

jeszcze wiele punktów niewyjaśnionych, a skończywszy na współczynnikach oporu, przy przepływie przez wentyle i krzywizny, które przyjmujemy zawsze jeszcze według starych i niedokładnych doświadczeń Weissbacha, mamy całą masę problemów niezalutwionych i zupełnie tak samo w wentylacji, poczynając od przyrządów pomiarowych, które są jeszcze bardzo niedoskonałe a skończywszy na niestabilnych zupełnie sposobach badania i konstruowania wentylatorów; wreszcie nie mamy prawie zupełnie pomiarów na wykonanych i istniejących już gotowych instalacjach.

Dopiero w ostatnich czasach poczyna się w tym kierunku jakiś ruch. W Niemczech głównie dzięki Towarzystwu niemieckich inżynierów przeprowadzili cenne doświadczenia: prof. Gutermuth

i Eberle nad chyżością i oporami tarcia pary w przewodach, prof. Bantlin nad obciążeniem rur wyrównujących sprężynowych, inż. Wamsler nad ilością ciepła oddanego przez ogrzewacze, inż. Sönnecken nad ilością ciepła oddanego przez rury wodne, inż. Nusselt nad materiałami izolującymi, prof. Prandtl nad wentylatorami. Na czele wszystkich stoi prof. Riettschel, który w stacji doświadczalnej dla ogrzewania i wentylacji na politechnice w Charlottenburgu, wraz z 8 asystentami i 1 docentem pracuje od szeregu lat i który właśnie podniósł ten dział przemysłu do rzędu nauk technicznych. W Ameryce Towarzystwo inżynierów dla ogrzewania i wentylacji od dziesięć lat ogłasza również bardzo cenne doświadczenia i prace teoretyczne.

Postępy na polu przenoszenia energii i trakcji elektrycznej w Szwajcaryi.

Skreślił Kazimierz Drewnowski, inż. elektr.

I. Centrale wodno-elektryczne *).

1. Uwagi ogólne.

Między jeziorem walleńskim a zurychskim rzuca się w oczy przybywającemu do Szwajcaryi od strony Austrii niezwykle — jak na stosunki austriackie — widok: wzdłuż toru kolejowego biegnie 5 szeregów słupów z przewodami elektrycznymi o napięciu 8 000 V, 27 000 V i 45 000 V. Niosą one energię uśpioną w wiecznie drzemiących lodowcach alpejskich i glarneńskich, a zamienioną na rzekach Albula i Löntsch na prąd elektryczny w centralach wodno-elektrycznych, zasilający ognisko przemysłowego życia Szwajcaryi Zurych i okolicę. Widok to rzeczywiście niezwykle, zwłaszcza dla podróżnika, przybywającego z Austrii, gdzie, jadąc od Wiednia, tylko koło Landeck, wzdłuż części kolei arulańskiej spotkać się można z przeniesieniem na większą skalę. Uderza to nawet laików. Lecz elektrotechnik coś innego jeszcze zauważy, rzecz na pozór drobną, a właściwie wielkiej wagi: oto przy skrzyżowaniach z kolejami żelaznymi czy też przewodami elektrycznymi lub telegraficznymi brak wszelkich ubezpieczeń na wypadek zetknięcia się tychże z zerwanymi przewodami o wysokim napięciu.

W porównaniu z kosztami zakładowymi przeniesienia energii elektrycznej jest to zaoszczędzenie minimalne. A jednak może to mieć wielkie znaczenie moralne. Oto elektryczność przestała już być w tym kraju jakąś tajemniczą groźną siłą, a zaprzągnięto ją w służbę człowieka jak parę lub wodę; poznano że może ona oddawać takie same jak tamte usługi z tą samą pewnością i przy zastosowaniu nieco większych tylko środków ostrożności. W Szwajcaryi widzimy jak stopniowo zwiększało się zaufanie ludności do tego nowego źródła siły, mające swój wyraz w coraz to łagodniejszych środkach ostrożności. Początkowo przepisy bezpieczeństwa nakazywały tam — jak w innych krajach jeszcze w chwili obecnej — zastosowywanie siatek ochronnych przy skrzyżowaniach z liniami kolejowymi lub innymi przewodami; później pozwolono na wprowadzenie

tylko kabłąków ochronnych, otaczających izolatory, aby w razie zepsucia się izolatora przewod nie opadł zbyt nisko; aż wreszcie w r. 1907 kiedy się przekonano, że na tysiąc kilkaset skrzyżowań nie było ani jednego wypadku przerwania się przewodów w tych miejscach, zniesiono wszelkie osobne środki ochronne i tylko odstęp słupów dźwigających przewody, między którymi zachodzi skrzyżowanie, musi być mniejszy, a same słupy wyższe.

Tak więc dzisiaj w Szwajcaryi, gdzie w niektórych okolicach prawie każda wioska zaopatrzona jest w światło i siłę elektryczną, można nierzadko spotkać przewody elektryczne o wysokim napięciu, poprowadzone wśród chałup i domostw, bez żadnej osobnej osłony, jakby to były przewody telefoniczne. Wzmaga to niewątpliwie zaufanie do prądu elektrycznego wśród ludności i przyczynia się do zwiększenia liczby odbiorców central elektrycznych.

Skutkiem coraz bardziej zwiększającego się zapotrzebowania energii elektrycznej prawie wszystkie wielkie centrale wodno-elektryczne — nawet istniejące dopiero od kilku lat — są już prawie zupełnie wyczerpane i oglądać się muszą za rezerwami kalorycznymi, hydraulicznymi lub stawiać nowe centrale pomocnicze albo równorzędne, w które w razie potrzeby mogłyby pracować równolegle. To wzajemne wspieranie się central — zastosowane na bardzo wielką skalę we Francji¹⁾ gdzie n. p. 8 central południowo-wschodnich może w pewnych wypadkach pracować równolegle — dopiero od niedawna wchodzi w życie w Szwajcaryi i to na nie tak wielką skalę.

Pierwszy zaczął to wprowadzać kantor fryburski, którego centrala Hauterive może być połączona z Montbovon, a w niedługiej przyszłości z nową centralą na 6 000 KP, należąca do miasta Fryburga, a powstała na miejsce starej elektrowni w Maigrange. Podobnie centrale w kantonie berneńskim Kander i Hagneck, które przeszły w jedne ręce, pracują obecnie wspólnie, znacznie się rozszerzywszy. Ostatnio zaś towarzystwo akcyjne dla urządzeń elektrycznych „Motor“ w Badenie, do którego należy najładniej

*) Sprawozdanie z wycieczki do Szwajcaryi, przedstawione w Tow. Politechnicznym we Lwowie d. 19 stycznia 1910.

¹⁾ p. *Czasop. Techn.* 2908, Nr. 23 i 24.

w swoim czasie urządzona centrala wodno-elektryczna w Beznau, postawiło nową centralę na rzece Löntschi blisko dwa razy większą od tamtej, tak że będą mogły rozporządzać mocą 46 000 KP. Opis tej centrali znajduje się poniżej.

Pewną oryginalną nowość wprowadziły centrale w Olten-Aarburg i w Szafuzie jako rezerwę w chwilach największego obciążenia. W centrali stoi grupa złożona z pompy, maszyny elektrycznej i turbiny. W chwili małego zapotrzebowania energii maszyna elektryczna pracuje jako motor i porusza pompę, która wtłacza wodę do osobnego zbiornika, położonego o kilkadziesiąt lub więcej metrów wyżej, turbina zaś idzie luzem. W razie zwiększenia się obciążenia po nad normalne zaczyna pracować turbina i pędzi generator dający prąd do tych samych szyn zbiorczych co generator główny. Sposób ten okazał się bardzo praktyczny i ekonomiczny.

Rzecz jasna że takie wzajemne wspieranie się mogą zaprowadzić przede wszystkim centrale, należące do tego samego lub zaprzyjaźnionego towarzystwa, a więc w pierwszej linii centrale będące przedsiębiorstwem komunalnym, kantonu lub gminy. Tak też jest i w Szwajcarii, gdzie prócz większych miast, które dla zaopatrzenia się w światło i siłę sprowadzają energię z daleko leżących central wodno-elektrycznych, także i kantony stawiają własne elektrownie zasilające cały kanton energią elektryczną, uznając korzyści z tąd płynące dla siebie i ludności. Tak n. p. kanton Zurych przeznaczył 10 milionów fr. na budowę elektrowni kantonalnych; na razie kupiono dwie istniejące: Dietikonwerk i Sihlwerk i mają przystąpić do budowy nowej centrali na Renie. Możliwość pobierania taniej energii wzmagą olbrzymio uprzemysłowienie okolic podmiejskich i podniesienie ekonomiczne rolnictwa i drobnego przemysłu po wsiach, co znowu stwarza podaż dla central elektrycznych. To też jesteśmy z każdym rokiem świadkami coraz większego rozrostu istniejących i powstawania nowych elektrowni, które wcale nieźle robią interesu wykazując dochody 6—10% (w porównaniu do strat, jakie dawały pierwsze centrale w Szwajcarii).

Ażeby uniknąć niezdrowej konkurencji sąsiadujących ze sobą elektrowni wchodzi dotychczasowe centrale w porozumienie i ustanawiają t. zw. sferę działania, wewnątrz której mogą przeprowadzać sieć rozdzielczą (n. p. 9 central wodno-elektrycznych w północno-zachodniej Szwajcarii).

Do rozrostu elektrowni Szwajcarskich przyczyniła się głównie niska cena prądu i wprowadzenie taryfy ryczałtowej. Cena prądu jest tam według miernika dla oświetlenia ok. 50 cts, dla siły ok. 10 cts; a według taryfy ryczałtowej koszt roczny jednej świecy palącej się 500—1500 godzin w roku wynosi mniej więcej 70—150 cts. Zależnie od lokalu gdzie żarówka jest zainstalowana, koszt zaś n. p. 100 konnego motoru pracującego normalnie 3300 godzin rocznie wynosi przeciętnie ok. 150 fr. Dla przykładu przytoczę ceny lwowskie według miernika; siła kosztuje tutaj 25 hal., a światło 60 hal.: wyniosłoby dla 1 świecy palącej się 500—1500 godzin rocznie 105 do 315 hal. Odnosi się to do lampek węglowych. Z chwilą wprowadzenia żarówek metalowych musiały elektrownie szwajcarskie zniżyć cenę prądu. Kto więc używa metalówek płaci o połowę mniej a więc 35—75 hal. rocznie za jedną świecę; we Lwowie koszt wynosiłby w takim razie 30 do 90 hal., a więc tylko dla lampek krótko palących

się jest niższy. Co się tyczy siły, to we Lwowie zapłaciłoby należało za 100 KP ok. 550 K a więc blisko 4 razy więcej! Za to światło we Lwowie wcale nie jest drogie.

Zrozumiemy więc w czem leży przyczyna tego rozkwitu elektrowni szwajcarskich, ale i z drugiej strony zrozumiemy, że takie ceny prądu są możliwe tylko przy popędzie wodnym, gdzie koszty ruchu są minimalne. Ta propaganda taryfy ryczałtowej prowadzi jednak również poprostu do marnotrawienia prądu elektrycznego. Przybysza ze wschodu dziwi niemało to rzęsiste oświetlenie miast i wsi po nocy, a nie rzadko spotkać można żarówki dniem i nocą palące się po drogach. Są to przeważnie tanie żarówki węglowe popierane przez konsumentów, podczas gdy producenci prądu propagują lampki metalowe.

Centrale wodno-elektryczne, mając minimalne koszty ruchu niezależne od obciążenia generatorów, starają się prąd zbywający t. j. nie zużyty przez zwykłych abonentów siły i światła — oddawać dla tych gałęzi przemysłu, które nie wymagają trwałej produkcji, lecz mogą wytwarzać wtedy, kiedy z prądu można korzystać. Takim jest przede wszystkim przemysł elektrochemiczny i elektrometalurgiczny, gdzie można popęd w każdej chwili zastanowić. Stosownie do tego musi być i cena prądu bardzo mała i zwykle nie przenosi 1 cts. Te fabryki zabierają cały zbywający prąd, tak że centrale mogą być zupełnie obciążone i pracować nawet — przy pomyślnych stanach wody — z użyciem maszyn rezerwowych. Ze to jest korzystne dla fabryk elektrochemicznych nie ulega wątpliwości, a świadczą o tem fabryki powstające umyślnie w tym celu w pobliżu central wodno-elektrycznych.

Pod względem sił wodnych znajduje się Szwajcaryja w szczęśliwym położeniu. Obfitość lodowców, wielkie spadki, możność łatwej akumulacji wody za pomocą jezior lub sztucznych zbiorników, wszystko to zapewnia Szwajcaryi na długie lata ogromną ilość sił wodnych. Lecz z jednym liczyć tu się trzeba. Z powodu wielkich kosztów zakładów, jakie za sobą pociąga wyzyskanie sił wodnych, przede wszystkim te siły się nadają, które nie wymagają nadzwyczajnych wkładów i które albo są już wyzyskane, albo też mają je na widoku różni koncesjonariusze, między którymi nie brak też i spekulantów pragnących odsprzedawać potem koncesje za wielką cenę. Skoro więc weszła na porządek dzienny sprawa wprowadzenia popędu elektrycznego na kolejach związkowych szwajcarskich, zwrócono uwagę na mogące stąd grozić niebezpieczeństwo: dla państwa mogłoby zabraknąć odpowiednich sił wodnych. Prócz tego zachodziła obawa że siły wodne leżące niedaleko granic kraju, mogą być odprowadzone za granicę. (Centrala „Brusi o“ na granicy włoskiej).

To spowodowało rząd związkowy do wniesienia ustawy zabezpieczającej, oddającej siły wodne pod opiekę związku, a wydawanie koncesji zostawiające kontonom z pewnymi ograniczeniami. Odpowiedni paragraf tej ustawy brzmi:

„Wyzyskiwanie sił wodnych stoi pod opieką związku.

Ustawodawstwo związkowe wydaje odpowiednie przepisy dla ochrony publicznych interesów i zabezpieczenia celowego wyzyskania sił wodnych. Przytem należy także o ile możliwości uwzględnić żeglugę śródlądową.

Po za temi zastrzeżeniami unormowanie wyzyskania sił wodnych należy do kantonów.

Jeżeli jednak rzeki co do zużytkowania których istnieje zamiar, należą do kilku kantonów, a te nie mogą dojść do porozumienia się co do wspólnej koncesyi, to udzielenie tej koncesyi należy do związku. Również należy do związku udzielenie koncesyi co do rzek, które stanowią granicę kraju.

Opłaty za użytkowanie sił wodnych przypadają kantonom lub upoważnionym do tego przez ustawodawstwo kantonowe.

Oddawanie za granicę energii, otrzymanej z sił wodnych, może nastąpić tylko za zezwoleniem związku.

Związek jest uprawniony do wydawania postanowień obowiązujących co do przenoszenia i oddawania energii elektrycznej“.

Ta ustawa co do wyzyskiwania sił wodnych wywołała polemikę w prasie zawodowej i codziennej w stowarzyszeniach technicznych i ogólnych. Rzecz ciekawa, że właśnie sfery techniczne uważały, że wprowadzenie pewnych ograniczeń na korzyść ingerencji związkowej wpłynie niekorzystnie na rozwój central elektrycznych. W ostateczności jednak w październiku 1908 przyjęto tę ustawę przez referendum i od tego też czasu weszła w życie, co tylko na korzyść przemysłowi szwajcarskiemu wyjść może, gdyż powstrzyma spekulantów robiących złote interesy na odstępowaniu koncesyi za drogie pieniądze i zatrzyma znaczną część sił wodnych dla kraju.

W ogóle w Szwajcaryi koncesję łatwo jest uzyskać, jeżeli się przedstawi, że koncesyonaryusz w sposób racjonalny z niej korzystać będzie. I odtąd z chwilą otrzymania koncesyi ustawodawstwo idzie właścicielowi koncesyi na rękę: przedewszystkiem prócz prawa wywłaszczenia gruntów pod budowlę wodne istnieje takie same prawo co do gruntów pod stacje i przewody elektryczne, a następnie i same liberalne przepisy co do prowadzenia przewodów. Opłata za postawienie słupa wynosi 5—20 fr. i tyle tylko, rzadko więcej, przyznaje sąd właścicielowi gruntu, jeżeli przyjdzie do rozprawy sądowej, co jednak rzadko się zdarza i zwykle sprawa kończy się polubownie. Stąd też linie elektryczne idą w liniach prostych, nieraz kilkukilometrowych, co znacznie ułatwia trasę i wykonanie przeniesienia, gdyż nie wymaga częstych ubezpieczeń na zakrzywieniach.

Jakżeż dziko wprost wyglądają te stosunki u nas! U nas istnieje wywłaszczenie, ale tylko dla części hydraulicznej, szczęściem więc że generatory i w ogóle część elektryczna znajdują się pod jednym dachem z turbinami, cieszącami się zaufaniem czynników decydujących. Biedna zaś część elektryczna musi prawować się z właścicielem gruntu, a przewody elektryczne muszą być prowadzone wzdłuż gościńców krajowych lub rządowych, jeżeli nie można dojść do ugody. Jest jednak nadzieja, że wniesiona obecnie nowa ustawa wodna coś temu zaradzi. W ustawie tej jest powiedziane, że właścicielom urządzeń elektrycznych dla prądu słabego i silnego, przysługuje prawo żądania wywłaszczenia gruntów pod przewody elektryczne, oraz prawo prowadzenia tych linii przez gościńce, kanały, rzeki itp. Pozwolenie wydają władze polityczne danego kraju. Ponadto gminy mają prawo odmówienia koncesyi na urządzenie elektryczne w razie, jeżeli już podobne istnieje, chyba że już od chwili powstania tego przedsiębiorstwa upłynęło lat 60; przyjęto bowiem

że w ciągu tego czasu urządzenie to zostało już zamortyzowane. Jednakowoż za wszelkie straty i uszkodzenia, wynikłe dla osób trzecich przez wykonywanie tego przedsiębiorstwa, nawet spowodowane pośrednio przez siłę wyższą, odpowiadać musi właściciel przedsiębiorstwa.

Projekt tej ustawy został wniesiony z końcem 1909 r.; możemy się więc spodziewać że w tym roku ustawa taka zostanie przyjęta. Będzie to — rzecz można — początek nowej ery dla rozwoju przemysłu elektrotechnicznego, a w pierwszej linii dla wyzyskania sił wodnych w celu wytworzenia i rozprowadzenia energii elektrycznej.

Już krótka nawet przejażdżka po szwajcarskich centralach wodno-elektrycznych daje możliwość uchwycenia kilku charakterystycznych cech w budowie nowoczesnych urządzeń wodno-elektrycznych. Nie będąc specjalistą w hydrotechnice nie mogę wyrzec mego zapatrywania, czy i o ile postąpiono w tej dziedzinie. Spróbuję jednak uczynić to dla części mechanicznej i elektrycznej.

Przedewszystkiem rzuca się w oczy samo założenie budynku turbinowego przy wyzyskiwaniu większych spadów.

Oto nowsze centrale stawiane są równolegle do kierunku rurociągu ciśnącego, aby w razie np. pęknięcia rury buchająca woda nie napotkała na drodze budynku tylko przeszła obok. Jakkolwiek o ile mi wiadomo — rzadkie są chyba wypadki uszkodzenia w ten sposób budynku, jednak ostrożność taka zupełnie jest na miejscu. W razie pęknięcia rury wypływ wody ze zbiornika ciśnącego zatrzymują automatyczne zasuwy, jeżeli jednak zbiornik się przerwie to już ratunku niema aż do chwili zamknięcia dopływu wody. Przy budowie centrali Löntsch gdzie właśnie budynek jest ustawiony w sposób wyżej opisany, pękła rura podczas próby i wybuchająca woda przyprawiła o śmierć kierującego inżyniera i montera lecz budynku nie tknęła. Prócz tej centrali położone są podobnie wielkie centrale Albula, Brusio, Burglauenen.

W ostatnich czasach zauważyć się daje dążność do utrzymania budynków central elektrycznych w stylu harmonizującym z otoczeniem. Odnosi się to głównie do okolic uczęszczanych przez turystów; centrale tam postawione trzymane są w stylu danej okolicy tak np. centrala dla kolei



Fig. 1.

na Jungfrau, w Burglauenen (fig. 1) zbudowana jest w stylu Berner Oberlandu; w St. Moritz w stylu

engadinskim. Wzrok przechodnia z przyjemnością spoczywa na budynkach turbinowych zbudowanych na wzór wielkich domostw szwajcarskich (Burglauenen) i na domkach transformatorowych, wyglądających jak szalety. Tak to potrafili Szwajcarowie rozwikłać ten węzeł gordyjski, tę ciągłą walkę miłośników szczerzej przyrody z pionierami techniki i przemysłu, wdzierającymi się coraz dalej w świat górski. Jako jeszcze jeden przykład dbałości Szwajcaryi o estetykę miast podać można rozpisanie przez miasto Zurych konkursu wśród architektów na wykonanie planów domków transformatorowych, mających stać na ulicach miasta. A przecież tak łatwo można to było oddać jakiejś firmie elektrotechnicznej i Zurych byłby może ozdobiony podobnymi budkami transformatorowymi jak miasto Lwów.

Organizacja ruchu wielkich central wodno-elektrycznych, rozporządzających zwykle kilkunastoma lub więcej tysiącami koni, mających wielkie grupy wodno-elektryczne idzie obecnie w kierunku, któryby można określić jako decentralizację ruchu, a centralizację dozoru. Zasada ta przeprowadzona tak pod względem elektrycznym jak i kontrolnym, ruchowym, polega na tem że każda jednostka elektryczna może pracować sama dla siebie, niezależnie od innych, począwszy od generatora, przez transformator aż do górnych szyn zbiorczych a nawet linii odchodzących. Prócz tego mogą wszystkie grupy pracować wspólnie równolegle. Wymaga to więc tylu transformatorów ile jest generatorów. Każdy generator ma przytem osobną tablicę, zawierającą tylko najbardziej konieczne przyrządy, zwykle wyłącznik, transformator miernicze i miernik wat — godzin, czasem lampki fazowe. Główne zaś przyrządy miernicze wszystkich generatorów, lampki fazowe, automaty do wyłączników oraz przyrządy miernicze dla linii odchodzących znajdują się na głównej tablicy rozdzielczej, umieszczonej zwykle na wysokości jednego piętra, najlepiej na środku jednej ściany podłużnej, tak aby główny maszynista miał przeгляд całej maszyny. Przyrządy na głównej tablicy rozdzielczej są wyłącznie tylko pod niskim napięciem; transformowanie z wysokiego napięcia odbywa się poza maszynownią w osobnych salach lub na pomocniczych tablicach rozdzielczych osobnych dla każdego generatora. W ten więc sposób cały ruch centrali jest oddzielony od kontroli; na dole znajdują się tylko maszyniści pomocniczy; na górze odbywa się kierownictwo do zoru, włączanie generatorów, fazowanie, regulowanie napięcia, wyłączanie, kontrola linii odchodzących. Rozumie się, że każda prawie centrala założona jest inaczej, wszędzie jednak znacząco do utrzymania powyższej zasady. Można powiedzieć, że typowem takim urządzeniem jest centrala Albula, o której później będzie mowa.

Wpływ bardzo wysokich napięć, jakie coraz więcej wchodzi w użycie w Szwajcaryi odbić się musiał na wewnętrznym urządzeniu central wodno-elektrycznych. Cechuje je bardzo przestronne rozmieszczenie maszyn i przyrządów rozdzielniczych. Każdego kto widział centrale Hauterive, Albula, Löntsch, zdziwić musiały te ogromne wprost sale, w których pomieszczone są poszczególne grupy przyrządów. Rzuca się to w oczy, zwłaszcza jeżeli się widziało jedną ze starszych central, którą obecnie rozszerzają i zaopatrują w wyższe napięcie n. p. centrala na rzece Kander, nad jeziorem thunskim. Centrala ta, pracująca pod napięciem 16000 V, jest obecnie rozsze-

rzana przez doprowadzenie drugiego potoku; ta część ma otrzymać napięcie 40000 V. Ponieważ warunki terenowe nie pozwoliły na znaczne rozszerzenie rozdzielnic, zbudowano ją podobnie jak starą, która też nie odznaczała się wygodnym rozmieszczeniem i, jak nam opowiadający nas monter opowiadał, ta ciasnota była przyczyną śmierci jednego robotnika. — W centralach nowoczesnych chcąc zmniejszyć do możliwych granic niebezpieczeństwo zwarcia zastosowuje się t. zw. system komórkowy, polegający na tem, że każdy przewód, każda faza, prowadzona jest oddzielnie od innych i jest od tamtych przedzielona ściankami ogniotrwałymi, wykonywanymi obecnie prawie wyłącznie z żelazo-betonu. Podobnie i wyłączniki n. p. dla trójprądu są podzielone tak że każda faza dla siebie się przerywa, ale równocześnie z innymi.

Rozdzielnice budowane są w ten sposób, że poszczególne grupy przyrządów jak wyłączniki generatorowe i transformatorowe, szyny zbiorcze dla niskiego i wysokiego napięcia, transformatory, transformator miernicze, ochronniki linii odchodzących, pomieszczone są w osobnych salach, których w ten sposób bywa nieraz 6—10 i więcej, zależnie od wielkości centrali, rodzaju napięcia i t. p.

Wyłączniki są przeważnie automatyczne oliwowe, załączane ręcznie a wyłączane automatycznie za pomocą relais czasowych, nastawionych zwykle 6—8 sek; te relais są często poruszane także z głównej tablicy rozdzielczej. Wielkiem uznaniem cieszą się wyłączniki rurkowe systemu Örlikon, o których będzie mowa przy opisie centrali na Albuli.

Ochrona linii przed wyładowaniami elektryczności atmosferycznej, tak ważna przy dalekich przeniesieniach i wysokich napięciach nie postąpiła prawie nic naprzód. Obecnie używane ochronniki nie zawsze odpowiadają swemu zadaniu, choć zdaje się udoskonalone są już zupełnie; daje się odczuwać brak nowej jakiejś idei, nowego pomysłu oryginalnego, polegającego na odmiennej zasadzie. Ostatnim takim pomysłem są kondensatory Mościckiego¹⁾, wykonane jako ochronniki, polegające na tem, że pojemność załączona między przewód a ziemię tem łatwiej przepuszcza prąd powstały skutkiem wyładowań atmosferycznych im większa jest ich frekwencja. Są więc teoretycznie najlepsze i rzeczywiście dobre usługi oddały w Hauterive, gdzie zaprowadzono je na wszystkich liniach i stale są używane; zaprowadza je również Beznau w stacjach rozdzielczych i transformatorowych.

O ile mogłem się dowiedzieć od maszynistów, słabą ich stroną są bezpieczniki załączone w szeregu z rurkami kondensatorowymi dla zapobieżenia zwarcia z ziemią w razie, jeżeli zbyt wielka ilość prądu przepłynie i rurka tego natężenia wytrzymać nie może; całą trudność stanowi odpowiedni dobór ich wielkości. Największem zaufaniem cieszą się ciągle jeszcze różki Siemensa w połączeniu z oporami wodnymi i walcami Würsta, w najrozmaitszych kombinacjach. Można powiedzieć, że nie tylko w każdej centrali jest inna ich kombinacja, ale nawet firmy instalujące nie mają ściśle określonego typu i zawsze inaczej je zakładają. Wskazuje to może najlepiej, że nie są one jeszcze zupełnie pewne, to ciągle próbowanie

¹⁾ p. Czasop. Techn. 1907, Nr. 8 i 10.

i dobieranie różnych kombinacji świadczy, że daleko im jeszcze do doskonałości.

Do odprowadzenia wyładowań elektryczności statycznej służą z reguły — można powiedzieć —

ochronniki z wody tryskającej różnych systemów ale według zasady podanej przez firmę Örlík on.
(D. c. n.)

Nowsze badania empiryczne nad związkiem elementów ruchu w łożyskach przyrodzonych.

Zanim przystąpimy do omówienia nowszych badań, przejdziemy pokrótce badania dawniejsze, a to z tego powodu, że na ustalonych już dawniej formułach empirycznych wzorowali się także niektórzy z nowszych autorów.

Pierwszymi, którzy zajmowali się badaniem zasad ruchu wody, byli Włosi i stwierdzić tu należy, że w wielkiej mierze dały impuls do dociekań nad zjawiskami ruchu wody praktyczne zagadnienia z zakresu budownictwa wodnego, związane ze sprawą korekcyi rzek i zużytkowania wody do celów praktycznych. Pierwszymi badaczami byli Galilei i uczeń jego Castelli (w 17-ym wieku), który pierwszy wprowadził chyżość wody jako element ruchu.

Po nich Torricelli zajmował się prawami wypływu wody przez otwory w ścianie naczynia i znalazł analogię między tem zjawiskiem, a spadaniem ciał, tudzież ustawił prawidło, że bez względu na opory, kwadraty chyżości mają się do siebie jak odpowiednie wysokości ciśnienia. Guglielmini rozwijał dalej podstawy ruchu wody, nie we wszystkich jednak przypadkach doszedł do szczęśliwych wyników, jak świadczy jego teoria paraboliczna, tycząca się ruchu wody w łożyskach, stwierdzająca, że analogicznie do przepływu wody przez otwory w ścianach naczynia chyżość w łożyskach otwartych musi być największą na dnie, najmniejszą zaś na powierzchni. Prawidło to z doświadczeniami zupełnie sprzeczne, poucza, że hipotezy nie poparte bezpośrednimi, ścisłymi spostrzeżeniami mogą zaprowadzić na manowce.

Wynalezienie przyrządów hydrometrycznych, służących do pomiaru chyżości wody, pomogło do bliższego określenia zewnętrznych zjawisk ruchu wody. Pierwszym w tym kierunku był inżynier francuski Pitot, który w roku 1731. przedłożył Akademii paryżkiej rozprawę, zbijającą teorię Guglielminiego, na podstawie bezpośrednich spostrzeżeń słupa wody odpowiadającego chyżości, czynionych zapomocą hydrometru własnego wynalazku (rurka Pitota).

Wynikiem badań Brahmisa i de Chézy (1775) było ustawienie prawidła, że średnia chyżość w łożysku zależy od pierwiastka drugiego z promienia przekroju i ze spadku jednostkowego zwierciadła.

Formuła ta $V_m = K\sqrt{RJ}$, w której K oznacza pewien współczynnik, z początku uważany za stały, potem jako zmieniający się według właściwości łożyska, daleką jest od tego, aby ją można uważać za wynik udanych teoretycznych badań — ważną jest jednak z tego powodu, że aż do ostatnich czasów była podstawową w praktycznej hydraulice i cały szereg hydrotechników starał się formułę tę na podstawie bezpośrednich pomiarów chyżości uczynić przydatną do praktyki, to znaczy określić współczynnik K odpowiednio do różnych rodzajów łożysk.

W tym kierunku pracowali Dubuat, Prony, Coulomb, Rühlmann, Hagen; wielkie zasługi na polu wykonania ścisłych pomiarów hydrometrycznych i zużytkowania ich do ustawienia praktycznych formuł położyli Darcy i Bazin, którzy również mają i tę zasługę, że ulepszyli przyrządy hydrometryczne.

W dziale studyów hydrometrycznych zaznaczyli się również inżynierowie amerykańscy Humphreys i Abbot, którzy wykonali rozległe pomiary na rzece Missisipi i podali również wzór na średnią chyżość wody w profilu. Osobny wzór na chyżość przepływu ustawili inżynierowie Ganguillet i Kutter — wzór ten w praktyce technicznej do ostatnich czasów bardzo używany, oparty na starej formule de Chézy, do rachunku bardzo niewygodny, zaliczam jeszcze do formuł dawniejszych — pomimo niewątpliwych usług, jakie oddał praktyce technicznej, powinien już zostać z tej praktyki wyrugowany — gdyż nowsze formuły, oparte na gruntowniejszych badaniach, dają wyniki daleko lepsze.

Wzór Gauguilleta i Kuttera podobnie jak i tak zwany nowszy wzór Bazina (1897) zawierają jeszcze współczynniki, których granice nie są ściśle określone — stąd wielka dowolność w ich przyjmowaniu i rezultat obliczeń niepewny, zwłaszcza o ile chodzi o łożyska rzeczne.

Równocześnie z rozwojem praktycznej hydrauliki, nie mającej zresztą pretensyi do nazwy teorii rozwija się hydrodynamika jako umiejętność teoretyczna. Rozwój ten mógłby się zdawać powolny z uwagi na to, że podstawy tej teoretycznej nauki i kierunek, jaki ona posiada, nadany został jeszcze przy końcu 18-go wieku przez Eulera i Lagrange'a, którzy ustawili podstawowe równania ruchu, dotychczas zaś prawa ruchu wody nie zostały teoretycznie określone. Stąd też jeden z wybitnych hydrotechników, któremu nie były obce badania ścisłe, zmarły przedwcześnie profesor politechniki wiedeńskiej Hermanek wyraził zdanie, że wyprowadzenie formuł dotyczących ruchu wody, na drodze czysto teoretycznej, jest rzeczą niemożliwą, a to z uwagi na rozliczną ilość wpływów, które bliżej określić się nie dadzą.

Brak zatem ścisłych teoretycznych formuł zmusza do ustawiania formuł empirycznych, a to celem zaspokojenia żądań praktyki technicznej.

Wracając do dawnych formuł tyczących się ruchu wody w łożyskach rzecznych, zaznaczyć należy, że były one oparte na stosunkowo skąpem materiale pomiarowym — masowe wykonywanie pomiarów hydrometrycznych nastąpiło dopiero w ostatnich kilkunastu latach, a wywołane zostało potrzebami techniki, która przy swym szybkim rozwoju do dawnych środków ograniczyć się nie mogła.

W celu poparcia sprawy regulacyi rzek, uzyskania sił wodnych itp. założono cały szereg specjalnych biur hydrotechnicznych, którym po-