t=875.81} 11 \times 10 \left\{ 4t + \sqrt{-\frac{qt \times 22}{17 \times 10^5} + 11^2} dt \right\}$$

$$= 11 \times 10 \left\{ 4t + \frac{17 \times 10^5}{3 \times q} \times 11^2 \right\}$$

$$= 1091847.9 \text{ koniogodzin}$$

lub przeciętnie na ciąg 875.81 godzin siła 1246.57 HP.

Tak przedstawiałyby się suma pracy przy jednolitym przepływie wody $11 \text{ m}^3/\text{sek}$ przy czym wielkość siły wahałaby się w granicach między 1650 KP a 440 KP. Gdy jednak chodzi o najkorzystniejsze wyzyskanie siły wodnej, należy położyć siłę równą stałej i przepuszczać zmienną objętość wody. W takim razie suma siły w koniogodzinach liczona będzie większą od sumy pierwotnie podanej, gdyż przeciętny spadek użyteczny będzie większy niż w pierwszym przypadku. Mianowicie:

Nazywając stałą siłę na turbinach w ciągu całego czasu wypróżniania zbiornika (875.85×3600 sek.) przez P zmienną ilość wody zbiornikowej przez q , przyczem stały dopływ do zbiornika wynosi ilość 8.0345, które nazwijmy przez b otrzymamy związek:

$$\frac{P}{10} = (4+z)b + (4+z)q$$

i $Fdz = qdt$.

Wstawiając wartość na „ q ” z pierwszego równania i wyrażając powierzchnię F przez „ z ” otrzymamy: (równanie 1) i 5))

$$\frac{17}{11} 10^5 z dz = \frac{10 - (4+z)b}{4+z} dt$$

nazywając dla skrócenia $\frac{P}{10}$ przez małe p otrzymamy

$$\frac{17}{11} 10^5 z(4+z) dz = \{p - (4+z)b\} dt$$

skąd po uporządkowaniu wartość na dt

$$dt = \frac{17}{11} 10^5 \left\{ \frac{4z dz}{(p-4b) - bz} + \frac{z^2 dz}{(p-4b) - bz} \right\} \quad 10)$$

nazywając „ $p-4b$ ” przez „ a ” otrzymamy wyraz

$$dt = \frac{17}{11} 10^5 \left\{ \frac{4z dz}{a - bz} + \frac{z^2 dz}{a - bz} \right\}$$

po zcałkowaniu i wstawieniu granic:

$$\int_{t=0}^{t=875.85 \times 3600} t = \frac{17}{11} 10^5 \int_{z=11.0}^{z=0.0} \left[\frac{4z}{b} + \frac{z^2}{2b} + \frac{az}{b^2} + \frac{a}{b^2} \log(a - bz) \left(4 + \frac{a}{b} \right) \right] dz \quad 11)$$

wstawiając granice i wartość na „ a ” otrzymamy po uporządkowaniu równania:

$$\frac{875.85}{17 \times 10^5} \times 11 b^2 + \frac{121}{2} b =$$

$$= \frac{p}{b} (p - 4b) \{ \log(p - 4b) - \log(p - 15b) \} - 11p \quad 12)$$

Równanie to rozwiązuje wartość na $p = 136968$ z czego liczy się średnia siła, jaką na turbinach uzyskać można przez cały ciąg wypróżniania zbiornika na

$$P = 1369.68 \text{ HP} \quad 13)$$

Wstawiając wartość na p w scałkowane równanie 10) w skrajnych granicach dla h i t otrzymamy stałą całkowania $C = -108.3937$ wobec czego związek między czasem „ t ” wypróżniania zbiornika, a odpowiadającą mu wysokością piętrzenia „ h ” będzie opiewał:

$$t = \frac{17}{11} 10^5 \left\{ \frac{4z}{b} + \frac{z^2}{2b} + \frac{az}{b^2} + \frac{a}{b^2} \log(a - bz) \left(4 + \frac{a}{b} \right) - 108.394 \right\} \quad 14)$$

w którym to wzorze $a = 104.830$

$$b = 8.0345.$$

Wzór ten 14) pozwala obliczyć każdoczesne piętrzenie zbiornika „ z ” a ponieważ siła, produkowana na zbiorniku, jest stała, więc dzieląc $P = 1369.68 \text{ HP}$ przez spadek $\{z+4\}$ i współczynnik zamiany kilogrammetrów na konie efektywne $\left(\frac{1000 \text{ kgm}}{75 \text{ kgm}} \times 0.75 \right)$ otrzymamy każdoczesną objętość ze zbiornika przepuszczanej wody.

Wzór 13) potwierdza poprzednio wyrażone zapatrywanie, że uzyskać można znacznie większą sumę siły, jeśli założymy stałą produkcję siły na zbiorniku i zmienną objętość przepływu, aniżeli jeśli będzie stała objętość przepływu, a zmienną (zależną od spadku) produkcja siły.

Zauważyć należy, że w obu przypadkach dysponujemy tą samą sumą objętości wody w ciągu tego samego okresu czasu, jednak gdy suma produkowanej pracy wynosi w pierwszym przypadku 1091847.9 koniogodzin, w drugim wynosi ona 1199583.3 koniogodzin, zatem o 10% więcej.

Fakt ten tłumaczy się zupełnie naturalnie tem, że się dłużej wyzyskuje spadek wody z góry do zbiornika dopływającej, spadek zawarty między chwilowym poziomem zbiornika i końcowym punktem cofki przy pełnym zbiorniku. W pierwszym przypadku produkujemy przy pełnym (15.0 m) piętrzenia zbiornika 1650 KP za pomocą $11.0 \text{ m}^3/\text{sek}$ przepływu wody, w drugim 1369.08 KP za pomocą $9.131 \text{ m}^3/\text{sek}$ wody, wskutek czego dłuższy czas utrzymujemy wysoki poziom piętrzenia zbiornika. Tym sposobem otrzymuje teoretyczne uzasadnienie stara praktyka młynarska utrzymywania stawu najwyżej napiętego i oszczędzania wody nagromadzonej w stawie. Dlatego też lotki młyńskie są przeważnie ogromnie płytkie, aby zmusić młynarza do wstrzymania ruchu przy zbyt niskim stanie wody w stawie.

Konkluzja ta jest bardzo ważną, gdy chodzi o racjonalne wyzyskanie siły na zbiornikach wogóle. Przez stałość produkowanej siły uzyskać można korzystniejsze warunki zbytu tej siły i co zatem idzie łatwiejsze umorzenie kapitału włożonego w zbiornik i instalację, następnie kryje się w tym przypadku interes przemysłu z interesem gospodarstwa, gdyż przy pełnym zbiorniku, zatem bezpośrednio po deszczach, nie potrzeba tak wielkiego dodatku wody zbiornikowej do rzeki prowadzącej już samo przez się dość wody, niż później w miarę przedłużającej się posuchy, gdy stan wody w rzece opada, a wobec obniżania się poziomu zbiornika i malejącego spadku, produkcja stałej siły wymaga wypuszczenia większej objętości wody zbiornikowej.

Lwów 1907.

Karol Pomianowski,
aut. inż. cyw.

Z nowszej literatury o wyzyskaniu sił wodnych.

(Koehn, Ausbau von Wasserkräften 1-te Lieferung; Die Wasserkräfte Bayerns; Siły wodne Galicyi III Soła).

Sprawa sił wodnych weszła wreszcie w stadium, w którym musiała być opracowana w systematycznym, wyczerpującym podręczniku, naturalnie niemieckim. Bo to specyalność niemiecka, wyszperanie wszystkich śmiałych i twórczych myśli obcych i ułożenie z nich Handbuchu, Compendium, Lehrbuchu i t. d. Po epokowych pracach Faradaya, Maxwella i innych angielskich elektrofizyków, pojawiły się nieodzowne podręczniki niemieckich profesorów, jedno i wielotomowe, wreszcie monografie poszczególnych rozdziałów, mające zaletę niestrudzonej pracy, suchości wykładu i braku oryginalnego polotu. To samo stało się obecnie ze siłami wodnymi. Prace twórcze Francuzów i Amerykanów na polu wynalazku wszelkich typów turbin wodnych, dzieła inżynierskie Szwajcarów, Włochów, Francuzów i Amerykanów znalazły swego piewę niemieckiego w formie pokaznego podręcznika. Przed nami leży dopiero pierwsza część dzieła Koehna, „Ausbau“ von Wasserkräften, a ta już zawiera 544 stronice druku, 124 rysunków w tekście i 44 tablic. Dzieło to stanowi jeden z licznych tomów zbiorowej edycji „Der Wasserbau“, która ze swej strony wchodzi w skład podręcznika ogólnego „Handbuch der Ingenieurwissenschaften“. Klasyfikacja nagłówka: Dritter Teil, Dreizehnter Band, Erste Lieferung jest charakterystyczna dla całości i wartości dzieła. W rozlicznych rozdziałach, paragrafach, podziałach przechodzi autor wszystko, co z kwestyą wyzyskania sił wodnych ma związek. Po nieodzownym wstępie historycznym, zaczynającym od starożytności Egiptu, a doprowadzonym aż do produkcji turbin w fabrykach europejskich w r. 1906, przechodzi autor szczegółowo stronę prawniczą i ustawodawczą sprawy instalacji wodnych i elektrycznych we wszystkich cywilizowanych krajach. Następuje dość powierzchowna ocena sił wodnych ważniejszych państw europejskich; między innymi podaje autor siły wodne w Galicyi w wysokości 195000 KP. dla 9 miesięcznej wody przyjmując na oko 2·5 KP. na km^2 dorzecza. Temu należy przeciwstawić na podstawie przez Wydział krajowy już opracowanych rzek dla dorzecza Dunajca 11 KP, dla Stryja 14 KP, a dla Soły 78 KP na km^2 dorzecza normalnej 9-miesięcznej siły wodnej.

Właściwa treść rozpada się na 2 części: zestawienie przedwstępnych robót przy projektowaniu zakładów wodnych pod względem technicznym i gospodarczym. Są więc podane pomiary spadku i ilości wody, kosztu budowy i ruchu w porównaniu z instalacjami ciepłowniczymi. Nie znajdujemy tu jednak nic nowego, ani w metodach pomiarów, ani w poglądach ekonomicznych.

Po tych wywodach następuje opis 27 wielkich zakładów wodnych, wykonanych w ostatnich latach. Między innymi znajdujemy opisy zakładu Vizzola, Morbegno, Kubel, Wangen, Chèvres, St. Maurice, Vornory, Gloruen, Jajce (w Bośni), Lyon, Niagara. Opisy te były już niejednokrotnie drukowane w czasopiśmie technicznych i monografiach; zaletą jest zebranie ich z dołączeniem tablic, na których uwidocznione są szczegóły wykazanej budowy. Zapowiedziany drugi zeszyt tego dzieła będzie zawierał opis dalszych ośmiu instalacji i szczegóły, odnoszące się do części zakładów wodnych: jazów, kanałów, słuz, rur, turbin, budynków turbinowych i przeniesienia siły na odległość zapomocą prądów elektrycznych.

Jeżeli w dziele powyższym wytknąłem nie tyle braki, ile jeden zasadniczy, brak oryginalności poglądów i myśli, charakterystyczny często dla podręczników nie-

mieckich, to podnieść należy sumiennosc i drobiazgowosc w zestawieniu faktów i szczegółów, przebijającą się w rzeczonyj pracy. Te same zalety w jeszcze wyższym stopniu uwydatniają się i stanowią nadzwyczajną wartość wydanej obecnie przez najwyższy urząd budowniczy bawarski z polecenia ministerium spraw wewnętrznych pracy pt. „Die Wasserkräfte Bayerns“¹⁾. Żadne z państw opracowujących z urzędu swoje siły wodne nie może się poszczycić dziełem tak wyczerpującym, jak Bawaryja przez tę oficjalną publikację. Tom tekstu i dwa tomy zawierające 145 planów, to ogrom pracy, którą trzeba z bliska zobaczyć, aby ją należycie ocenić.

W tekście znajdujemy po ogólnie przedstawionym poglądzie na techniczne i gospodarcze podstawy wyzyskania sił wodnych i krótkim zestawieniu robót z tego zakresu, wykonanych za granicą i w Niemczech z wyłączeniem Bawaryi, szczegółowy spis wyzyskanych, i dających się wyzyskać sił wodnych we wszystkich choćby najdrobniejszych dorzeczach. Rzeki bawarskie są po największej części prywatną własnością państwa, a w małej części własnością publiczną; statystyka, o ile chodzi o niewyzyskane jeszcze siły zawiera tylko liczby odnoszące się do rzek państwowych, natomiast z istniejących zakładów wszystkie są uwzględnione. Znajdujemy między nimi instalacje poczynając od 1 KP. aż do największego bawarskiego zakładu wodnego w Gersthofen koło Augsburga na 8150 KP. Z 24 największych i najciekawszych instalacji podane są w atlasie szczegółowe rysunki, o których wyczerpującej wartości może dać wyobrażenie fakt, że np. dla zakładu wodnego w Gersthofen nad Lechem znajdujemy 67 formatów planów. Suma wyzyskanych już sił przy minimalnych stanach wody wypada według tej statystyki na 114791 KP. w dorzeczach Dunaju, Renu, Łaby i Wezery. Z sumy tej na dorzecze Dunaju przypada 102569 KP, a reszta na 3 inne dorzecza.

Niewyzyskane jeszcze siły są liczone w 3 wielkościach, a mianowicie dla stanów wód najmniejszych, będących do dyspozycji przez cały rok, dla wody normalnej 9 miesięcznej, wreszcie dla wody 7 miesięcznej. Spadki są liczone netto po potrąceniu 0·5‰ na kanał dopływowy i odpływowy; dzielność motorów wodnych przyjęta jest 75‰.

Przy uwzględnieniu tych założeń statystyka wykazuje na rzekach będących własnością państwa przy minimalnym stanie wody 328 525 KP., z których 319 264 KP. przypada w dorzeczu Dunaju, reszta na Ren, Łabę i Wezerę.

Dla uplastycznienia tych jeszcze nie wyzyskanych sił zawiera atlas wszystkie dorzecza w skali 1 : 50000 z uwidocznieniem istniejących jazów i młynów i z wyrysowaniem możliwych projektów; przy każdym planie dorzecza wyrysowany jest również profil podłużny, tak że jedno spojrzenie na plan i profil pozwala się szybko orientować w sytuacji.

Przy zestawieniu sił jeszcze nie wyzyskanych nie pominięto nawet bardzo drobnych wartości; znajdujemy liczby takie jak 35, a nawet 15 KP. w sztucznem mniemaniu, że wszelka siła naturalna stanowi część bogactwa ogólnego i musi być jako taka przy policzeniu majątku uwzględniona.

Po części statystycznej, która stanowi jądro dzieła, następuje bardzo ciekawe studium nad użytkowaniem jezior alpejsko-bawarskich jako naturalnych

¹⁾ Monachium 1907. Piloty z Loehle 3 Bdl.

zbiorników. Studium to świadczy o szerokim horyzoncie, jaki panuje w najwyższym urzędzie budowniczym państwa bawarskiego; nie czuje się najlżejszego biurokratyzmu cechującego urzędowe sfery techniczne w państwach i krajach bliżej nas stojących.

Szczegółowej analizie poddane są jeziora Tegern, Chiem, Starnberg, Ammer i Alp, jako możliwe akumulatory dla zakładów wodnych; poczem przedstawiony jest szereg śmiałych projektów przy zastosowaniu jezior i sztucznych zbiorników, nad którymi góruje projekt przeprowadzenia wody z rzeki Alz do Salzachy dla uzyskania na spadku 100 m stałej siły 25000 KP. względnie średniej rocznej siły 45000 KP. i projekt przeprowadzenia wody Izaru przez jezioro Walchen i spuszczenia jej do jeziora Kochel, którego poziom leży o 200 m niżej: przy tej kombinacji można uzyskać 56000 KP., a koszta urzeczywistnienia tego projektu wyniosłyby 17 $\frac{1}{2}$ miliona marek. Wszystkie projekty są oczywiście ilustrowane odpowiednimi mapami.

Na zakończenie dzieła przedstawia urząd budowniczy program akcji swej na przyszłość dając tem do poznania, że wielkie dzieło już wykonane jest właściwie dopiero wstępem koniecznym do czynów.

A więc jak mają być spożytkowane siły wodne, których statystyka naliczyła w wysokości przeszło 300000 KP.? Tu urząd budowniczy podaje dwa kierunki działalności rządowej: rząd musi sobie z jednej strony zapewnić te siły, których teraz albo w przyszłości będzie potrzebował dla swoich celów, a mianowicie dla zamiany sieci kolejowej parowej na elektryczną, a niemniej i takie, których wybudowanie leży w interesie dobra publicznego (rzecz w naszym kraju nieznaną jeszcze). Z drugiej strony musi rząd poprzeć usiłowania w kierunku wybudowania sił wodnych przez osoby prywatne dbając o to, aby wszelkie przedsięwzięcia możliwie ekonomicznie cel swój osiągały.

W programie przewidziane jest wyzyskanie sił przez rząd, których kiedyś w przyszłości będzie potrzebował, a tymczasem je wydzierżawi prywatnym, albo też w innej formie odda je w ręce prywatne z zastrzeżeniem prawa własności.

Rządowe biuro hydrotechniczne ma z innymi organami techniczno-wodnymi przeprowadzić dokładne studia rzek w całej Bawarii ze szczególnem uwzględnieniem możliwości wyzyskania siły wodnej; następnie dla każdej rzeki ma być wypracowany jednolity ogólny projekt dla całego jej biegu. Dla wykonania tych projektów stwarza się przy najwyższym urzędzie budowniczym specjalne biuro dla wyzyskania sił wodnych. Biuro to przy rozpatrywaniu większych projektów, budowy zbiorników i t. d. będzie kooptowało wybitnych fachowców z poza swego grona. Ogólny kierunek prac będzie podlegał komisji, złożonej z członków najwyższego urzędu budowniczego, kierownika oddziału hydrotechnicznego, oddziału melioracyjnego, referentów wyznaczonych przez ministerya dworu królewskiego, spraw wewnętrznych, finansów i komunikacji i ze specjalistów doświadczonych na tem polu w kraju i zagranicą.

Nad programem i organizacją tą zatrzymałem się obszerniej, gdyż mogą one stanowić wzór dla krajów, gdzie dobrych chęci dużo, ale kiełkujące tu i ówdzie myśli nie mogą znaleźć ujścia w systematycznej, planowej akcji.

I mimowoli nasuwa się na myśl nasz kraj, gdzie od kilku lat są już nawet pewne początki systematycznej roboty; chciałbym właśnie omówić najnowszą publikację Wydziału krajowego z tej dziedziny o siłach wodnych Soły¹⁾ opracowaną przez kol. Pomianowskiego.

¹⁾ Siły wodne Galicji III Soła; Lwów 1907, nakładem funduszu krajowego.

Zanim przystąpię do oceny tej publikacji, chciałbym zwrócić uwagę na grobowe milczenie, jakim prasa codzienna, peryodyczna, a nawet fachowa przyjmuje dotąd wydane monografie Wydziału krajowego. Jest w tem do pewnego stopnia i wina biura melioracyjnego Wydziału krajowego, pod którego patronatem studia sił wodnych się wykonują; nie dając publikacji w obieg księgarski uniemożliwia się całemu szeregowi interesentów poza Lwowem i poza granicami kraju ich nabycie, a nawet we Lwowie nie każdemu jest na rękę dopytywać się o te wbdawnictwa w kancelaryi Wydziału krajowego lub choćby w Towarzystwie politechnicznym. Po za tem jednak trzeba stwierdzić zupełną apatyę i brak zainteresowania w kraju dla idei, która między innymi mogłaby częściowo w życie wprowadzić propagowany bojkot towarów pruskich, zastępując tysiące wagonów węgla górnośląskiego krajową siłą wodną.

W przeciwstawieniu do słabych skutków akcji Wydziału krajowego na zewnątrz trzeba podnieść, że publikacje same są wielkiej wartości i każda nowa monografia świadczy o pogłębionem zrozumieniu zadania, jak to widać z opracowania sił wodnych Soły w porównaniu ze Stryjem albo Dunajcem.

Jakkolwiek Soła bezwzględnie i względnie ustępuje co do wielkości swoich sił wodnych Dunajcowi i Stryjowi, to jednak uporządkowanie stosunków odpływu jej wód ma znaczenie pierwszorzędne ze względu na wpływ, jaki Soła wywiera na stan Wisły pod Krakowem. Powodzie krakowskie prowadzą setki m³ wielkiej wody Soły i obniżyłyby się o odpowiedni znaczny procent, gdyby fale Soły można było wstrzymać zapomocą zbiorników we właściwych miejscach założonych. Jeżeli weźmiemy dalej pod uwagę, że część Wisły do Krakowa wchodzi w pierwszy okres projektu kanałowego, i że Soła przepływa przez zachodnie kresy Galicji, gdzie albo już istnieje przemyśl, albo ma wszelkie warunki rozwoju, to stanie się jasne, jak ważne jest studium sił wodnych Soły przy uwzględnieniu budowy zbiorników.

Z publikacji Wydziału krajowego dowiadujemy się, że suma sił wodnych na Sole i dopływach wynosi 10805·8 KP. przy normalnej 9 miesięcznej wodzie a 6973·1 KP. przy najniższym stanie wody. Największe siły koncentrują się na Sole poniżej Porąbki aż po Kęty; są one tak korzystnie położone, że dziś już w pewnej części są wykorzystane. Co prawda młynówka obecna, Macochą zwana, ciągnąca się od Kobiernic aż do Kęt, względnie Osieku, a nawet sięgająca częściowo po ujście Soły, ani co do ilości przeprowadzonej wody, ani co do spadku nie odpowiada warunkom racjonalnego wyzyskania siły. Załedwie papiernia w Czańcu na 420 KP. i papiernia w Osieku na 120 KP. przypominają racjonalne zakłady wodne, reszta to typowe marnowanie siły uzdolnionej na małe stopnie. Autor podaje projekt przeróbki młynówki, prowadząc ją 21 km od Porąbki w dół do Osieku, przyczem całkowity spadek 43·6 m byłby wyzyskany w 4 stopniach i przedstawiałby siłę 2204·8 KP. normalnie a 1819·3 KP. minimalnie.

Obszernie omawia publikacja budowę zbiorników w dorzeczu Soły i przedstawia jako najkorzystniejsze w założeniu następujące trzy:

| Rzeka | Miejsce | Wielkość dorze-cza w km ² | Cała objętość wody magazyn. w m ³ | Objętość powo-dziowa | Objętość małej wody |
|-------------|---------|--------------------------------------|--|----------------------|---------------------|
| Potok Cichy | Ujsola | 31·2 | 3952000 | — | 3952000 |
| Łękawka | Łękawka | 105·0 | 7324000 | 2441000 | 4883000 |
| Soła | Porąbka | 1070 | 30000000 | 20000000 | 10000000 |

Zbiorniki te przyczyniłyby się do wstrzymania wody powodziowej, która powoduje ogromne szkody

w dorzeczu Soły i zmniejszyłyby wylewy Wisły w Krakowie. Równocześnie podwyższą się niskie stany wód i tak w r. 1903 z $3 m^3$ byłaby się ilość wody podniosła na $11 m^3$, w r. 1904 podczas wyjątkowej posuchy z $2.5 m^3$ na $7 m^3$, wreszcie w r. 1905 z $4 m^3$ na $11 m^3$. Suma sił wodnych wzrosła przy normalnej wodzie na 13191 KP., a przy minimalnej na 12846 KP.

Powyżej omówiony projekt wyzyskania spadku między Porąbką a Osiekiem przedstawia się w razie budowy zbiornika w Porąbce bardzo korzystnie. Przedewszystkiem na samym zbiorniku jest do dyspozycji stałych 1232 KP., ponadto w 4 projektowanych stopniach można liczyć na większą ilość wody tak, że w sumie według publikacji byłoby wówczas możliwym otrzymanie stałej siły 6028 KP. Jeżeliby siła ta nie była wyzyskiwana przez 24 godzin, ale np. przez 8 godzin przeciętnie, to możnaby dzięki zbiornikowi

wybudować instalację na podwójną siłę 12056 KP. Jako możliwych odbiorców na tę siłę przytacza publikacja projektowaną kolej z Oświęcimia do Żywca, miasta Oświęcim, Żywiec, Kęty wreszcie centrum przemysłowe Biała-Bielsk i Dziedzice. Odległości są nie wielkie, gdyż krańcowe punkty Żywiec i Dziedzice oddalone są o 74 km od siebie.

Projekt przedstawiony w połączeniu z budową zbiornika jest o tyle aktualny, że najważniejsza podstawa jego t. j. wykonanie zbiornika kosztem kraju i państwa zostało zapewnione sankcyonowaną już ustawą krajową z maja 1907, Dz. u. kraj. N. 54.

Na tem kończymy sprawozdanie nasze w przekonaniu, że przyczyni się ono może do wzbudzenia większego zainteresowania pracami Wydziału krajowego, a możemy śmiało dodać, że prace zasługują na to w całej pełni.

Sprawozdania z literatury technicznej.

— Most żelaznobetonowy o rozpiętości 70 m budujący się w Filadelfii opisuje *Eng. Record* 1906 (17/11). Most składa się z 6 przęseł, z tych 5 o rozpiętości 15.9 m, a jedno 69.9 m o strzałce 21.08 m. Przęsło główne składa się z dwu łuków o szerokości 6.45 m w odstępie 4.8 m połączonych murami poprzecznymi. Grubość w kluczu wynosi 1.65 m, na podporach 2.85 m.

— Obliczenie słupów ciągłych, sięgających przez kilka pięter, podaje Ernest Jonson w *Transactions of the American Society of Civil Engineers* (1906 str. 92). Autor dochodzi do równania czterech momentów, które w zwykłych przypadkach bardzo się upraszcza. Dla środkowo obciążonych słupów autor poleca przyjmować w przybliżeniu długość wolną nie wysokość słupa w danym przęśle, lecz połowę odstępu środka słupa o jedno wyższego piętra od środka słupa o jedno niższego piętra.

— Most kolejowy i drogowy nad górnym portem w Hamburgu opisuje Merling w *Zeitschr. für Bauwesen* (1907 str. 39). Most niesie u góry 4 tory kolejowe i jest 1.62 m szeroki, na pasie dolnym spoczywa droga z obustronnymi chodnikami $6.0 + 2.3.6 = 14.2 m$. Most ma pięć przęseł, z tego dwa obrotowe.

Dr. M. Thullie.

— Sposób wypełnienia próżni między szyną a łubkiem podaje Edelstein w *Zeitschrift d. öst. Ingenieur und Architekten-Vereines* z 18/X 1907 str. 734, a mianowicie proponuje on odpowiednią konstrukcję wkładkowej płytki z blachy stalowej, która wchodzi między łubek a szynę i wypełnia przez zużycie się materiału powstałą próżnię. Konstrukcja tem się zaleca, iż płytka nie może być wysunięta.

— Poprzeczne podkłady kolejowe z australskiego drewna „Tallowwood“. Pod „Tallowwood“ po niemiecku także „Talgholz“ i bardzo spokrewnionym „Blackbult“ występują dwa australskie gatunki drzewa twardego z rodzaju Eukalyptus. Materiał ten posiada bardzo wielką wytrzymałość przeciw zgnieceniu i rozzerwaniu, zachowuje się bardzo odpornie wobec działania ognia, wody i wszelkich zmian atmosferycznych. Wytrzymałość na ugniatanie wzdłuż włókien wynosi $580 kg/cm^2$, gdy u sosny $225 kg/cm^2$, a dębiny $300 kg/cm^2$, zaś prostopadle do włókien $125 kg/cm^2$ (sosna: 30, dąb $80 kg/cm^2$). Wytrzymałość na ciągnięcie wynosi $915 kg/cm^2$ (sosna 260, dąb $620 kg/cm^2$).

Poprzeczne podkłady kolejowe z tego materiału mogą być o znacznie słabszym przekroju, drewna mostowe mogą być znacznie niższe, zaś ze względu na

trudną zapalność „Tallowwood“ byłby znakomitym materiałem na dylowanie mostów i do budowy wagonów. Również wiele czynników przemawia za używaniem go do wyrobu kostek brukowych. (*Dinglers Polytechn. Journal*, zeszyt 23—15 z 1907, *Zeitschrift des öst. Ingenieur und Architekten-Vereines*, zeszyt 34 z r. 1907).

— Żelazne podkłady kolejowe „Carnegie“¹⁾ 3000 sztuk podkładów tego typu zostało zastąpionych na kolei pensylwańskiej podkładami drewnianymi około Mineral-Point w okręgu Pittsburskim, gdzie były ułożone dla celów doświadczalnych. Komisja, która przeprowadziła dochodzenia w sprawie katastrofy kolejowej tamże dnia 23 lutego 1907 wprawdzie nie wskazała na te podkłady jako przyczynę katastrofy, ale orzekła, że przyczyniły się one wiele do rozmiarów klęski i nie byłaby ona tak kolosalną przy użyciu podkładów drewnianych. (*Zeitung des Vereines deutscher Eisenbahnenverwaltungen* 24/VII 1907, *Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure* z 10/VIII 1907, *Stahl und Eisen* z 31/VII 1907).

— Napawanie podkładów kolejowych. *Engineering News* z 7/II 1907, tom 57, str. 155, zamieszcza wykład Karola G. Crawforda, zawierający poglądy na rozwój impregnacji drewna w Północnej Ameryce przez ciąg ostatnich lat. Wykład obejmuje trzy główne działy: Wzrost liczby i wielkości zakładów impregnacyjnych w Północnej Ameryce; udoskonalenie istniejących metod napawania, zaprowadzenie nowych metod z dostosowaniem do stosunków amerykańskich; studium technologiczne amerykańskich gatunków drewna i badanie składników środków ogólnie używanych do impregnacji.

— Podłoże torów. Na walnem zebraniu stowarzyszenia dla popierania używania podkładów kolejowych z drewna, w Berlinie dnia 23 marca b. r. wygłosił D. Schwaabach odczyt o podłożu torów, jakości materiału, używanego do podbijania podkładów i wzajemnym związku na punkcie kosztów między podkładami poprzecznymi a materiałem podłoża, który stanowi ważną część składową nawierzchni. W ostatnich 25 latach wydano na niemieckich normalnotorowych kolejach 200 000 000 marek na żwir nawierzchni, nie wliczając kosztów przewozu.

Od roku 1880 do 1905 wzrosło na kolejach niemieckich zapotrzebowanie żwiru do sześciokrotnej wysokości, koszt materiału wzmógł się do jedenastokrotnej wysokości, gdy długość sieci kolei powiększyła się tylko trzykrotnie. Przyczynę tego widzi autor w wzmagającym się używaniu podkładów żelaznych,

¹⁾ Patrz *Czasopismo Techniczne* zeszyt 18 z r. 1907, str. 279.

które podnoszą kosztą materiału do podbijania podkładów tak ze względu na ilość jak i jakość. W przytoczonym powyżej dwudziestopięcioletnim wzmożła się liczba w Niemczech będących w użyciu podkładów żelaznych jedenaście razy. Przy rozpowszechnianym się użyciu podkładów żelaznych rosną koszty podłoża, co stwierdzono, w dyskusji na miejscu. Prelegent omówił sprawę w wielu kierunkach i podniósł wiele znamiennych szczegółów. (*Zeitung d. Vereins d. Eisenbahnverw.* z 27/IV i 21/VIII 1907, *Zeitschr. d. Vereins d. Ingenieure* z r. 1907).

— Użycie maszyn do robót przy nawierzchni. Podrożenie płacy robotnika, malejąca jej wydajność i wobec podrożenia materiałów występująca potrzeba, by robotnik pracujący przy nawierzchni z materiałami oględniej się obchodził, co jednak trudnym jest do przeprowadzenia — każą nawet już nam, wysuniętym w stosunku do narodów kulturalnych bardziej na wschód, myśleć o zastąpieniu pracy ręcznej robotnika nawierzchni siłą mechaniczną. Nadto pominiawszy kwestję podrożenia robotnika — już ze względu na brak jego musi i tu maszyna być powołaną do współdziałania.

Oddawna na zachodzie przeprowadzano w tym kierunku próby, które rozbiły się o nieporęczność urządzeń. Dopiero z wyzyskaniem elektryczności i stworzeniem podręcznych motorów naftowych i benzynowych, postęp na tem polu stał się możliwym.

Pierwsze przydatne urządzenie do mechanicznego obrabiania nawierzchni obmyślił M. Albert Collet, jest ono używane prawie przez wszystkie większe zarządy kolejowe we Francji od r. 1901. Oglądałem je na wystawie medyolańskiej w r. 1906 na Piazza d'Armi. Odnośny opis zamieszczony był w zeszycie majowym *Revue Générale des chemins de fer*, z r. 1904 i *Organ f. d. Fortschritte des Eisenwes. in techn. Beziehung* z r. 1905. Obecnie podaje inż. F. Hromatka w *Österr. Wochenschrift f. d. öffentl. Baudienst*, zeszyt 41 z 12 października 1907 opis takiego urządzenia z odpowiednimi ilustracjami na osobnej tablicy. Przedstawiony jest tu pojedynczy motor ze sposobami łatwego przenoszenia go przez dwóch ludzi po szynach; ustawią go się co *km*. Prowizorycznie ustawiane, względnie przesuwane słupy dźwigają przewody elektryczne. Rysunki widoku z hoku i z góry przedstawiają pracę podbijaków i przyrządu do wkręcania śrub. — Niezadługo i u nas wejdą te narzędzia w użycie, więc polecam ten artykuł Hromatki uwadze inżynierów konserwacji dróg żelaznych.

— Kolej Lobito-Katanga będzie należała do najwybitniejszych linii na ziemi czarnych. Wedle relacji organu *Związku niemieckich zarządów kolejowych* (zeszyt 69 z 7/LX 1907) podanej na podstawie artykułu zawodowego sprawozdawcy Tiwies'a nowa linia wychodzi z zatoki Lobito w portugalskiej Angoli na zachodnim wybrzeżu Afryki, prowadzi wybrzeżem do Bengueli, stąd skręca się w głąb kraju i kończy się w Katandze, w belgijskim Kongo, gdzie mają się znachodzić bogate pokłady mineralne. Budowę kolei objęło angielskie przedsiębiorstwo. Cała linia z Lobito do Katangi będzie 1300 *km* długa, z czego 80 *km* oddanych jest do ruchu, 320 jest w budowie, a dla dalszych 400 *km* są gotowe zdjęcia i plany. Zatem wykonanie 800 *km* jest zapewnione. W połowie drogi między Benguelą i Katangą jest projektowane odgańlenie w celu uzyskania nawiązania do linii Kap-Kairo przy wodospadach Wiktoryi. Odgańlenie to znacznie zbliży Anglię do złotodajnych pól Transwaalu. Zatoka Lobito jest najlepszym portem w zachodniej Afryce. Przy budowie pracuje obecnie 8000 ludzi, przeważnie krajowców i Indyan, sprowadzonych z Natalu.

— Kolej elektryczna przez Kaukaz. Wedle *Nowego Wremia* projekt takiej kolei przedłożono rządowi rosyj-

skiemu. Projektowana linia prowadziła by wzdłuż wojkowego gościńca Gruzińskiego, a następnie z Beslan przez Władykaukaz do Tyflisu.

— Kolej na Szpicbergu. Niezaprzeczenie najbardziej na północ wysuniętą koleją będą linie na wyspie Spicbergu z przeznaczeniem do wywozu węgla ze środka wyspy. Pokłady węgla były tam dawno znane, ale dotąd nieeksploatowane. Warunki klimatyczne nie pozwoliły jednak na skuteczenie myśli budowy kolei naziemnej, będzie to kolej naziemna, linowa, systemu Bleichert'a. Kolej taka tak co do budowy, jak i utrzymania i ruchu będzie o wiele tańszą od naziemnej, przytem śnieg i lód nie będą stwarzać przeszkód normalnemu ruchowi. (*Zeitung d. Ver. d. Eisv.* zeszyt 62 z 14/VIII 1907, *Annalen für Gewerbe u. Bauwesen*, zeszyt 3 z tomu 61, 1/VIII 1907).

— Kolej na Jungfrau. Towarzystwo kolei na Jungfrau na walnem zgromadzeniu, odbytem dnia 26 sierpnia r. 1907 uchwaliło budowę dalszej linii od stacji Eismeer do 4 *km* odległej stacji Jungfrauoch.

Na kolei Jungfrau przewieziono od maja do 15 sierpnia 1907 sumarycznie 45 638 osób t. j. o 1462 osób mniej jak w tym samym, ale korzystniejszym okresie czasu roku poprzedniego. W powyższą sumę wchodzi miesiąc maj z 930 osobami, czerwiec 7827, lipiec 21 059 osobami. Za rok poprzedni identyczne liczby wynoszą 261, 8448 i 22 209.

Od nowej stacji Jungfrauoch do samego szczytu będzie jeszcze do pokonania tylko wysokość 700 *m*. *Zeitung des Vereins deutscher Eisenverw.* (zeszyt 67 i 68 z r. 1907) podaje za *Kölnische Zeitung*, że nowa stacja znajdzie się między Mnichem a Jungfrau na wysokości 3396 *m* n. p. m., będzie miała widoki na dwie strony północną i południową, na stronę berneńską i walijską, a to zapomocą odpowiednich otworów w skałach i galerii. O czasie ukończenia budowy nie można powiedzieć nic stanowczego, gdyż jeszcze nie budowano tunelów na takiej wysokości, liczą w przybliżeniu cztery lata. Inżynierowie, przeciwnicy kolei na Jungfrau podnieśli, że dalsza budowa kolei na Jungfrau będzie zachwiana, gdyż w wysokości 3000 do 4000 *m* nad poziomem morza skały nie będą posiadały trwałości niezbędnej dla budowy tunelu. Badania geologiczne przeprowadzone w ostatnich czasach dały wręcz przeciwnie rezultaty, zatem zostały usunięte wszelkie przeszkody, jakie stały na przeszkodzie dalszej budowie.

— Tunel Rovet. Generalna rada mostów i dróg francuskich zatwierdziła plan przebiecia tunelu „Rovet“, którym będzie prowadził kanał z Marsylii do Rodanu. *Journal des Transports* podaje, że będzie to tunel wprowadzie nie najdłuższy, ale największy na świecie ze względu na kubaturę wybrać się mającego materiału skalnego. Tunel będzie 7 *km* długi, 22 *m* szeroki i 14.2 *m* wysoki, jego objętość będzie prawie dwa razy tak wielką, jak wykonanego tunelu symplonskiego, który jest 21 *km* długi, ale 8 *m* szeroki, a 6 *m* wysoki. Po obu stronach tunelu Rovet będzie się znajdował po 2 *m* szeroki pas ziemi dla elektrycznego pociągu. Roboty mają trwać lat siedm, kosztą prelinowano na 34 500 000 franków.

— Faliste zużywanie się szyn na górnej powierzchni głowy na kolejach o trakcyi elektrycznej uważano traktować jako rzecz ogólną, gdy tymczasem są to zjawiska szczególne, nie zawsze i nie wszędzie dające się obserwować. Źródła tego zużycia nie należy szukać w samych szynach, gdyż te pochodząc z różnych fabryk na kolejach parowych i konnych nie okazują żadnego falistego zużycia, natomiast po zaprowadzeniu trakcyi elektrycznej na tych samych szynach to zjawisko występuje po kilku tygodniach. Nadto ułożone w linii prostej szyny nie okazują falistego zużycia,

zaś te same szyny przeniesione w łuk w krótkim czasie okażą faliste zużycie głów. Chemiczne badanie szyn nie wydaje żadnych różnic, tłumaczących zjawisko, nie można się także odwoływać na wadliwość przy walcowaniu.

Wynika zatem, iż przyczyny złego należy szukać w wibracjach do jazdy, w zmianach ułożenia podwozia i kół w czasie ruchu.

Ścisłe badanie podwozia wykazało, że ono po pewnoczasowym używaniu, przestaje być prostokątnym, osie uzyskują wskutek tego ukośne ułożenie do kierunku ruchu, gdyż obok przekładni zębatej osadzone koło ma dążność do śpieszniejszego ruchu, jak drugie dalsze. Jako dowód mogą tu służyć obserwacje przeprowadzone na „Liverpool-Overhead Railway“. W czasie pierwszych dziesięciu lat ruchu używano tam motorów osiowych, gdzie oba koła są równocześnie popędzane. Faliste zużywanie się szyn nie było wówczas obserwowane. Zaprowadzono ze względów oszczędnościowych motory z popędem na przekładni, wtedy poczęły występować zaraz fale po szynach.

Powstanie fal tak się tłumaczy: Przy większych chyżościach jazdy krysy obręczy, ukośnie biegnącej osi, od czasu do czasu na przestrzeniach z szynami odbojnemi, ocierają się o ostatnie, część osi zostaje czasowo wstrzymaną i podniesioną, a potem rzuconą we właściwe położenie. Przez to tłuczenie materiału na niektórych miejscach hartuje się i mniej zużywa, natomiast bardziej się zużywa materiał między takimi miejscami, co spowoduje zjawisko falistości. Ponieważ tę czynność wykonuje tylko jedno koło, więc i zużywa się ono silniej, co znowu przyczynia się do krzywego biegu nasady koła. Gdzie przy kolejach drogowych w łukach brak podwyższenia, tam i ta okoliczność wpływa na różnicę w zużyciu. Mierzone różnice w zużyciu kół wynosiły na średnicę 20—25 m/m.

Na faliste zużycie szyn wpływa także elastyczność szyn i osadzenie takowych. Na kolejach drogowych występują na szynach krótsze fale, niż na kolejach nadziemnych o podkładach poprzecznych. Nadto przy stykach występują krótsze fale, aniżeli bliżej środka szyny.

Obok falistego zużycia powierzchni szyn także ukośny bieg osad kół ma być jednym z powodów pęknięć osi.

Przerywanie prądu przed wjazdem do każdego

łuku miałyby być skutecznym środkiem, zapobiegającym tym wadom. (*Street Railway Journal* 1907, t. I str. 640; *Dinglers Polytechn. Journal* 1907, zeszyt 37, str. 589).

Tym samym przedmiotem zajmował się także bezpozytywnych rezultatów wydział B XI zebrania stowarzyszenia niemieckich zarządów kolei drogowych i trzeciorzędnych. (*Elektrotechnischv Zeitschrift* zeszyt 40, z 3/X 1907, str. 974).

— Pęknięcie szyn w Ameryce omawia Petersen w *Stahl und Eisen* z 21 sierpnia 1907, str. 1217. W ostatnich latach zbyt często powtarzające się na kolejach Północnej Ameryki i wzrastające z każdym rokiem złamania szyn tłumaczy autor lichą jakością materiału szyn, jakoteż lichym materiałem podłoża i proponuje rozpowszechnianie używania stali niklowej i wanadowej do wyrobu szyn przy zastosowaniu nowych, korzystniejszych przekroji tychże. Stal wanadowa (*Zeitschrift für Beleuchtungswesen Heiz und Lüftungs-Technik* z 40 marca i 30 lipca 1907), ciesząca się takim uznaniem w świecie zawodowców, jakoteż chromo-wanadowa jest bezwzględnie za drogim materiałem i wiele czasu upłynie, zanim skromnym życzeniem autora stanie się zadość.

— Szyny o wadze 58 kg. na m. b. układa się na belgijskich kolejach państwowych dla celów doświadczalnych, gdyż dotąd używane o wadze 38,6 kg na m b okazały się za słabe z powodu używania do ruchu obecnie cięższych lokomotyw i wozów. *Engineer* z 11/X 1907 podaje nadto, że dla nowych szyn używa się cięższych płyt a rozstaw progów z 800 m/m pomniejsza do 600 m/m. *A. Krüger.*

ROZMAITOŚCI.

— Międzynarodowa wystawa elektrotechniczna w Marsylii odbędzie się w czasie od 19 kwietnia do 31 października 1908 pod protektoratem prezydenta ministrów Clémenceau i ministra robót publicznych Barthou w parku Prado, gdzie w r. 1906 odbyła się tak udana wystawa kolonialna. Generalnymi komisarzami wystawy są: H. Dubs, dyrektor marsylskich kolei i Gabriel Cordier, członek rady nadzorczej „L'Énergie électrique du Littoral Méditerranéen“. *Kr.*

SPRAWY TOWARZYSTWA.

Oddział Towarzystwa Politechnicznego w Stanisławowie. W czasie od 1 stycznia z. r. odbył Wydział Towarzystwa 8 posiedzeń, urządził 2 wycieczki i 11 odczytów i wykładów naukowych. Wykłady i odczyty odbyły się w sali posiedzeń Rady powiatowej w następującym porządku:

1. Dnia 8/I 1907. Odczyt kol. Stefana Wiktora „O najnowszym uniwersalnym tachymetrze syst. Rost-Laska“.

2. Dnia 22/I 1907. Wykład kol. K. Czechowicza „O robotach regulacji rzek“.

3. Dnia 2/II 1907. Wykład kol. A. Walewskiego „O hartowaniu stali“.

4. Dnia 15/II 1907. Wykład kol. A. Lewickiego „O budowie nowej rzeźni w Stanisławowie“.

5. Dnia 15/IV 1907. Wykład kol. A. Dziurzyńskiego „O postępie techniki oświetlania wagonów kolejowych“.

6. Dnia 30/IV 1907. Wykład kol. M. E. Łyssego „O zasadzie i sposobach automatycznego zasilania parowozów w wodę podczas jazdy“.

7. Dnia 7/VI 1907. Wykład kol. St. Wiktora „O wulkanizmie“ z dem.

8. Dnia 19/VI 1907. Wykład kol. M. E. Łyssego „O oporach ruchu“.

9. Dnia 27/IX 1907. Wykład Z. Szpora „O piecyku „Nurzaku“ służącym do ogrzewania cieczy bezpośrednio w dowolnych naczyniach (wannach, nasiadówkach) z dem.

10. Dnia 19/XI 1907. Wykład kol. Prof. W. Pawłowskiego „O opadach atmosferycznych dorzecza Dniestru“.

11. Dnia 29/XI 1907. Wykład kol. M. E. Łyssego „O granicy prędkości jazdy na kolejach żelaznych ze względu na mechanikę, bezpieczeństwo i ekonomię ruchu“.

Wycieczki naukowe odbyły się:

Dnia 15/V 1907 do fabryki wyrobów betonowych Dr. Landaua w Wołczyńcu

Dnia 3/VI 1907 do Halicza w celu zwiedzenia robót regulacyjnych rzeki Dniestru.