

# CZASOPISMO TECHNICZNE

ORGAN TOWARZYSTWA POLITECHNICZNEGO WE LWOWIE.

Rocznik XXVIII.

Lwów, dnia 10 marca 1910.

Nr. 5.

**TREŚĆ:** Czterdzieści lat pracy nauczycielskiej! — Prof. Dr. Maksymilian Matakiewicz: Nowsze badania nad związkiem elementów ruchu w łożyskach przyrodzonych (z 2 tablicami) (Ciąg dalszy). — Inż. Kazimierz Drewnowski: Postępy na polu przenoszenia energii i trakcyi elektrycznej w Szwajcaryi (Ciąg dalszy). — Dr. inż. Jan Studniarski: O zapotrzebowaniu energii instrumentów mierniczych dla prądów przemianych (z tablicą). — Z. Sochacki: Obliczanie dławików labiryntowych sposobem wykresnym. — Sprawozdania z literatury technicznej. — Rozmaitości. — Od Redakcyi.

## Czterdzieści lat pracy nauczycielskiej!

W bieżącym roku ustąpił prof. Gustaw Bisanz z zajmowanej przez niego katedry budownictwa lądowego w naszej szkole politechnicznej. Dla szkoły to strata wielka i wyraz temu dało Grono profesorów na uroczystem, umyślnie zwołanem posiedzeniu w dniu 23 lutego b. r.

Pierwszy przemówił Jego Magnificencya Rektor Br. Pawlewski w te słowa:

Szanowni Koledzy!

Zebrałiśmy się dziś dla gremialnego, uroczystego pożegnania Kolegi, opuszczającego naszą Szkołę. Ustępujący z posterunku Kolega, profesor Gustaw Bisanz już w r. 1872 przed ukończeniem techniki naszej został asystentem katedry architektury — więc jako uczeń Politechniki, jej asystent, suplent, profesor — przeżył w szkole około lat 40.

Czterdziestoletni okres czasu jest łatwym do wymówienia, trudniejszym jednak do przeżycia, a jeszcze trudniejszym do przeżycia sumiennego, uczciwego, pożytecznego dla Szkoły, a tem też trudniejszym, że przypadł właśnie na początki organizowania, rozwoju Szkoły, zanim ta doszła do dzisiejszego stanu swego. W takim okresie czasu nietylko spełnianie obowiązków zawodowych, lecz i wielostronna praca w różnych kierunkach wymagała wiele czasu, wiele poświęcenia, zaparcia się, wytrawnego zdania, ciągłej troski i czujności o rozwój tej szkoły. Młodzieży, garnącej się do Szkoły, należało dawać materiał wartościowy, odpowiadający wyżynom innych zakładów, zaokrąglone podstawy budownictwa i architektury — materiał, na mocy którego młodzież szlaby w życie, poświęcała się praktyce. Z jednej strony należało dawać młodzieży broń w rękę dla przyszłej walki o byt, a z drugiej należało w trudnych wówczas warunkach techniczno-przemysłowych zachęcać młodzież do wytrwania w zawodzie, do podniesienia, wydoskonalenia samego zawodu; należało wiązać obowiązki profesora z obowiązkami praktyka i obywatela.

We wszystkich tych kierunkach ustępujący nasz Kolega, profesor Gustaw Bisanz brał czynny, gorliwy udział — działalność jego dla Szkoły, dla młodzieży, dla praktyki była obfita i owocna. Nietylko jako profesor prowadził sumiennie wykłady budownictwa, nietylko jako konstruktor kierował pilnie rysunkami i ćwiczeniami tego

działu — lecz czyto sam, czy z młodzieżą bierze czynny udział w praktyce budowlanej na zewnątrz Szkoły. Pracuje wybitnie i wydatnie przy pierwszych planach dzisiejszej Politechniki, sam tworzy projekty różnych budowli, zyskuje za nie nagrody lub odznaczenia. Bierze udział w różnych komisjach tak szkolnych, jak i poza szkołą; jest czynny jako prezes komisji II-go egzaminu państwowego na wydziale architektury, jest członkiem komisji egzaminacyjnej autoryzowanych architektów, inżynierów budowy i inżynierów kultury; jest członkiem komisji egzaminacyjnej dla majstrów przemysłu budowlanego.

W szkole samej, prócz udziału w licznych komisjach fachowych, organizacyjnych, wielokrotnie pełni urząd dziekana, dwukrotnie piastuje urząd Rektora; poza Szkołą bierze czynny udział w życiu Towarzystwa Politechnicznego zawsze wtedy, gdy sprawy budowlane — techniczne stają na tapecie, kiedy omawiane są sprawy czy to podniesienia poziomu Szkoły, czy podniesienia stanu techników.

Wiemy wszyscy z doświadczenia, jak zawód profesora-nauczyciela jest ciężkim i trudnym, to też każdy, kto, jak Ty, Szanowny Kolego, przeszedł tę długą i trudną drogę, może z dumą i z chlubą spojrzeć poza siebie, może jak ów żołnierz powiedzieć „stałem wiernie w obronie mego godła, drogiego mi sztandaru“, może śmiało powiedzieć: „przeżyłem pożytecznie długi, trudny okres czasu“ i może spokojnie zażyć spoczynku.

Grono Profesorów, świadome Twej długiej, skutecznej, pożytecznej dla Szkoły działalności, wyraża Ci swą wdzięczność za tę pracę i działalność, zachowuje ją w miłej pamięci i żegna Cię z żalem, iż dłużej wśród siebie zatrzymać Cię nie może.

Potem zwrócił się do wielce zasłużonego profesora obecny dziekan wydziału budownictwa lądowego Dr. Bogucki z następującą przemową:

W imieniu wydziału bud. i architektury przychodzi mi dziś pożegnać dotychczasowego kierownika katedry budownictwa lądowego, prof. G. Bisanza. Już stąd, że cały wydział bierze nazwę od tego przedmiotu nauk, widać, jak ważne to studium dla architektów, a niemniej jest ono ważnem i dla przyszłych inżynierów — stąd ustąpienie prof. Bisanza głęboko wstrząśnie posadami

obu wydziałów. Z obu tymi wydziałami naszej szkoły było bowiem nazwisko prof. Bisanza zawsze związane, a to już w czasie, gdy przed 40 laty kształcił się w tym zakładzie w sztuce architektonicznej pod kierunkiem prof. Zachariewicza, czy też gdy później był jego asystentem, zastępcą profesora nowo utworzonej katedry konstrukcji budowlanych, która się wtedy nazywała II katedrą architektury — wreszcie gdy był rzeczywistym profesorem budownictwa lądowego.

Przez długi szereg lat, bo prawie 40, cała działalność prof. Bisanza świadczyła jasno, że prawdziwa architektura musi się opierać na gruntownej wiedzy konstrukcyjnej, inaczej byłaby tylko sztuką dekoracyjną a nie sztuką tworzącą w przestrzeni, działalność jego świadczyła dalej, że jakakolwiek konstrukcja, stworzona bez znajomości sił w niej działających, byłaby tylko niebezpiecznym eksperymentem, a nie celowi odpowiednią i trwałą budową.

Stąd olbrzymi zakres nauki budownictwa, sięgający od tajników duszy ludzkiej aż w najgłębsze tajniki przyrody — od poczucia piękna i jego motywów aż do podstaw teoretycznych wytrzymałości budowli.

O te rozległe granice opierały się wykłady prof. Bisanza w naszej szkole i śmiało powiedzieć można, że rozwiązaniu tak trudnej kwestyi jak możliwie najlepsze opracowanie wykładów poświęcił prof. Bisanz tak długi okres życia.

Praca to była tem trudniejsza, że z biegiem lat rosła liczba słuchaczy i rosła różnorodność ich wiedzy przygotowawczej — wiedza ta zaś szła nie zawsze w kierunku właściwych studiów technicznych, choćby najbardziej po akademicku pojętych.

Kiedy przed kilkudziesięciu laty był ukończony uczeń szkoły realnej lepiej niż dziś przygotowany do życia, bo spotykał się już w szkole średniej z zadaniami praktycznymi, które go już tam zbliżały do przyszłego zawodu, nastąpiła z biegiem lat zmiana niekorzystna: usunięto ze szkół zadania praktyczne, usunięto wszelką materię z brył geometrycznych, a traktowano naukę coraz bardziej abstrakcyjnie i biurokratycznie.

A kiedy wykształcenie pierwszych dwóch lat szkoły politechnicznej było w całości tylko teoretyczne, stawał słuchacz na roku III nagle przed zgołą odmiennym obrazem wykładów: musiał się teraz uczyć wiązania cegieł i wiązania belek, murarki i ciesiołki, nazywać po imieniu narzędzia kamieniarskie itd.

Były to rzeczy całkiem obce — i wielu się czuło strąconymi z wyżyn akademickich na poziom rzemiosła — najniesłuszniej w świecie. Wina była w zbyt jednostronnem przygotowaniu i w braku zainteresowania się rzeczami przyszłego zawodu aż do ostatniej chwili. — Słuchacz, który aż dotąd znał szczegóły uzbrojenia greckich wojowników lub np. sądownictwo w Sparcie lepiej niż greckie świątynie, a te znowu lepiej niż dach, pod którym mieszkał — który znał groty Fingala na wyspie Staffa lepiej niż grunt własnego podwórza, który aż dotąd nie przyglądał się nigdy żadnej budowie choćby z ciekawości — miał teraz przewyciężyć w sobie zapatrywania opinii ogólnej o niższości nauk technicznych — miał sam stać się technikiem tworzącym i odpowiedzialnym.

Jeżeli pomimo to prędzej czy później weszła mu w krew nietylko sama nauka konstrukcyjna, lecz łącznie z nią i poszanowanie rzemiosł bu-

dowlanych, oparte na gruntownej ich znajomości i krytycznym poglądzie — jeżeli wielu się zainteresowało szczególnymi zadaniami sztuki konstrukcyjnej, która się stać miała podstawą twórczości tak architektonicznej jak i inżynierskiej, to jest wyłączną zasługą prof. Bisanza, który niezrażony trudnościami, pierwszy przełamywał lody, prowadząc swój wykład spokojnie, celowo i charakterystycznie.

Do dziś stoją w pamięci uczniów całe jego zwroty, którymi w sposób prosty i dobitny objaśniał szczegóły swych wykładów.

Należy pamiętać przytem, że wykłady te objął czcigodny profesor w chwili, gdy techniczne słownictwo polskie było jeszcze bardzo ubogie i w tym kierunku działał on powoli, lecz stale wprowadzając coraz więcej nazw rdzennie polskich, zbieranych bądź ze starych słowników, bądź też z gwary ludowej. A wdzięczność tem większa jemu się za to należy, że wzrósł i kształcił się w obcym otoczeniu i w obcym jeszcze języku.

Całą więc działalność prof. Bisanza charakteryzuje troska o swoje wykłady, które prowadził do coraz doskonalszych wyżyn, tak że dziś pozostawia swemu następcy cykl tematów, na których niewiele już zmienić można, zwłaszcza, że działy budownictwa, w których technika największe poczyniła postępy, budownictwo żelazne i żelazno-betonowe, zostały z katedry bud. lądowego już wyłączone.

Znajomość gruntowną swego przedmiotu oparł prof. Bisanz nietylko na studiach źródłowych, nietylko na wycieczkach naukowych do Włoch, Niemiec, Belgii i Francji, lecz także i na wynikach swej własnej praktyki architektonicznej, która choć nie ciągła i drobiazgową, jednak w szeregu lat objęła poważne zadania w budowie gmachów publicznych i prywatnych.

W r. 1872—1876 wspólnie z prof. Zachariewiczem opracował plany gmachów naszej szkoły; później uzyskuje nagrodę za plany na kursal w Ciechocinku i za szkice na gmach Muzeum przemysłowego we Lwowie; w r. 1891 według jego planów wznosi się gmach państw. szkoły przemysłowej. Odtąd zasiada w komisjach jurorów lub funguje jako rzeczoznawca w sprawach budowlanych, a sąd jego odznacza się zawsze trafnością i rzadką dziś bezstronnością.

Obok tej szerszej pracy zawodowej zajmował czcigodnego Kolegę także i zagadnienia specjalne. A chociaż wydział architekt., tworzący pomniki trwałe, świadczące długie wieki o jego pracy, nie potrzebuje się oglądać na zasadę „*quod non est in libris, non est in mundo*“, pisze prof. Bisanz rozprawę drukowaną w *Allgemeine Bauzeitung*: „O sklepieniu celkowem krużganku Biblioteki Jagiellońskiej.

Byłby ten obraz działalności prof. Bisanza niepełny, gdybym nie wspomniał o pracy jego w gronie profesorów, a chociaż jako były uczeń jego niedawno zasiadam w gronie, jednak związany od dwudziestu lat przeszło z tą szkołą wiem dobrze, że zawsze on się cieszył szczerem uznaniem i zaufaniem Grona, które powierzyło mu dwukrotnie godność Rektora, kilkakrotnie godność Dziekana, wreszcie członka i prezesa komisji II egz. rządowego na wydziale architektury — oprócz stałego udziału w komisji budowlanej szkoły, jakoteż wielu innych specjalnych komisjach. I jest to jedną jeszcze zasługą prof. Bisanza, że pomimo szybkiego wzrostu szkoły i jej potrzeb, ubikacyjne nierosnącego gmachu były najlepiej za-

radą jego wyzyskane, że gmach zachował wewnątrz cechę poważną, że komunikacje w nim nie ucierpiały i nie podzielono ich przegrodami często bez koniecznej potrzeby, jak to się dzieje w zakładach wyższych, gdzie brak specjalisty budowniczego. — Za to więc budowlane gospodarstwo w gmachu, składamy ustępującemu koledze szczere podziękowanie, jak również za zastępstwo szkoły w kuratorji Muzeum przemysłowego, fundacyi Domsa, fundacyi Świątoniowskiego i innych.

Zegnamy dziś prof. Bisanza, jak żegnaliśmy niedawno prof. Niedźwiedzkiego, jesteśmy jednak tym razem w szczęśliwym położeniu. Nie potrzebujemy bowiem drogą profesury honorowej zatrzymać kolegę-emeryta w naszym Gronie i skłaniać go w ten sposób do dalszego spóldziałania ze szkołą. Bo prof. Bisanz chociaż już właściwie przed  $\frac{1}{2}$  rokiem ustąpił, jest ciągle u nas czynny i zostanie już chyba na długie lata jako prezes komisji egzaminacyjnej na wydziale architektury, a jako członek na wydz. inżynieryi — i teraz za  $\frac{1}{2}$  godziny ma się zejść ta komisya — i tak jeszcze po miesiącu i po roku i po szeregu lat będzie.

Niech mi więc będzie wolno w tem miejscu złożyć czcigodnemu koledze serdeczne życzenia, aby nam przewodniczył w tej komisji w najdłuższe lata, w czerstwym zawsze zdrowiu, prowadząc w świat coraz więcej adeptów architektury a wychowawców naszej szkoły.

Po przemowie wkońcu prof. Skibińskiego podnoszącego w ciepłych słowach prawdziwe koleżeństwo, które ustępujący profesor objawiał przy każdej sposobności wobec swoich kolegów i zarazem wspominającego z wdzięcznością, że prof. Bisanz obiecał jeszcze nadal pracować w komisjach egzaminacyjnych II egzaminu państwowego, na wydziałach inżynieryi i budownictwa lądowego, wzruszony do głębi tem serdecznem uznaniem kolegów, zabrał głos profesor Bisanz i przemówił w te słowa:

Szanowni Koledzy!

Serdecznie dziękuję Panom, żeście raczyli zebrać się tu dla pożegnania mnie, a Jego Magnificencji panu Rektorowi, panu Dziekanowi i kol. Skibińskiemu dziękuję za tak pochlebne a niezasłużone słowa pożegnalne.

Sądzę, że nie potrzebuję Panów zapewniać, iż zakład ten, z którym mnie łączyły węzły przez 41 lat — opuszczam nie z lekkim sercem. Mówię lat 41, gdyż w r. 1868/9 wstąpiłem jako słuchacz do dawnej Akademii technicznej i odtąd do szkoły tej bez przerwy należałem.

Mam to wewnętrzne zadowolenie, że było mi

dane być świadkiem rozwoju tego zakładu i w części współdziałać w tem, o ile moje skromne siły do tego były powołane. Miałem np. to szczęście być pierwszym, wykładającym Budownictwo lądowe w języku polskim, a jak miłe wspomnienia łączą mnie z tym budynkiem!

Byłem pierwszym pomocnikiem ś. p. Zachariewicza przy sporządzaniu szkiców, które wysłano do Wiednia do zatwierdzenia.

Przez cały czas budowy aż do zakończenia jej, a nawet przy projektowaniu wewnętrznego urządzenia byłem zatrudniony.

To też gdy chodziło o powiększenie tego gmachu — o tworzenie większych sal — co zawsze połączone jest z trudnościami, jeżeli budynek z góry nie jest tak projektowany, żeby go można było rozszerzyć — zaprojektowałem te dwa skrzydła tak, ażeby charakter tego budynku nie ucierpiał i sądzę, że sale te okazały się użytecznymi.

Po objęciu katedry budownictwa lądowego odczuwałem najwięcej brak podręcznej biblioteki, to też głównie użyłem dotacyę zwyczajną do założenia tejże, która stosunkowo jest teraz dość bogatą, tak że mój następca będzie pod tym względem w lepszym położeniu, aniżeli ja w swoim czasie.

Wiedziałem, że przez ustąpienie moje nie sprawię Panom żadnych trudności w wyborze następcy, miałem bowiem to przeświadczenie, że zostanie nim ten, któregoście jednomyślnie wybrali. Wyboru tego mogę Szanownemu Kolegium tylko powinszować.

Miłem wspomnieniem pozostanie mi na zawsze to koleżeńskie pożycie, które doznałem pośród Was w dobrych i nieraz też ciężkich chwilach.

Dziękuję więc raz jeszcze wszystkim za okazaną mi przyjaźń i zapewniam Panów, że losy tego zakładu i nadal nie przestaną mnie szczerze obchodzić.

Tak pożegnało Grono profesorów swego Kolegium jako architektkę nauczającego.

Prof. Bisanz wcale jednak nie zamysłał spoczywać, przeciwnie mając teraz więcej czasu wolnego, zabiera się do pracy publicznej w gronie architektów, które składa się jeszcze z wielu kolegów jego, lecz więcej jeszcze z jego już uczniów.

„Koło Architektów“ w Towarzystwie Politechnicznym witało też prof. Bisanza uroczystym bankietem w dniu 5 marca b. r. w salach Towarzystwa. Nie brakło ani jednego wybitnego architekty naszego grodu, a serdeczny nastrój, jaki panował od początku do końca uczy, świadczył wymownie o szczerej sympatyi, jaką się prof. Bisanz cieszy.

## Nowsze badania empiryczne nad związkami elementów ruchu w łożyskach przyrodzonych.

(Ciąg dalszy).

Następcą Siedeka był Christen, który w prawie „Gesetz der Translation des Wassers 1903“ podał nową formułę na chyżość wody w łożyskach przyrodzonych. Jakkolwiek powyższa rozprawa spotkała się z wielkiem uznaniem, jednak ustawiona formuła nie daje dobrych wyników dla rzek i w praktyce nie jest stosowana.

Na czysto empirycznych podstawach zbudowa-

wał wzór swój na średnią chyżość wody powołany poprzednio profesor Hermanek <sup>1)</sup>.

Zasady postępowania jego przy ustawieniu formuły były następujące.

Hermanek przyjął jako podstawową formułę de Chézy  $v = K \sqrt{TI}$  i zajął się zmiennością współ-

<sup>1)</sup> Die mittlere Profilgeschwindigkeit in natürlichen und künstlichen Gerinnen (Zisch. d. öst. Ing. und Arch.-Ver. 1905).

czynnika  $K$ , a przede wszystkim zbadaniem wpływu, jaki na wartość  $K$  wywiera szerokość profilu  $B$ , spadek  $I$ , wreszcie średnia głębokość  $T$ .

Badanie przeprowadził w sposób następujący:

Założywszy najpierw stałe średnie głębokości, wykresował na osobnych wykresach

a) przy zmiennych spadkach nanoszonych jako odcięte odpowiednie  $K$  jako rzędne.

b) przy zmiennych szerokościach zwierciadła nanoszonych jako odcięte odpowiednie  $K$ , jako rzędne.

Z licznych wartości, otrzymanych z całego szeregu pomiarów, brał średnie i w obydwu przypadkach otrzymał, że najprawdopodobniej  $K$ , praktycznie wzięwszy nie zależy przy łożyskach przyrodzonych ani od spadku zwierciadła, ani od szerokości profilu.

Następnie badając wpływ głębokości na  $K$ , nanosił jako odcięte średnie głębokości  $T$ , jako rzędne zaś odpowiednie  $K$  i na podstawie wielkiej liczby pomiarów wyznaczył zależność  $K$  od  $T$  w formie

$$k = a \sqrt{T}.$$

Formuła jego jest:

przy głębokościach do 1,5 m  $v = 30,7 \sqrt{T} \sqrt{TJ}$

" " od 1,5 m — 6 m  $v = 34 \sqrt{T} \sqrt{TJ}$

" " ponad 6 m  $v = (50,2 + \frac{1}{2} T) \sqrt{TJ}$ .

Formuła ta może oddać dobre usługi w praktyce, jest stanowczo pewniejsza niż formuła Siedeka, badaniom jednak Hermanka również zarzucić można brak klasyfikacji pomiarów, skutkiem czego niemożliwym było należyte wyznaczenie funkcji spadku i głębokości jako wyrażeń oddzielnych i ciągłych.

W roku 1905 podałem w powyżej cytowanej rozprawie nowy wzór na chyżość wody w łożyskach przyrodzonych, oparty na następujących zasadach.

1. Charakterystyką dobrego wzoru empirycznego na średnią chyżość wody w łożyskach rzecznych powinna być ciągłość funkcji głębokości i funkcji spadku zwierciadła wody.

2. Czynnikiem, który przy budowie dotychczasowych formuł nienależycie był uwzględniany, jest spadek zwierciadła wody, a powodem była i ta okoliczność, że autorzy dotychczasowych formuł nie poddawali pomiarów hydrometrycznych, jakie mieli do dyspozycji, należytej krytyce. Tylko taki pomiar hydrometryczny może być brany za podstawę do obliczeń, przy którym przyjąć można w profilu choćby w przybliżeniu ruch jednostajny, tymczasem w łożyskach rzecznych ruch zmienny jest najczęstszym, a wyjątkowo tylko można znaleźć taki profil, w którym choć w przybliżeniu ruch wody jest jednostajny. Poucza nas o tym dokładna niwelacja zwierciadła wody — w profilu podłużnym spadki ciągle się zmieniają, co powoduje zmianę chyżości w profilach po sobie następujących. Jedyłą oznaką małej zmienności chyżości może być tylko profil podłużny, tworzący na pewnej przestrzeni linię prostą — wynika stąd, że przede wszystkim do wyciągania wniosków co do związku elementów ruchu nadają się takie pomiary hydrometryczne, przy których spadek lokalny w profilu zbliża się do linii prostej.

3. Formuła empiryczna na średnią chyżość wody dla łożysk rzecznych nie powinna zawierać współczynników dowolnych, w rodzaju *tz.* współczynników szorstkości, jakie zawierają dawne formuły, a to z tego powodu, że istnieje ścisły zwią-

zek między spadkiem podłużnym zwierciadła, a grubością materiału dna łożyska.

Wobec tego wpływ materiału koryta może być zupełnie dobrze określony funkcją spadku.

4. Z poprzedniej zasady wynika, że do obliczeń należałoby wybierać tylko takie pomiary, przy których spadek zwierciadła w profilu zgadza się z wyrównanym spadkiem zwierciadła wody na dłuższej przestrzeni.

Warunek ten nie potrzebuje być jednak stosowany bezwzględnie; przy wyborze pomiarów wystarczy uwzględnienie go tylko w przybliżeniu.

Wyrachowany z uwzględnieniem powyższych zasad wzór ma formę:

$$v = 34 T^m J^n \text{ przyczem}$$

$$\text{dla } T < 1 \text{ m } m \text{ wynosi } 1 - T$$

$$\text{" } T > 1 \text{ m } \text{" } \text{" } 0,75$$

zaś  $n$  otrzymuje wartości

$$\text{przy spadkach do } 2\text{‰} \dots 0,50$$

$$\text{" } \text{" } \text{" } 2,5\text{‰} \dots 0,51$$

$$\text{" } \text{" } \text{" } 3,5\text{‰} \dots 0,52$$

$$\text{" } \text{" } \text{" } 4,5\text{‰} \dots 0,53^1)$$

Nowością w tym wzorze było oznaczenie zmiennych wartości wykładnika spadku, oraz rozdzielenie funkcji spadku i funkcji głębokości na dwa odrębne czynniki. Ten rozdział jest z uwagi na dokładność i ścisłość metody badania empirycznego konieczny.

W wyprowadzonym wzorze na średnią chyżość wody, funkcję głębokości przedstawiają dwie krzywe, a mianowicie poniżej 1<sup>o</sup> m głębokości krzywa  $T^{1-T}$ , powyżej  $T^{0,75}$ ; kształt funkcji średniej głębokości przedstawia następująca figura wyjęta z powołanej rozprawy.

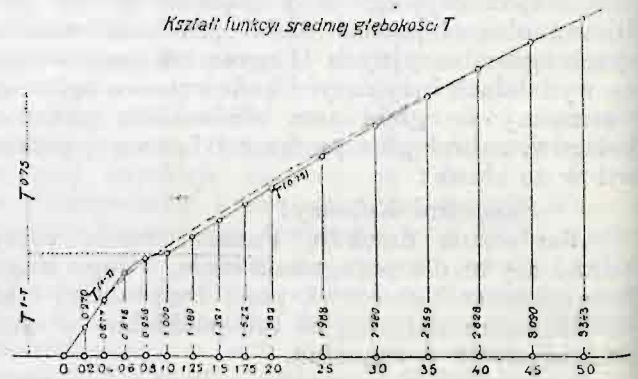


Fig. 1.

Funkcja głębokości nie była jeszcze funkcją ciągłą, wobec czego zaznaczyłem, że funkcja głębokości będzie krzywą paraboliczną o wykładniku stale zmiennym, tudzież, że do dokładnego oznaczenia kształtu tej krzywej potrzebny byłaby wielkiej liczby ścisłych pomiarów, oraz dokładniejszego określenia funkcji spadku.

Prawdopodobny kształt funkcji głębokości oznaczony był wówczas na figurze linią kreskowaną.

W dalszej części niniejszej pracy pragnę przedstawić dalszy ciąg moich badań empirycznych w tym kierunku, które określają szczegółowo kształt funkcji spadku oraz funkcji głębokości.

Wynikiem tych badań jest ustawienie nowej formuły na średnią chyżość profilu dla łożysk

<sup>1)</sup> Zwracam tu uwagę na fakt, że formuła Hermanka zgadza się z moją formułą przy głębokościach 1,5–6 m i przy spadkach poniżej 2‰.



Ktoś, co choćby tylko niewiele zajmował się pomiarami hydrometrycznymi na rzekach, oceni z łatwością, że podanym spadkom i głębokościom odpowiadałyby znacznie większe chyżości, że zatem albo popełniono przy pomiarze spadków grube błędy, albo wpisano spadek błędnie, opuszczając jedno zero po kropce dziesiętnej. Nie chcę tu zupełnie czynić zarzutu centralnemu biuro hydrograficznemu – takie pomyłki przy podobnych zestawieniach zawsze się trafiają przykład powyższy podałem tylko jako dowód, że bez skwalifikowania pomiarów niepodobna dojść przy obliczeniach empirycznych do jakichś możliwie dobrych rezultatów.

Podany przezemnie sposób badania jakości pomiarów przez zbadanie profilów podłużnych zwierciadła wody w miejscu pomiaru nie może być przy uwzględnieniu wielkiej liczby pomiarów zastosowany, gdyż biura hydrograficzne nie zamieszczają w swych publikacjach tych profilów i podają spadek względny tylko cyfrowo<sup>1)</sup>. Wobec tego pozostaje tylko jedna metoda, zastosowana już przezemnie przy sposobności badania zgodności mojej formuły z wynikami pomiarów, polegająca na tem, że pomiary porządkuje się według rosnących spadków i rosnących głębokości i zestawia w odpowiednią tabelę.

Zestawienie moje, którego z uwagi na wielkie rozmiary nie mogą tu zamieścić, miało schemat następujący<sup>2)</sup> (p. pow. tab. I).

Otóż w miarę wzrostu głębokości (kierunek pionowy) i w miarę wzrostu spadku (kierunek poziomy) chyżości powinny w pojedynczych kolumnach, względnie wierszach stale wzrastać; takby było, gdyby wszystkie pomiary były odpowiednie; w rzeczywistości wiele pomiarów nie wykazuje tej zgodności.

Aby dać przykład, przytaczam pomiary z mej tabeli, wykonane przy prawie tych samych spadkach w pobliżu 1<sup>0</sup>/<sub>00</sub>, uporządkowane według rosnących głębokości:

Pomiar Nr.	$T_m$	$v_m$
31	0.220	0.447
51	0.260	1.090
57	0.270	0.210
63	0.277	0.235
75	0.304	<b>0.539</b>
83	0.320	0.270
107	0.369	<b>0.592</b>
114	0.370	<b>0.670</b>
118	0.380	0.793
121	0.380	0.511
135	0.390	<b>0.660</b>
136	0.395	0.443
158	0.430	<b>0.676</b>
178	0.460	<b>0.742</b>
192	0.490	0.630
199	0.494	<b>0.756</b>
224	0.535	<b>0.700</b>
247	0.572	0.531
291	0.650	<b>0.960</b>
305	0.680	<b>1.055</b>
320	0.710	0.600
323	0.708	0.728
325	0.710	<b>0.920</b>
333	0.721	0.650
338	0.740	<b>0.910</b>

<sup>1)</sup> Tylko biuro hydrograficzne szwajcarskie podaje w niektórych publikacjach te profile.

<sup>2)</sup> Pomijam tu rubryki odnoszące się do oznaczenia pomiaru, rzeki, miejsca pomiaru i daty.

Pomiar Nr.	$T_m$	$v_m$
340	0.740	<b>1.070</b>
341	0.749	<b>1.013</b>
391	0.860	0.762
424	0.943	<b>1.069</b>
427	0.956	1.570
436	0.970	1.230
443	1.010	<b>1.090</b>
446	1.010	0.797
448	1.020	0.980
471	1.070	0.520
473	1.080	0.955
490	1.160	<b>1.150</b>
494	1.180	0.190
495	1.185	1.537
497	1.197	0.981
500	1.200	<b>1.130</b>
503	1.210	<b>1.160</b>
504	1.219	1.080
510	1.230	<b>1.160</b>
524	1.280	1.080
530	1.310	<b>1.220</b>
535	1.320	1.040
536	1.326	<b>1.332</b>
537	1.330	1.060
554	1.410	1.240
556	1.420	1.610
558	1.430	<b>1.460</b>
571	1.480	1.120
599	1.610	<b>1.690</b>
620	1.750	<b>1.770</b>
631	1.820	<b>1.800</b>
633	1.820	0.870
638	1.850	<b>1.820</b>
658	1.970	<b>1.980</b>
659	1.970	<b>1.960</b>
672	2.100	<b>2.070</b>
678	2.140	0.817
681	2.260	2.250
688	2.340	<b>2.130</b>
691	2.400	2.310
693	2.470	<b>2.180</b>
700	2.560	2.050
701	2.620	1.480
706	2.710	<b>2.200</b>
709	2.820	3.180
717	3.030	<b>2.290</b>
720	3.120	1.790
726	3.330	1.860
727	3.360	2.770
740	4.060	<b>3.060</b>
765	5.660	2.060

Jak widać, istnieje zgodność tylko przy pewnej części pomiarów, inne odstępują mniej lub więcej od szeregu zgodnych pomiarów, niektóre zaś dają wartości, odstępujące od wartości zgodnych nawet o 100% i wyżej.

Wobec tego okazuje się zrozumiałem, że przy obliczeniach możemy uwzględnić tylko pomiary dające mniej więcej zgodne wyniki; uwzględnianie wszystkich pomiarów uniemożliwiłoby tylko wysnuwanie wszelkich wniosków.

Mógłby ktoś tej metodzie klasyfikacji pomiarów zarzucić, że jest zbyt surową, że nie uwzględnia wpływu ruchu materiału w rzece, a mianowicie, że w okresie zwiększonego ruchu materiału rzeczno przy wezbraniach, mogą powstawać chyżości mniejsze od normalnych. Byłoby to zgodne z twierdzeniem, że w rzece górskiej wezbranej i rzece nizinnej o stanie normalnym – posiadających jednak tesame głębokości, prawo

związku elementów ruchu może być inne. Otóż na taki zarzut muszę odpowiedzieć, że zdolność poruszania materiału rzeczowego zależy tylko od głębokości i od spadku, a więc od chyżości, że zatem praca poruszania materiału złączona jest ściśle z chyżością.

Można sobie wprawdzie wyobrazić ruch materiału niestabilny, to znaczy taki, że rzeka w czasach po sobie następujących porusza zmienne ilości materiału, (w czasie szybkiego wzbierania

lub szybkiego opadania stanu wody), jednak w takich warunkach pomiary hydrometryczne są niemożliwe, a każdy pomiar staramy się wykonać przy małym stanie wody. W takim razie i rezultat pomiaru jest dokładniejszy, i z większą pewnością można przypuszczać, że ruch materiału się ustalił, czyli, że ilość i jakość materiału odpowiada chyżości, wytworzonej na podstawie istniejącego spadku i głębokości.

(D. c. n.) Prof. Dr. Maksymilian Matakievicz.

## Postępy na polu przenoszenia energii i trakcyi elektrycznej w Szwajcaryi.

Skreślił Kazimierz Drewnowski, inż.-elektr.

(Ciąg dalszy).

### 2. Centrala „Albula“.

Już w r. 1902 miasto Zurych spodziewając się w niedługim czasie zupełnego obciążenia miejskiej elektrowni w Letten, mającej popęd mieszany, wodny i parowy, starami turbinami wodnymi i nowymi parowami, postanowiło postawić nowoczesną wielką centralę wodno — elektryczną, któraby pokryła w zupełności zapotrzebowanie energii przez miasto Zurych w przyszłości, a nawet mogła zasilić okolicę coraz więcej się uprzemysłowiającą. Ponieważ większych sił wodnych w pobliżu nie było, sięgnięto aż do kantonu Graubünden, do spadków rzeki Albuli, oddległych o 140 km od Zurychu. Przedwstępne studia, badania, oraz sama budowa zabrały 7 lat czasu, tak, że dopiero z końcem zeszłego roku centrala miała być w ruch puszczona.

Tymczasem zapotrzebowanie prądu elektrycznego w mieście wzrastało, tak, że istniejąca elektrownia okazała się już niewystarczającą. Elektrownia w Letten ma dostarczać prądu dla trzech celów: dla oświetlenia, siły motorycznej i tramwajów. Sieć oświetlenia ma prąd jednofazowy o napięciu 2000 V i 50 okresach, transformowany na  $2 \times 105$  V; dla siły jest trójprąd 6000/500 V; dla zasilania tramwajów służą dwie stacje przetwornic dające prąd stały o napięciu 550 V. Zapotrzebowanie energii wynosiło d. 30 września 1906

dla oświetlenia . . .	5 168 KW
„ siły . . . . .	1 572 „
„ tramwajów . . .	1 720 „
Razem . . . . .	8 460 KW

Aby pokryć to zapotrzebowanie energii, które przekraczało moc elektrowni, będącą do dyspozycji, zawarto układ z tow. „Motor“ w Badenie, które obowiązało się dostarczać do Zurychu 2500 KW z centrali w Beznau przez czas trwania budowy centrali Albula, t. j. do końca r. 1909.

Rozdanie robót na tę budowę poprzedziły bardzo szczegółowe badania nad wyborem systemu przeniesienia energii. Był to czas, kiedy system Thury — przenoszenia energii za pomocą prądu stałego o wysokim napięciu i stałym natężeniu — odbył już próbę ogniową na kilku większych instalacjach i wyniki wypadły nadspodziewanie pomyślnie. Wzięto więc pod uwagę i ten system, zwłaszcza, że nadawał się on tutaj z tego względu, że chodziło o przeniesienie energii z jednego miejsca na jedno miejsce

i tam dopiero o rozprowadzenie po mieście, a do takich warunków nadaje się szczególnie ten system. Projekt inżynierów miejskiej elektrowni wykazywał nie tylko pod względem bezpieczeństwa ruchu ale i co do kosztów przewagę prądu stałego nad trójfazowym. Ze względów na ciekawe obliczenia i wyniki warto przytoczyć zestawienie obu kosztorysów według dat, udzielonych mi uprzejmie przez elektrownię w Zurychu.

Prąd trójfazowy.

Jako napięcie obrano 40000 V na końcu przeniesienia t. j. w Zurychu, gdzie prąd ma być częściowo transformowany na 6000 V do zasilania sieci siły, a częściowo przetwarzany na 2000 V prądu jednofazowego dla oświetlenia; elektrownia w Letten ma służyć jako rezerwa. Linii przewodzących prąd ma być 4; wtedy przy 40000 V i  $\cos \varphi = 0.8$  wypada na każdy przewód 53 A; przyjąwszy przekrój przewodów  $50 \text{ m}^2$  i długość przeniesienia 136 km musi centrala dawać 46000 V. Prąd wytwarzać ma 12 generatorów poruszanych turbinami wodnymi o 2000 KP. Napięcie generatorów 6900 V. Przewody podzielone na dwa szeregi słupów żelazno — betonowych. Strata mocy 13.8%.

Prąd stały.

Prąd wytwarza 11 grup wodno — elektrycznych, z tych dwie jako rezerwa. Przy stałym natężeniu 175 A wypada napięcie 79500 V; przez uziemienie w połowie dostanie się max. 497500 V napięcia do ziemi, co odpowiada skutecznemu napięciu 28000 V prądu przemiennego. Jednak i to napięcie występuje tylko w razie największego obciążenia; jest to znaczna korzyść wobec prądu trójfazowego. Przy 9 grupach czynnych wypada na jedną 2250 KP czyli 1540 KW; dla wytworzenia więc 175 A każda grupa ma dawać 8800 V.

Każda grupa składa się z turbiny i dwóch dynamomaszyn o dwóch kolektorach każda, tak, że na każdy kolektor przypada tylko 2200 V, co nie przedstawia wielkich trudności przy wykonaniu. Przewody, poprowadzone są na dwóch szeregach słupów — każdy bieg na jednym szeregu; przekrój przewodów  $72 \text{ m}^2$ . Spadek napięcia wynosi 11600 V, a strata mocy 2000 KW, czyli 14.6%. Ażeby móc przyłączyć się do istniejących urządzeń elektrycznych w Zurychu, należy prąd stały przetworzyć w podstacjach na trój- i jednofazowy.

Kosztorys obu systemów, ułożony na podstawie ofert różnych firm, jest następujący:

Część hydrauliczna (dla obu systemów jednakowa).

Odszkodowania . . . . .	647 000— fr.
Jaz . . . . .	685 578·25 „
Ujęcie bocznego potoku . . . . .	41 090·70 „
Tunel wodny . . . . .	1 952 826·70 „
Zbiornik ciśnący . . . . .	21 139·50 „
Rurociąg . . . . .	495 070·45 „
Kanał odpływowy . . . . .	11 350— „
Droga dojazdowa . . . . .	29 533·10 „
Kierown. budowy i różne . . . . .	200 411·30 „
	<hr/>
	4 354 000— fr.

Część elektryczna:

	Trójprąd	Prąd stały
Turbiny . . . . .	400 220 fr.	399 030 fr.
Generatory i rozdzieln. . . . .	866 820 „	966 220 „
Budynek . . . . .	347 400 „	299 140 „
Przeniesienie energii . . . . .	3 740 000 „	1 780 000 „
Stacje kontrolne . . . . .	321 000 „	130 000 „
Telegraf . . . . .	51 000 „	52 000 „
Stacje przewornic . . . . .	— „	1 536 875 „
Kierownictwo i różne . . . . .	441 960 „	406 785 „
Razem . . . . .	<hr/> 6 170 000 fr.	<hr/> 5 500 000 fr.

Rachunek rentowności.

Koszta zakładowe:

Część hydrauliczna . . . . .	4 354 000 fr.	4 354 000 fr.
„ elektryczna . . . . .	6 170 000 „	5 550 000 „
Razem . . . . .	<hr/> 10 524 000 fr.	<hr/> 9 854 000 fr.

Wydatki roczne:

Oprocentowanie i amortyzacja . . . . .	679 000 fr.	595 000 fr.
Personal . . . . .	88 000 „	95 000 „
Utrzymanie . . . . .	225 000 „	155 000 „
Podatki, asekuracja i t. p. . . . .	58 000 „	55 000 „
Razem . . . . .	<hr/> 1 050 000 fr.	<hr/> 900 000 fr.

stałym o 10% mniejsze niż przy trójprądzie.

Na podstawie takich obliczeń i przy wzięciu pod uwagę korzyści prądu stałego nad przemianym jak: mniej skomplikowana rozdzielnica, brak zjawisk samoindukcji i pojemności, prostsza obsługa, mniejsze niebezpieczeństwo zwarcia z powodu oddzielnego prowadzenia obu biegunów i t. p. oświadczyli się inżynierowie za prądem stałym jako podstawą do przeniesienia energii.

Była to propozycja bardzo śmiała ze względu, że na podobnie wielką skalę istnieje tylko jedno urządzenie tego systemu: przeniesienie energii z Moutiers do Lyonu na odległość 175 km, pod napięciem 59 000 V\*). Z tego też zapewne względu miasto nie zgodziło się na ich projekt, tylko poszło za radą dyrektora elektrowni miejskiej Wagnera, który ponadto w projekcie swym wykazał, że jednak opłaca się raczej zastosować prąd trójfazowy.

Za podstawę rachunku rentowności przyjął on nie moc jaką może dać centrala i jaka może być dostarczona do Zurychu lecz energię zużytą w Zurychu. Ponieważ zapotrzebowanie energii w różnych porach dnia i roku nie jest jednakowe, przeto i moc jaką przenoszą w pewnej chwili przewody nie jest zawsze ta sama, lecz się zmienia stosownie do obciążenia. Jakież to ma wpływ na straty w przewodach? Te zależą jak wiadomo od kwadratu natężenia prądu. Przy stałym więc prądzie o stałym natężeniu straty te będą zawsze jednakowe, zmieniać się będzie tylko napięcie stosownie do zapotrzebowania energii. Przeciwnie przy prądzie przemiennym, gdzie tylko podczas największego zapotrzebowania energii będzie płynął największy prąd i wtedy straty będą miały największą wartość.

Jak to ma doniosły wpływ widać z wykresu fig. 2. Obliczone tam jest zużycie energii (1) sto-

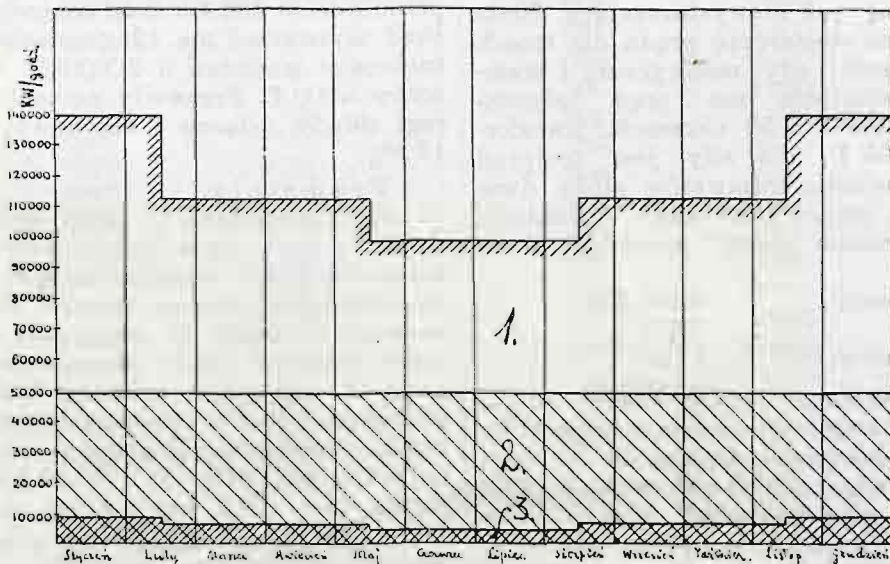


Fig. 2.

Przyjąwszy następujący rozdział energii

Na wale turbin . . . . .	20 000 KP	20 250 KP
Na szynach zbiorczych . . . . .	14 000 KW	13 900 KW
Straty . . . . .	2 200 „	2 800 „
czyli zostaje w Zurychu do dyspozycji . . . . .	<hr/> 11 800 KW	<hr/> 11 100 KW

to zn., że na konia i rok wypada 89 fr.

81 fr.

czyli, że koszt 1 KP/rok są przy prądzie

sownie do pory roku, przyczem uwzględnione tam są także zmiany zachodzące w ciągu dnia. Widać stąd, że straty energii w ciągu całego roku wynoszą przy prądzie przemiennym (3) 2 400 000 KW/godz. a przy stałym (2) 17 300 000 KW/godz. a więc przeszło 7 razy więcej t. j. przez dzień stale 47 000 KW/godz., co odpowiada 16 160 m<sup>3</sup> wody. Licząc podczas niskiego stanu (grudzień —

\*) p. Czasop. Techn. 1908.



luty) po  $5 m^3$ /sek. dostaniemy za 1 dzień  $432\,000 m^3$  do rozporządzenia; czyli że na pokrycie samych do strat idzie więcej niż  $\frac{1}{3}$  część wody będącej do dyspozycji. Tak więc straty energii przy prądzie stałym wynoszą o  $14\,900\,000 KW$ /godz. więcej niż przy trójfazowym. Licząc koszt  $7 KW$ /godz. sprzedanej tylko 1 cts. dostaniemy  $149\,000$  fr. straconych rocznie, co przedstawia przy  $3\%$  amortyzacji i  $4\%$  oprocentowaniu kapitał  $2\,130\,000$  fr., o tyle więc należy podnieść kosztą zakładowe przy prądzie stałym.

Kosztorys Wagnera różni się także nieco od poprzedniego, gdyż dostaje on kosztą przy prądzie stałym o  $916\,000$  fr. mniejsze (podczas gdy inżynierowie obliczyli tylko  $670\,000$  fr.). Uwzględniający jednak straty energii w sposób wyżej podany otrzymał przewyżkę prądu stałego nad trójfazowym  $1\,214\,000$  fr.

W rezultacie miasto obrało prąd przemienny a wykonanie robot powierzono firmom: Froté et Westermann w Zurychu (roboty wodne), Escher, Wyss (turbiny), Örlikon (generatory i rozdzielnica) i Brown, Boveri (transformatory).

#### Opis centrali.

Ujęcie wody znajduje się między stacyami kolei albulańskiej Tiefenkastel i Solis. Rzeka Albula, która płynie tam głębokim jarem — t. zw. Schyns Schlucht — została spiętrzona za pomocą jazu (fig 3. i 4.) o dwu otworach po

ciśnieniem średnio  $20 m$  słupa wody, co wymagało szczególnej staranności przy budowie. W twardej skale (dolomiti) bito od razu cały profil, w miękkiej (łupek krystaliczny) wiercono naprzód tunel kie-



Fig. 4.

rowniczy; kosztą wiercenia były w pewnym przypadku mniejsze, a robota postępowała prędzej. Ściany tunelu, w dolomieie  $15 cm$  grube, a w łupku  $25 cm$  są wyprawione cementem (1:3) na  $2 cm$  grubo. Mimo, że chyżość wody obrano znaczną bo  $22 m$ , nie zauważono wcale uszkodzeń. Wielkie trudności sprawiało obmurowanie sklepienia tunelu, gdyż betonu nie można było ubijać. Znalezione też po skończeniu przez wypukliwanie,



Fig. 3.

$8 \times 15 m$  i przepuszczenie  $15 \times 14 m$ . Wskutek spiętrzania powstaje zbiornik o pojemności  $420\,000 m^3$ . Zasuwy podnoszone są ręcznie, a w przyszłości za pomocą wyciągów elektrycznych; jako przeciwwaga służy belka żelazno-betonowa  $50\,000 kg$ .

Ruchomy jaz o tej wysokości ( $16 m$ ) zastosowany został tutaj po raz pierwszy. Ujęta woda odprowadzona dwoma otworami jest wprost do tunelu (fig. 3.) otwartego, bez zbiornika osadowego, którego nie można było tu zastosować, z powodu bardzo wąskiego koryta i stromych skał, lecz umieszczono go już w tunelu; tworzą go dwie komory, które potem łączą się w jeden tunel. W razie czyszczenia można jedną komorę zamknąć i jednej tylko używać. Wejścia do komór są opatrzone zasuwami i kratami.

Tunel  $3.1 m$  szeroki, i  $2.85$  wysoki, o przekroju  $7.35 m^2$  i długości przeszło  $7 km$  znajduje się — po raz pierwszy dla tak ej długości — stale pod

że beton nie przylega szczelnie do skały. W te miejsca wtłaczano więc beton płynny i w ten sposób uszczelniono tunel.



Fig. 5.

Z tunelu woda dostaje się do zbiornika ciśnającego ok. 30 m wysokiego a 11—13 m średnicy, a stąd dwiema rurami o średnicy 2 m w górnej części a 1.80 m w dolnej do maszynowni 63 m długiej i 13 m szerokiej (fig. 5. i 6.). Przed samą

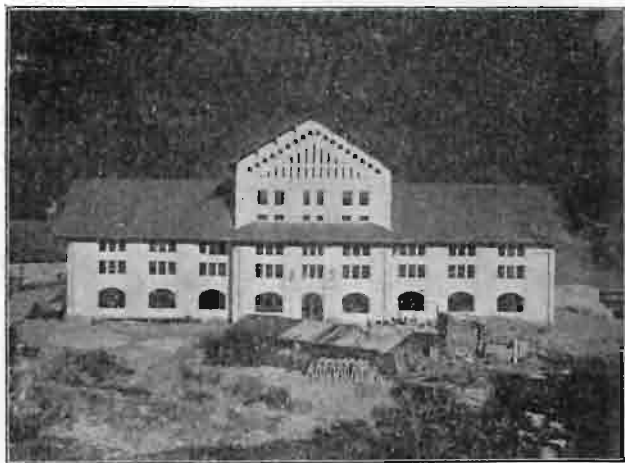


Fig. 6.

maszynownią rurociąg przekracza rzekę nie po moście, lecz trzymając się własną sztywnością; ściany rur są w tym celu grubsze i wynoszą 24 m/m.

Spadek uzyskany w ten sposób wynosi 142 m a ilość wody 16.75 m<sup>3</sup>/sek., co przedstawia moc ok. 24 000 V.

Centrala leży niedaleko stacyi Sils koło Thuisis. Tej urządzenie wewnętrzne odbiega nieco od ogólnego projektu inżynierów miejskich. Znajduje się tam 8 grup wodno - elektrycznych (fig. 7.)

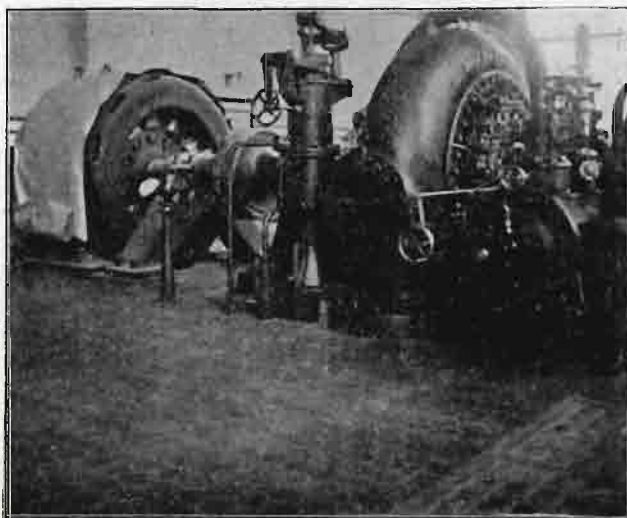


Fig. 7.

składających się z podwójnych turbin Francisa o 3 000 KP i generatora trójfazowego na 2 000 KW, 7 000 i 50 okresów. Do wzbudzenia służą dwie dynamomaszyny poruszane turbinami Peltona po 200 KW. Każdy z generatorów może pracować oddzielnie od innych przez transformator na szyny zbiorcze 46 000 V; szyn dla niskiego napięcia niema. Urządzenie rozdzielniczy odpowiada wszelkim nowoczesnym wymogom techniki. Ze względu na wysokie napięcie zastosowany jest system komórkowy; przedziałki jak i cała wewnętrzna budowa jest z żelazo-betonu.

Nowoczesna zasada decentralizacji ruchu a centralizacji kontroli przeprowadzona jest bardzo konsekwentnie. Do każdego generatora należy tablica rozdzielcza, umieszczona naprzeciw niego w murze. Zawiera ona automatyczny wyłącznik, transformatorki miernicze i miernik watgodzin. Same zaś przyrządy miernicze, lampki fazowe i kontakty do załączania i wyłączania generatorów znajdują się na głównej tablicy rozdzielczej, umieszczonej na wysokości jednego piętra. Przyrządy na niej są tylko pod niskim napięciem; transformowanie wysokiego napięcia odbywa się właśnie na owych tablicach rozdzielczych dla każdego generatora.

Z tablicy rozdzielczej, należącej do każdego generatora, idzie prąd do transformatora, chłodzonego oliwą, na 2 000 KW, zwiększającego napięcie do 46 000 V. Transformatory są po obu stronach opatrzone wyłącznikami oliwnymi, automatycznymi, zbudowanymi jako wyłączniki rurkowe według znanego systemu örlikonskiego. (fig. 8.) Kontakt ruchomy wyłącznika jest wcią-

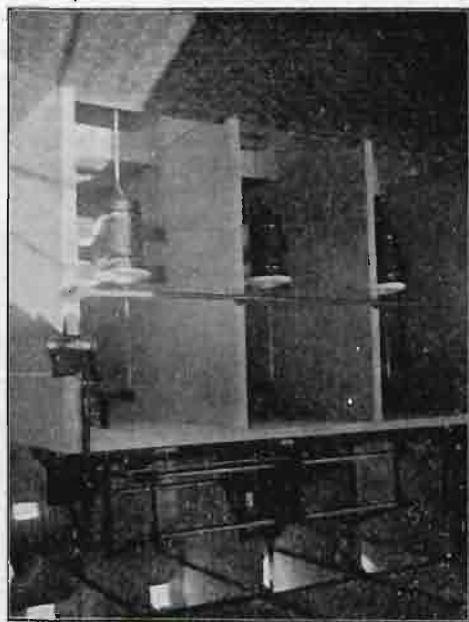


Fig. 8.

gany po przerwaniu prądu do rurki porcelanowej; przez prąd powietrza wzgl. oliwy, wdzierającej się do rurki, gaśnie iskra i nie dopuszcza do utworzenia się łuku świetlnego.

Prąd wysoko napięty idzie do szyn zbiorczych, okrężnych, umieszczonych na osobnym pię-

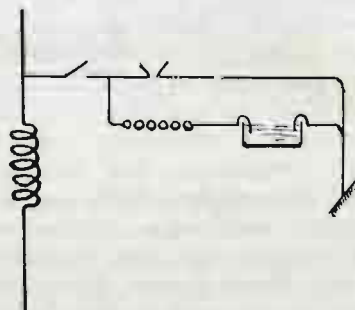


Fig. 9.

trze. Urządzone są one tak, że część należąca do jednego generatora, można odłączać za pomocą wyłączników nożowych. W następnym piętrze

umieszczone są transformatoriki miernicze dla wysokiego napięcia; jeszcze wyżej wyłączniki oliwowe ręczne, podobne do automatycznych, wyżej opisanych i wreszcie na najwyższym piętrze znajdują się ochronniki i linie odchodzące. Ochronniki są dwójakiego rodzaju (fig. 9.) dla wyłado-

wań statycznych — cewki dławikowe i opory z wody tryskającej, a dla oscylacyjnych — rurki Siemens'a z oporami wodnymi do nich równoległymi i drugie różki z oporami wodnymi załączonymi w szereg.

(D. c. n.).

## O zapotrzebowaniu energii instrumentów mierniczych dla prądów przemiennych<sup>1)</sup>.

Napisał Dr. Inż. Jan Studniarski, Altona (Elbe).

Pomijając zwykle bardzo znaczne błędy ściśle logicznej treści, powstające wskutek zasadniczo fałszywego założenia eksperymentu albo wskutek fałszywej interpretacji rezultatów mierniczych, samych w sobie bezbłędnych, pomijając nadal błędy, mające swe źródło w samym przedmiocie mierniczym wskutek zmiany jego stanu, między błędami, które tylko przez instrumenty miernicze powstają, trzy kategorie różnić można, a mianowicie błędy, których źródła wypada szukać w obserwacji, w otoczeniu i w systemie instrumentów.

Badanie błędów przypadkowych, wchodzących do rezultatu pomiaru wskutek niedokładności obserwacji, zasadniczo nie nastrocza nowych poglądów; stwierdzić je można w mierzeniach prądów przemiennych stosownie jak w innych pomiarach na mocy ogólnych zasad praktycznej fizyki. Wpływ ich na wynik pomiaru może być atoli bardzo znaczny, mianowicie przy zastosowaniu metod mierniczych, w których rezultat wpływa z funkcyj trygonometrycznych jak np. przy oznaczeniu kąta fazowego z jego dostawy lub wstawy albo w mierzeniu współczynnika samowzniesienia z pomiaru prądu, napięcia i mocy. Analiza błędów, których źródło znajduje się w otoczeniu, zatem w zewnętrznych wpływach, nastrocza jakościowo te same poglądy wobec aparatów mierniczych dla prądów przemiennych, jak wobec instrumentów dla prądu stałego. Źródła błędów tego rodzaju powstają zwykle wskutek wpływów grawitacji, zewnętrznych pól magnetycznych, zmiany temperatury, elektrostatycznych ładunków itd. Znamiennymi dla każdego instrumentu są błędy, wynikające z jego zasady, budowy i konstrukcji, czyli jednym słowem z jego systemu; błędy tej kategorii oznaczyć można jako błędy systematyczne. Nie należy atoli wykluczone, że niektóre błędy systematyczne wspólne być mogą dla rozmaitych instrumentów różnego systemu jak np. błędy, spowodowane wskutek niedokładności skali lub zmiennej elastyczności sprężyny, nadającej siłę dyrekcyjną.

Gdy różnica między błędami przypadkowymi i systematycznymi jest ścisłą i w skutkach o tyle jasno występującą, o ile błędy systematyczne pażą poszczególne odczytania dodatnio lub ujemnie w jednym jedynie kierunku, błędy obserwacji zaś powodują za małe albo za wielkie wyniki odczytania skali, granica między błędami systematycznymi i błędami, powstającymi na podstawie zewnętrznych warunków nie zawsze jest ściśle oznaczoną. Rozstrzygające znamię dla tych dwóch ostatnich kategorii błędów stanowi okoliczność, czy warunki, wywołujące błąd systematyczny w obszerniejszem tego słowa znaczeniu, wynikają z zasady pomiaru na podstawie wewnętrznego,

bezpośredniego lub pośredniego rzeczowego związku, albo czy warunki powyższe są skutkiem wpływów, pochodzących od ciał obcych, stojących poza obrębem właściwego urządzenia doświadczalnego. Temperaturę, tem samem opór cewki w instrumencie mierniczym zmienić mogą promienie sąsiedniego źródła ciepła albo sam prąd mierniczy, konieczny do wywołania odchylenia; cewkę przecinać mogą linie sił magnetycznego pola ziemi albo linie sił prądów wirowych, wznieconych przez prąd mierniczy w masywnych częściach konstruktywnych instrumentu; w drugim przypadku zachodzi błąd systematyczny, w pierwszym zaś błąd otoczenia.

Stosownie do różnolitej treści powyżej wymienionych trzech kategorii błędów odmienne jest ich usunięcie lub uwzględnienie. Subtelnością i liczbą obserwacji, rachunkiem błędów i prawdopodobieństwem, graficzną interpolacją, wyborem najkorzystniejszych warunków doświadczenia utrzymać można błędy przypadkowe w dozwolonych granicach. Błędy systematyczne eliminuje się zapomocą współczynników albo poprawek, przy czem wyborem warunków doświadczalnych kierować powinno staranie, ażeby poprawki, ilością i wielkością, osiągnęły o ile możności swe minimum. Błędy, wynikające z wpływów zewnętrznych, można zmianą urządzenia doświadczalnego zupełnie usunąć albo — jeżeli to nie jest możliwe — podobnie jak błąd systematyczny zapomocą poprawki uwzględnić.

Nie jest zadaniem obecnej pracy, rozwinąć wyczerpujące badanie błędów i źródeł błędów w instrumentach dla prądów przemiennych, gdyż na podstawie ogólnych, zbiorowych poglądów analiza taka ogarnęłaby błędy i źródła błędów nieomal całej techniki pomiarów elektrycznych. Praca obecna ograniczy się na analizie jednego tylko co prawda najważniejszego źródła błędów w instrumentach dla prądów przemiennych tj. ich własnego zapotrzebowania energii, a mianowicie na podstawie przedstawienia graficznego, pozwalającego przejrzeć w granicach całego zakresu mierzenia odsetne błędy, powstające wskutek zużycia energii w instrumentach, względnie odnośne konieczne korekcyje wobec różnych warunków doświadczalnych, tz. przy zmianie prądu, napięcia i fazy.

Wskutek faktu, że prąd i napięcie niekoniecznie równą mają fazę, wyodrębniają się wobec pomiarów prądów silnych stałego kierunku mierzenia prądów przemiennych znamienne okolicznością, że nie wystarcza mierzenie prądu i napięcia, lecz koniecznym jest osobny pomiar efektu zapomocą watmetru; dlatego instrument ten będzie zaraz na wstępie uwzględniony.

<sup>1)</sup> cf. *Elektrotechnische Zeitschrift* 1909, p. 821.

Wiadomem jest, że przy pomiarze za pomocą wskaźnika mocy możliwe są dwie łącznie (fig. 1 i 2). Przy oznaczeniu efektu  $A$  w cewce  $S$ , posiadającej opór i samowzniesienie, mierzy się w łączni I za-

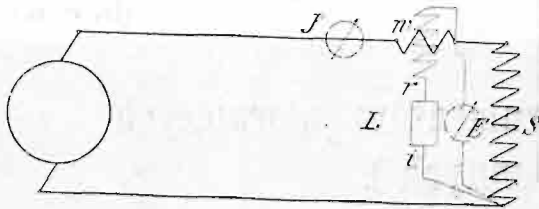


Fig. 1.

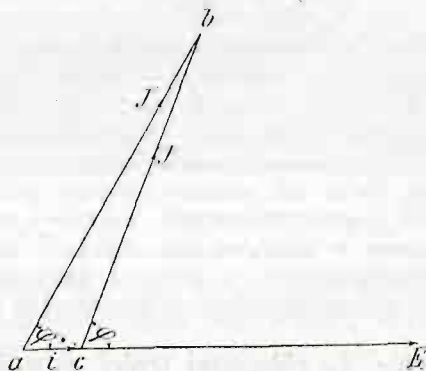


Fig. 1a.

razem stratę efektu w upuszcie<sup>1)</sup>  $i^2r = Ei$ , w łączni II zaś stratę w cewce stałej  $J^2w$ . Dla skrócenia

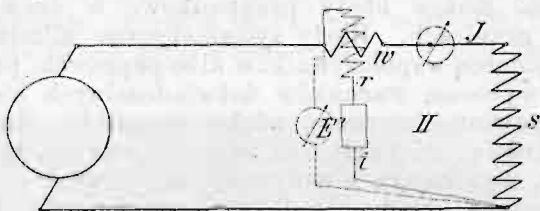


Fig. 2.

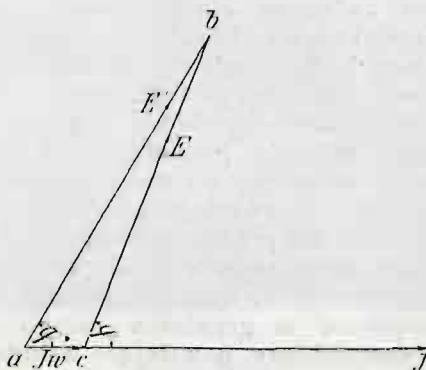


Fig. 2a.

łącznię pierwszą nazwać można naprężną, drugą zaś prądną. Zaniechanie oporu wznieconego cewki ruchomej dozwolone jest przy zastosowaniu technicznych frekwencji wielkości 15 do 100, o które się tutaj jedynie rozchodzi, jeżeli się pominie wypadki, w których przy niskim napięciu rozsaw

<sup>1)</sup> Weston Electrical Instrument Co. buduje swoje watmetry do 3 kwłt z cewką kompensacyjną, która błąd ten wyrównuje; konstrukcja ta jest jednakże zupełnie odosobnioną.

fal prądu głównego i napięcia jest bardzo znaczny, gdyż wobec bardzo nieznacznych odchyżeń i nadzwyczaj małej odsetnej zaufności przeczytu pomiar za pomocą watmetru sam przez się jest bardzo niepewny i niedokładny.

Uproszczenie powyższe uprawnia tem więcej okoliczność, że opory o uzwojeniu dwunitek, zwykle jako oporniki przed cewką ruchomą używane, znaczną pojemność posiadać mogą, która małe samowzniesienie cewki ruchomej przewyższyć i widoczne przodowanie prądu wobec napięcia spowodować może<sup>1)</sup>. Efekt  $A$  w przedmiocie mierniczym, który oznaczyć wypada, jest zatem:

$$A = EJ \cos \varphi = A' - Ei \quad (1)$$

względnie:

$$A = EJ \cos \varphi = A' - J^2w \quad (1a)$$

jeżeli  $A'$  oznacza efekt wskazany watmetrem. Reszta oznaczeń wynika z fig. 1 i 1a, 2 i 2a.  $E$  oznacza napięcie,  $J$  prąd,  $A$  efekt,  $\cos \varphi$  współczynnik efektu w przedmiocie mierniczym;  $E'$ ,  $J'$ ,  $A'$  oznaczają odczytane wartości napięcia, prądu i efektu, zatem  $\cos \varphi' = \frac{A'}{E'J'}$ . W łączni naprężnej jest  $E' = E$ , w łączni prądnej  $J' = J$ . Jeżeli przedmiot mierniczy prądu nie wchłania, lecz go wytwarza, w takim razie celem oznaczenia efektu  $A$  w przedmiocie mierniczym do mierzonego efektu  $A'$  stratę  $Ei$  względnie  $J^2w$  dodać trzeba:

$$A = A' + Ei \quad (2)$$

$$A = A' + J^2w \quad (2a)$$

Wyborem łączni kieruje ogólnie wzgląd na wielkość korekcyi, która powinna być o ile możności małą, jeżeli jej wogóle zaniechać nie można. Dla zakresu używania łączni prądnej i naprężnej podaje się zwykle następującą regułę<sup>2)</sup>: Błąd wynikający ze straty efektu w instrumencie osiąga swe minimum, jeżeli łącznię naprężną używa się przy małych napięciach i wielkich prądach, łącznię zaś prądną przy małych prądach i wysokich napięciach. Pomijając, że reguła powyższa jest zbyt ogólną, zaznaczyć wypada, że warunki doświadczalne się zmieniają. Badanie generatorów, transformatorów i motorów uskutecznia się zwykle przy stałym napięciu, począwszy od biegu jałowego aż do obciążenia krańcowego; prąd i faza zmieniają się zatem w obrębie całego zakresu doświadczenia. Przedewszystkiem zaś odsetna strata efektu, zależnie od konstrukcyi, systemu i wrażliwości, jest przy różnych instrumentach bardzo rozmaita, wskutek czego elektryczne właściwości instrumentów samych na wybór łączni miarodajny wpływ wywierają.

Badanie błędów odsetnych, względnie korekcyi, przy obydwóch łączniach przeprowadzone jest następnie przy różnych warunkach doświadczalnych na podstawie graficznego przedstawienia, a mianowicie w pierwszym rzędzie wobec niektórych wskaźników mocy nowszego systemu. W tabeli I zestawione są elektryczne właściwości zwykłego typu watmetrów fabryki Hartmann i Braun; zestawienie odnosi się do przenośnych instrumentów laboratoryjnych t. z. watmetrów precyzyjnych.

<sup>1)</sup> Heinke, *Handbuch der Elektrotechnik*, 1908, II, 4, 64, str. 128.

<sup>2)</sup> Hallo und Land, *Elektrische und magnetische Messungen und Messinstrumente*, Berlin, J. Springer, 1906, 240. Heinke, *Handbuch der Elektrotechnik*, 1908, II, 4, 63, str. 125. Siemens und Halske. A. G. *Das Präzisions Wattmeter*, Druckschrift 66, Juli, 1907, 15.

Tabela I.

Nr.	$A_{max}$ kVt	$J_{max}$ amp	$E$ volt	$w$ om	$J_{max} w$ wolt	$J_{max}^2 w$ wat	$r$ om	$\frac{r}{E}$	$i = \frac{E}{r}$ amp	$Ei$ wat	$\epsilon = \frac{i}{J_{max}} 100$ %	$\epsilon = J_{max} \frac{w}{E} 100$ %
1	0.15/0.30	5/10	30	0.16/0.04	0.8/0.4	4.0	1000	33.33	0.03	0.90	0.6/0.3	2.66/1.33
2	1.5/3.0	50/100	—	0.0016/0.0004	0.08/0.04	—	—	—	—	—	0.06/0.03	0.266/0.133
3	6	200	—	0.0001	0.02	—	—	—	—	—	0.015	0.0666
4	12	400 <sup>1)</sup>	—	0.000025	0.01	—	—	—	—	—	0.0075	0.0333

Strata efektu w bocznicy, wyrażona w odsetkach mierzonego efektu  $A'$ , jest w łączni I:

$$\epsilon = \frac{Ei}{A'} 100 = \frac{Ei}{A + Ei} 100 = \frac{Ei}{EJ \cos \varphi + Ei} 100 = \frac{Ei}{E' J \cos \varphi'} 100 \quad (3)$$

Analogicznie jest w łączni II strata w cewce stałej w odsetkach mierzonego efektu:

$$\epsilon = \frac{J^2 w}{A'} 100 = \frac{J^2 w}{A + J^2 w} 100 = \frac{J^2 w}{EJ \cos \varphi + J^2 w} 100 = \frac{J^2 w}{E' J \cos \varphi'} 100 \quad (4)$$

czyli:

$$\epsilon = \frac{i}{J' \cos \varphi'} 100 \quad (5)$$

$$\epsilon = J \frac{w}{E' \cos \varphi'} 100 \quad (6)$$

Prąd w bocznicy  $i$  jest stałą, jeżeli się jako stałe przyjmie dowolne napięcie; założenie takie odpowiada zwykłemu warunkom doświadczalnym przy badaniu maszyn elektrycznych; przy nowoczesnych przenośnych instrumentach jest  $i=0.03$  amperów. Fabryki budują opornice dla wskaźników mocy w ten sposób, że na 30 woltów włącza się 1000 omów, dla zwykłych technicznych napięć można wskutek tego zawsze i na 0.03 amp regulować. Celem osiągnięcia jak największego odchylenia i największej odsetnej zaufności zaleca się dla innych napięć opór bocznicy zapomocą odrębnych opornic zatyczkowych w ten sposób uzupełnić, że  $i=0.03$  amp pozostaje stałą wielkością.

Dla pewnego rozsuhu fal otrzymuje się zatem równanie hyperboli równobocznej, odniesione do niemałych:

$$\epsilon J' = \frac{i}{\cos \varphi'} 100 = a \quad (7)$$

Dla innego  $\cos \varphi'$  wypada inne  $a$ , tem samem inna hyperbola. We fig. 3 (tabl. III) przedstawiony

<sup>1)</sup> Największy prąd: dla prądów powyżej 400 amp używa się transformatorów prądnych.

jest szereg hyperbol  $\epsilon = f(J')$  dla  $\cos \varphi' = 1, 0.9, 0.8, \dots, 0.2$ ; dla watmetru Nr. 1 (tabela I) można z powyższego graficznego przedstawienia odczytać odsetne straty energii w upuszcie, względnie odnośne korekcyje, dla każdego dowolnego prądu i rozsuhu w obrębie całego zakresu mierzenia od 1 do 5 amp, a mianowicie niezależnie od napięcia, jeżeli tylko wypełniony jest warunek:  $i=0.03$  amp; w razie przeciwnym trzeba dla prądu  $i_x$  w upuszcie przeczyt wielkości  $\epsilon$  pomnożyć stosunkiem  $\frac{i_x}{i}$ .

W tych samych, powyżej przyjętych warunkach stałego napięcia i rozsuhu wyraża wzór 6:

$$\epsilon = J \frac{w}{E' \cos \varphi'} 100$$

równanie prostej linii:

$$\epsilon = C J \quad (8)$$

$$C = \frac{w}{E' \cos \varphi'} 100 \quad (9)$$

jeżeli się pominie nieznaczne zmiany oporu stałej cewki, spowodowane ogrzaniem przez prąd główny  $J$ . Warunek doświadczalny stałego napięcia  $E$  przy obiekcie mierniczym w łączni prądnej niezupełnie jest wypełniony; różnica między  $E$  i  $E'$  osiąga swe maksimum przy maksymalnym prądzie w razie algebraicznego sumowania wektorów  $E'$  i  $J_{max} w$  t. z. dla współczynnika efektu  $\cos \varphi' = 1$ . Powyższą niedokładność w założeniu doświadczenia praktycznie zwykle dopuścić można; jest ona niedozwolona, w takim razie trzeba odczytane korekcyje  $\epsilon$  odpowiednio zredukować, regulując napięcie  $E$  na stałą wartość, najlepiej zapomocą instrumentu, nie zużywającego prądu jak np. elektrostatycznego woltmetru.

Analogicznie do hyperboli jest we fig. 3 przy napięciu  $E'=30$  woltów przedstawiony szereg prostych linii dla różnych czynników efektu  $\cos \varphi' = 1, 0.9, 0.8, \dots, 0.2$ . Chodzi o oznaczenie korekcyi  $\epsilon$  dla innego, dowolnego napięcia  $E_x'$ , w takim razie trzeba, jak wskazuje równanie 6, odczytaną wartość  $\epsilon$  zredukować w stosunku  $E':E_x'$ .

(D. c. n.).

## Obliczanie dławików labiryntowych sposobem wykreślnym.

Opracował Z. Sochański.

Dobre oszczelnienie wałów turbin parowych w tych miejscach osłony, w których one wychodzą na zewnątrz, jak niemniej tłoków równoważących, używanych przy turbinach reakcyjnych Parsonsa i ciśnaco-reakcyjnych Parsonsa i Melms-Pfenningera, nie należy do łatwych zadań konstrukcyjnych.

Doświadczenia, zebrane pod tym względem przy maszynach parowych tłokowych i wielkich motorach gazowych, nie wiele tu pomagają, gdyż

w turbinach parowych pracują dławiki pod zupełnie odmiennymi warunkami, wymagającymi odrębnych rozwiązań konstrukcyjnych.

Podczas gdy przy maszynach parowych i wielkich motorach gazowych, praca tarcia dławika o trzon tłokowy, wykonujący ruch posuwisto-zwrotny, rozkłada się na całą powierzchnię trzonu, który nadto ochładza się przy każdym drugim skoku, to przy dławikach turbinowych oddawana jest cała praca tarcia stale tej samej, małej czę-

ści wału, leżącej w dławiku, nie mającej sposobności odprowadzenia na zewnątrz ciepła wytworzonego.

Nadto musimy wykluczyć przy racjonalnej konstrukcyi oliwienie dławików, by nie zatłuszczać wnętrza turbiny, a pośrednio stykającej się z niem pary, gdyż czystość kondensatu, używanego wprost do zasilania kotłów, to bardzo ważna zaleta turbin, wpływająca niemało na ekonomię ruchu.

Konstrukcyja zatem dławików turbinowych powinna być taka, by tarcie w nich było minimalne pomimo braku smarowania, a odprowadzanie wytworzonego ciepła i szczelność dostateczna. — Są to warunki po części sprzeczne i dlatego nie posiadamy rozwiązania, któreby je całkowicie spełniało.

Pomijając rzadko stosunkowo używane dławiki z grafitowymi pierścieniami, wzorowane na dławikach Schwabego, oraz nieudane próby użycia dławików wodnych (Kolb-Elektra), należy uważać dziś za najlepsze i prawie jedyne dla turbin parowych t. zw. dławiki labiryntowe, które zupełnie nie dają tarcia, ale i nie spełniają warunku doskonałej szczelności, gdyż działają należycie tylko wówczas, gdy para przepływa stale przez szczeliny dławika i uchodzi jako stracona (choć w małej ilości) na zewnątrz.

Działanie takiego dławika, przedstawionego na Fig. 1 polega na tem, że para o ciśnieniu  $p_1$ ,

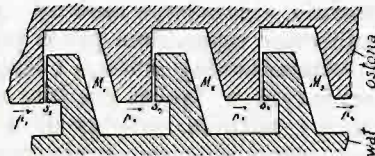


Fig. 1.

panującym przed dławikiem (np. w wnętrzu turbiny) przedostaje się przez wąską szczelinę  $s_1$  do szerokiej stosunkowo przestrzeni  $M_1$ , którą nazywamy labiryntem, wskutek czego przemienia się część ciśnienia  $p_1$  na prędkość  $v_1$ .

Jeżeli dobierzemy kształt labiryntu tak, że będzie stwarzał jak największe opory dla przepływającej pary i wywoływał silne wiry, to na pokonanie jednych i wytworzenie drugich zużyje się prędkość pary  $v_1$  nabyta przy przejściu przez szczelinę  $s_1$  i w pierwszym labiryncie, przed drugą szczeliną  $s_2$ , będziemy mieli parę o ciśnieniu  $p_2 < p_1$ , a prędkości  $v=0$ . Po przejściu przez drugą szczelinę ( $s_2$ ) zmniejszy się ciśnienie na  $p_3 < p_2$ , a wytworzona prędkość  $v_2$  zmaleje w drugim labiryncie  $M_2$  do zera itd.

Rozważmy działanie tych dławików teoretycznie.

Opuszczając opory tarcia, co jest dozwolone wobec krótkiej drogi w szczelinie, możemy ciężar pary, przepływającej przez pierwszą szczelinę, przedstawić graficznie jako funkcję różnicy ciśnień  $p_1 - p_2$ , przyjmując w prostokątnym układzie współrzędnych ciśnienia jako odcięte, zaś ciężary pary jako rzędne, i używając do obliczenia ciężaru pary  $G$  znanego wzoru:

$$G = F_x \sqrt{2g \frac{k}{k-1} \cdot \frac{p_1}{v_1} \left\{ \left( \frac{p_x}{p_1} \right)^{\frac{2}{k}} - \left( \frac{p_x}{p_1} \right)^{\frac{k+1}{k}} \right\}} \quad 1)$$

<sup>1)</sup> Dr. G. Zeuner. Vorlesungen über Theorie der Turbinen. 1899, Nr. 267-271.

w którym oznaczają:

- $F_x$  = przekrój wylotowy szczeliny (prostopadły do kierunku przepływu pary) w  $\bar{m}^2$ ;
- $v_1$  = objętość właściwa pary przed szczeliną w  $m^3/kg$ ;
- $p_1$  = ciśnienie pary przed szczeliną w  $kg/m^2$  (bezwzględne);
- $p_x$  = ciśnienie pary w przekroju wylotowym  $F_x$ ;
- $g$  = przyspieszenie ziemskie;
- $k$  = wykładnik równania Poissona.

Dla pewnej wartości na  $p_x$ , wyrażenie w nawiasie pod pierwiastkiem osiągnie maximum, a wówczas  $F_x$  będzie minimalne. Oznaczmy to minimalne  $F_x$  przez  $F_{m_1}$ , a odpowiednie ciśnienie, przy którym ten przypadek zajdzie, przez  $p_m$ , (t. zw. ciśnienie krytyczne).

Przez zróżniczkowanie równania 1) i zrównanie pierwszej pochodnej do 0 zobaczymy, że zajdzie to przy wartości

$$\frac{p_m}{p_1} = \left( \frac{2}{k+1} \right)^{\frac{k}{k-1}} \quad 2)$$

a wówczas też będzie:

$$G = F_{m_1} \sqrt{2g \frac{k}{k-1} \cdot \frac{p_1}{v_1} \cdot \frac{k-1}{k+1} \cdot \left( \frac{2}{k+1} \right)^{\frac{2}{k-1}}} \quad 3)$$

Dla pary nasyconej otrzymamy przy  $k=1.135$

$$p_m = 0.5744 \cdot p_1 \quad 4)$$

$$G = 199 F_{m_1} \sqrt{\frac{p_1}{v_1}} \quad 5)$$

W równaniach 4) i 5), ciśnienia ( $p_1, p_m$ ) wyrażone są w *atm.*

Jeżeli mamy do czynienia z parą nasyconą i wyznaczmy krzywą  $a$  (Fig. 2) na podstawie

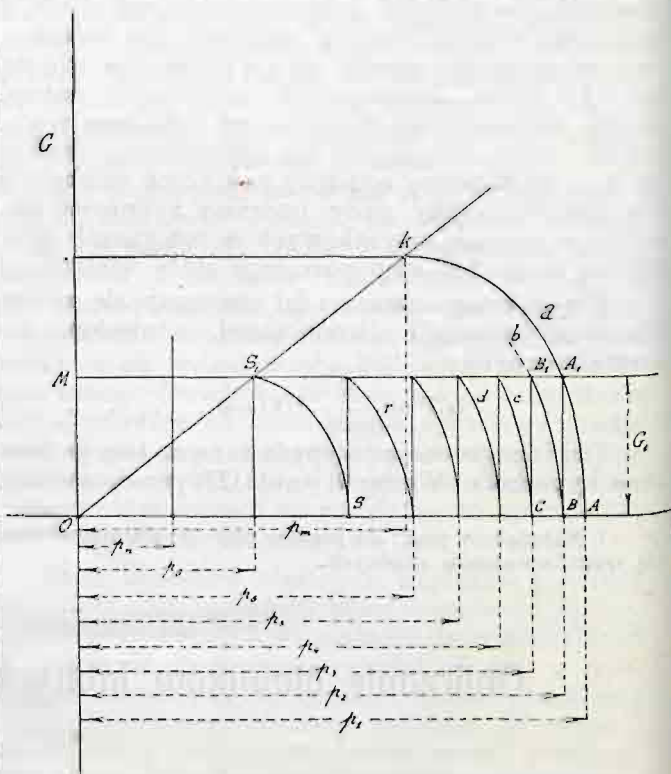


Fig. 2.

równania 1) dla  $F=1 \bar{m}^2$ , to ciężar pary ( $G$ ) przepływającej w 1 sek., przedstawiony tą krzywą  $a$ , będzie się stale powiększał aż do punktu  $k$ , to znaczy, aż do tego czasu, w którym ciśnienie pary zmaleje do ciśnienia krytycznego  $p_m$ , równ. 4).

Począwszy od tego punktu  $k$ , ilość przepływającej pary będzie stała i określona równ. 5).

Załóżmy teraz, że przez wszystkie szczeliny dławika labiryntowego przepływa w 1 sek.  $G_1$  kg pary, zredukowanych na  $1 \text{ m}^2$  powierzchni wylotowej, przedstawionych rzędną  $OM$  (Fig. 2) oraz, że prędkość pary, wypływającej z każdej szczeliny, zużywa się na pokonanie oporów tarcia i wytworzenie wirów w labiryntach.

Wówczas część  $AA_1$  krzywej  $a$ , przedstawia przepływ  $G_1$  kg pary przez pierwszą szczelinę dławika, przed którą panuje ciśnienie  $p_1 = OA$ , zaś rzędna  $A_1B$ , wyznacza ciśnienie  $p_2 = OB$  panujące, za pierwszą szczeliną, czyli w pierwszym labiryncie.

Z tem ciśnieniem  $p_2$  i z prędkością początkową  $w_2 = 0$  wobec poprzedniego założenia, dostaje się para do drugiej szczeliny, a jej przepływ przez nią, możemy przedstawić krzywą  $b$  na podstawie równ. 3), z której jednak uwzględnimy tylko część  $BB_1$ , gdyż  $G_1$  jest stałe.

I znowu rzędna  $B_1C$  da nam ciśnienie  $p_3 = OC$ , panujące za drugą szczeliną, t. j. w drugim labiryncie.

Postępując w ten sposób dalej, otrzymamy krzywe  $c, d, \dots r, \dots$ , aż wkońcu uzyskamy np. przy krzywej  $SS_1$ , ciśnienie końcowe  $p_s$ , równe ciśnieniu panującemu za dławikiem.

Przy niskich ciśnieniach końcowych np. przy ciśnieniu  $p_u$ , zdarzy się, że krzywa ciężaru pary przepływającej przez ostatnią szczelinę, będzie styczna do równoległej  $MA_1$ , lub wypadnie poniżej niej. — W takim razie zatrzymujemy liczbę szczelin, odpowiadającą poprzedniemu ciśnieniu końcowemu  $p_s$ , gdyż przy większej liczbie szczelin zmniejszyłaby się ilość przepływającej przez dławik pary bardzo nieznacznie, natomiast wzrosłyby odpowiednio ciśnienia w poszczególnych oddziałach labiryntu i korzyść osiągnięta byłaby bardzo mała.

Z powyższego rozważania wynika, że przyj-

mując z góry pewną stratę pary, wypływającej przez dławik labiryntowy, wyrażoną w  $kg$ , można wyznaczyć teoretycznie potrzebną liczbę szczelin (labiryntów), przy pomocy omówionego wykresu i równ. 1)–5).

Obliczanie jednak i wykreślanie takiego diagramu jest bardzo uciążliwe i zabiera mnóstwo czasu, tak, że sposób ten nie nadaje się zupełnie do praktycznego użytku.

Drugi sposób obliczania dławików labiryntowych, używany w praktyce, oparty jest na przybliżonych wzorach, podanych przez prof. Stodolę<sup>1)</sup>:

$$G = f \sqrt{\frac{gk}{z} (p_1^2 - p_2^2)} \dots \dots \dots 6)$$

$$\text{przyczem } k = \frac{\gamma}{p_1} \dots \dots \dots 7)$$

We wzorach tych oznacza:

$G$  = ilość pary wypływającej z dławika w  $kg/sek$ ;

$f$  = przekrój wylotowy szczeliny w  $m^2$ ;

$z$  = liczbę szczelin;

$p_1$  = ciśnienie pary przed dławikiem w  $kg/m^2$ ;

$p_2$  = ciśnienie pary za dławikiem w  $kg/m^2$ ;

$g$  = przyspieszenie ziemskie ( $9.81 \text{ m}$ );

$\gamma$  = ciężar właściwy pary przy ciśnieniu  $p_1$ .

Chcąc tym sposobem obliczyć dławik, najlepiej przyjąć ilość wypływającej pary  $G$  jako stratę w procentach całkowitego zużycia pary przez turbinę w  $kg$  (zwykle  $2.5-5\%$ ), szerokość szczeliny po uwzględnieniu wydłużenia wału i osłony (około  $0.2 \text{ m/m}$ ) i jej średnicę zewnętrzną, — a obliczyć potrzebną liczbę szczelin  $z$  z równ. 6) i 7), względnie z uproszczonego równania:

$$z = g \gamma \left( \frac{f}{G} \right)^2 (p_1 - p_2^2) \dots \dots \dots 8)$$

(Dok. n.)

<sup>1)</sup> Stodola: *Die Dampfturbinen* 1906.

## Sprawozdania z literatury technicznej.

— Plan kolei pobrzeżnej w Chinach prowadzonej wzdłuż wybrzeża Oceanu wysuwa rząd w Pekinie na pierwszy plan jako jedno z najprostszych zadań rozwoju sieci kolejowej państwa. Kolej prowadziłaby z Taku w zatoce Peczili, aż do Kantonu, łącząc wszystkie miasta portowe, ma się rozumieć z pominięciem portów jak Tsingtau, zostających w obcym ręku. Przy Sanmekuwasz, w prowincji Chekiang, na południe od Schanghaju ma powstać wielki port wojenny. Na południu kończyłaby się kolej w Yaitszau. Długość całej kolei z Taku do Yaitszau wyniesie  $2000 \text{ km}$ . (*Zeitung d. Vereins d. Eisenb. Verw.* zeszyt 46, z 16/VI 1909).

Projekt powyższy ma przedewszystkiem wielkie znaczenie strategiczne, gdyż umożliwia szybkie przetrzymanie armii lądowej do obrony portów, wobec znanych niedostatków floty państwa niebieskiego. Wiele lat upłynie, zanim Chiny będą mogły rozporządzać odpowiednią armią morską do obrony swoich wybrzeży — a o wiele prędzej da się osiągnąć ochronę wybrzeży siłami lądowymi po wybudowaniu projektowanej linii, która zwiąże ze sobą sześć prowincji. Mocarstwa, którym nie na rękę jest wzmocnienie militarne Chin, a szczególnie na wybrzeżach — w pierwszej linii Niemcy, występują przeciw projektowi, uważając go za mniej ważny od innych linii, nieekonomiczny i grożący obciążeniem podatkowym ludności.

— Popioły z lokomotyw. W dymniku lokomotywy zbierają się popioły, które stanowią mieszaninę drobno-

ziarnistego koksu i popiołu, wolnego od mazistych części. Odpadków tych nie umiano dotąd należycie wyzyskać, a dopiero firmie Juliusza Pintscha udało się skonstruować dobrze funkcjonujące urządzenia, umiejętnie wyzyskujące to, co pod zbiorowem mianem nazywamy popiołami z lokomotyw. Zapomocą odpowiednio zbudowanych generatorów wyrabia się z popiołów gaz, służący do celów motorycznych. Pierwsze takie urządzenie wprowadzono w ruch w warstatach kolejowych w Królewcu, dziś już istnieją takie w Allendein i Eydtkuhnen. Opis odnośnych generatorów z rysunkami podaje *Zeitschrift des Vereines deutscher Ingenieure* zeszyt 24 z r. 1909.

A. W. Krüger.

## ROZMAITOŚCI.

— Sekcja mechaniczna zawiązała się w łonie Komitetu V Zjazdu Techników Polskich we Lwowie, a zadaniem jej jest przygotować dla Zjazdu program odczytów z zakresu przemysłu mechanicznego.

Zarząd Sekcji prosi Kolegów, którzy życzyliby sobie wygłosić odczyt lub referat na posiedzeniach Sekcji w czasie Zjazdu, a którzy dotąd nie otrzymali zaproszenia, aby raczyli zgłosić się wprost do Sekcji pod adresem: Prof. Anczyc, Lwów, Politechnika.

— II Kongres drogowy w Brukseli w r. 1910. Przy sposobności wystawy światowej w Brukseli odbędzie się tam cały szereg kongresów, między innymi i drogowy. Program jego nie odbiega wiele od prze-

biegu I kongresu (paryskiego) <sup>1)</sup>. Rozszerzono go tylko przez podział sekcji 1 badającej budowę i konserwację dróg, na dwie części: miejską i poza miastową. Sekcja 2, zajmująca się ruchem i użytkowaniem drogi, pozostaje bez podziału.

Rezolucje zjazdu będą w przeważnej części uzupełnieniem uchwał I kongresu lub wnioskami wywiezionymi z doświadczeń poczynionych w ostatnich latach. Są jednak dwa nowe pytania przedłożone kongresowi. Jedno dotyczy wpływu ciężarów i chyżości pojazdów na roboty budowlane, drugie zajmuje się drogowymi.

Wystawa drogowa, dotycząca kongresu, tworzy część wystawy światowej i obejmować będzie jeden dział, którego na paryskiej wystawie nie było: historię drogi ze szczególnem uwzględnieniem estetycznego wyglądu dróg i szeregu pokrewnych zagadnień.

Program zjazdu obejmuje kilka wycieczek celem poznania wielkich kamieniołomów i znakomitych dróg belgijskich, między innymi do Antwerpii i Hans-sur-Lesse. Uczestnicy poprzedniego kongresu poznali wyborowy stan dróg francuskich i zapewne nie wiele znajdują nowych urządzeń na drogach belgijskich, ale zwiedzenie kamieniołomów z obszernem zastosowaniem urządzeń maszynowych, szczególnie tłukarek szutru i łuparek kostek brukowych w rozmaitych wielkościach będzie połączone z wielkim pożytkiem dla wszystkich. Szczególniej dla naszego kraju palącą jest sprawa zorganizowania własnych kamieniołomów dla celów drogowych, więc poznanie zachodnich urządzeń jest bardzo pożądanem i ważnem.

Początek kongresu 31 lipca. Czas trwania tydzień. Władze nasze rządowe i autonomiczne, a szczególnie te ostatnie powinny licznie obesłać swoimi inżynierami ten kongres ze względu na olbrzymi budżet drogowy, jakim rozporządzają, oraz wielkie i liczne inwestycje, które je w najbliższym czasie w dziale drogowym i urządzeniu miast czekają. Dość wspomnieć Kraków, którego czeka budowa nowych części miasta o powierzchni kilkakrotnie większej od dziś zabudowanej.

Dzisiaj wydaje Galicya na budowę nowych, konserwację, zamiatanie i skrapianie istniejących dróg rocznie następujące kwoty:

1. C. k. Rząd . . . . .	4 000 000 K
2. Wydział krajowy . . . . .	6 200 000 "
3. Wydziały powiatowe . . . . .	9 000 000 "
4. Miasto Lwów . . . . .	1 200 000 "
5. " Kraków . . . . .	700 000 "
6. 30 miast objętych ustawą z r. 1889 . . . . .	1 300 000 "
7. Rady gminne . . . . .	1 700 000 "
Razem . . . . .	24 100 000 K

Wydatki te wzrosną w najbliższych latach niewątpliwie o kilka milionów koron z powodu ukrajowienia tysięcy kilkuset kilometrów dróg, szybkiego wzrostu miast i ciągłego podnoszenia się cen robocizny i materiałów.

Zresztą już sama liczba 24 000 000 K rocznego wydatku jest z pewnością dość wymowną dla wykazania, że trzeba koniecznie uczyć się sztuki najekonomiczniejszego rządzenia funduszami drogowymi, bo racjonalna oszczędność kilku procentów rocznie, da przy takim olbrzymim budżecie rocznym milion koron, który z pożytkiem będzie można użyć na inne inwestycje drogowe.

Sprawą smołowania dróg, tworzącą dziś najbardziej może zajmującą kwestyę w dziedzinie dróg poza-

<sup>1)</sup> Patrz w *Czasop. Techn.* z r. 1909: Uchwały I kongresu drogowego w Paryżu w r. 1908.

miastowych, powinien się pilnie zająć nasz przemysł naftowy. Może otworzy dla naszej ropy, w odpowiedniej przeróbce, szerokie rynki zbytu światowego.

J. D.

— Celem zabezpieczenia dostawy materiałów faszynowych do budowli na rzece Raby pod Krzyżanowicami-Baczkowem w *km* od 15 000 do 21 700 zezwolonych przez Komisję dla regulacji rzek w Galicyi na VII posiedzeniu 28 lipca 1909 roku wykonać się mających w latach 1910, 1911 i 1912 odbędzie się dnia 22 marca 1910 o godz. 12 w południe rozprawa ofertowa w c. k. Kierownictwie budowy regulacji Raby w Bochni.

Ilość w powyższym czasie dostawić się mających materiałów wynosi około: 3 000 *m*<sup>3</sup> faszyn niklowych, 11 500 *m*<sup>3</sup> faszyn lasowych i 174 000 sztuk kołków faszynowych.

Warunki dostawy i wykaz cen jednostkowych przejrzeć można w godzinach urzędowych w wymienionem c. k. Kierownictwie budowy.

— W tym samym dniu odbędzie się w c. k. Kierownictwie budowy regulacji Dniestru w Stanisławowie publiczna rozprawa ofertowa celem zabezpieczenia dostawy kamienia łamanego do budowli regulacyjnych na Dniestrze od Pobereżu do Horyhład *km* 262—219 w latach 1910 i 1911.

Ilość zapotrzebowanego kamienia wynosi: w r. 1910 około 40 250 *m*<sup>3</sup>, w r. 1911 około 37 250 *m*<sup>3</sup> o wartości po cenach fiskalnych bez kosztów dowozu do robot regulacyjnych około 264 000 K.

Warunki dostawy, wykazy ilości kamienia mającej się dostawić, oraz ceny jednostkowe można przejrzeć w wymienionem c. k. Kierownictwie.

— Celem zabezpieczenia dostawy materiałów faszynowych do budowli na rzece Raby pod Siedlcem-Łęzkowicami w *km* od 34 970 do 36 100 zezwolonych przez Komisję dla regulacji rzek w Galicyi na VII posiedzeniu 28 lipca 1909 r. wykonać się mających w latach 1910, 1911 i 1912 odbędzie się dnia 22 marca 1910 o godzinie 12 w południe rozprawa ofertowa w c. k. Kierownictwie budowy regulacji Raby w Bochni.

Ilość w powyższym czasie dostawić się mających materiałów wynosi około: 1 600 *m*<sup>3</sup> faszyn wiklowych, 6 200 *m*<sup>3</sup> faszyn lasowych i 93 000 sztuk kołków faszynowych.

Warunki dostawy i wykaz cen jednostkowych przejrzeć można w godzinach urzędowych w wymienionem c. k. Kierownictwie budowy.

— Celem zabezpieczenia dostawy kamienia łamanego do budowli regulacyjnych na Dniestrze w okręgu Ekspozytury c. k. Kierownictwa budowy regulacji Dniestru w Zaleszczykach od Pieczarny do Horoszowy *km* 106 500—52 w latach 1910—1911 odbędzie się dnia 23 marca b. r. o godzinie 12 w południe w c. k. Kierownictwie regulacji Dniestru w Stanisławowie publiczna rozprawa ofertowa.

Wykazy ilości kamienia mającej się dostawić, ceny jednostkowe oraz ogólne i szczegółowe warunki dostawy można przejrzeć w godzinach urzędowych w wymienionem c. k. Kierownictwie.

## OD REDAKCYI.

Do dzisiejszego numeru dołącza się 2 tablice do artykułu p. t.: „Nowsze badania empiryczne nad związkiem elementów ruchu“, 1 tablicę do artykułu p. t.: „O zapotrzebowaniu energii instrumentów mierzniczych“, oraz spis rzeczy i kartkę tytułową.“