

trzema głównymi stacjami transformatorowymi, uruchomiono tę linię i stację oraz opracowano projekty wykonawcze i zamówiono materiał dla kilku mniejszych podstacji i 2 długich odgałęzień od linii 33 kV. Poza to zaprojektowano, zamówiono materiał i zmontowano linię telefoniczną dla kierowania ruchem połączonych elektrowni.

Razem w okresie tym, trwającym około *jednego roku*, wybudowano około 130 km linii wysokiego napięcia i około 90 km linii telefonicznej oraz zmontowano 3 duże stacje transformatorowe główne i około 6 stacji mniejszych.

*Okres czwarty — budowlano-eksploatacyjny.* Okres ten trwa od maja 1930 roku i zakończy się przypuszczalnie dopiero w r. 1935 lub 1936. W okresie tym ukończona będzie budowa linii zasilających i rozdzielczych wysokiego napięcia, sieci niskiego napięcia i stacji transformatorowych w celu przyłączenia wszystkich miast powyżej 3000 mieszkańców i ważniejszych odbiorców przemysłowych.

Z powyższego widać, że przygotowania i dostawa materiałów do głównych obiektów trwały około 8 miesięcy, a sama budowa około 12 miesięcy.

Należy zaznaczyć, że o ile przygotowawczy okres czasu da się w przybliżeniu zgóry przewidzieć, o tyle okres samej budowy takiego systemu zależy od szeregu czynników, z natury nieobliczalnych i mogących wszelkie przewidywania przekreślić.

Do tych czynników należą na przykład warunki atmosferyczne, gdyż bywają takie zimy, kiedy robót można prawie nie przerywać, ale bywają i takie, kiedy na kilka miesięcy trzeba zaniechać prowadzenia robót. Również gleba terenu, przez którą przechodzi linia, daje nieraz wiele niespodzianek, czas bowiem kopania dołów w miejscach, gdzie jest dużo wody podskórnej, bywa wielokrotnie dłuższy, niż czas kopania dołów suchych. Przypuszczając np., że normalnie 2 robotników kopało jeden suchy dół przez 3 godziny, a mokry nieraz 4 ludzi przez 2 dni, czyli dół mokry w tym wypadku zajął

prawie 10 razy tyle czasu, co suchy. To samo można w przybliżeniu powiedzieć i o gruncie skalistym.

Budowę zatrzymuje niejednokrotnie opór właścicieli gruntów, przez które linia ma przechodzić (oczywiście, o ile nie posiada budujący do tego czasu pozwolenia policyjno-technicznego i zatwierdzenia trasy). Poza to termin otrzymania pozwolenia na skrzyżowanie z liniami kolejowymi jest naogół niewiadomy dla budującego, gdyż pozwolenie takie wymaga mnóstwa formalności, winno bowiem przejść w celu uzgodnienia przez szereg wydziałów Dyrekcji Kolejowych i może bardzo poważnie zatrzymać czas ukończenia budowy. Sprawa uproszczenia tych formalności jest, o ile mi wiadomo, przedmiotem rozpatrywania kompetentnych władz i należy się spodziewać, że zostanie dla przedsiębiorstw elektryfikacyjnych pomyślnie załatwiona.

Dotychczas nie wspominałem o terminowej dostawie materiałów, która dla skrócenia czasu budowy ma pierwszorzędne znaczenie, jednak przy dostatecznie długim okresie przygotowawczym do budowy i przy dobrej organizacji biura zakupów sprawa ta naogół nie robi niespodzianek.

Trzeba podkreślić, że koszty budowy zależne są w bardzo dużym stopniu od należytych przygotowań do niej, a więc od dostatecznego przemyślenia i skontrolowania projektów wykonawczych budowy, zamówienia właściwych materiałów i terminowej ich dostawy. Praca projektującego i zamawiającego materiały kosztuje o wiele taniej, niż koszt zatrzymania pracy personelu budowlanego wskutek np. błędu lub niedopatrzenia projektującego, czy też niewłaściwego zamówienia materiałów czy wreszcie niedopilnowanie ich terminowej dostawy.

Pod tym względem należy zgodzić się z technikami amerykańskimi, którzy długo przygotowują się do budowy, a budują szybko i tem samym tanio.

Z e o r k również stosunkowo długo przygotowywał budowę, ale budował szybko i tem się w dużym stopniu tłómaczą niskie koszty inwestycyjne Z e o r k u, o czem zresztą przekonamy się z końcowych ustępów niniejszego referatu. (C. d. n.)

## PRACE SEKCJI MIERNICTWA ELEKTROTECHNICZNEGO NA KONGRESIE ELEKTRYCZNYM W PARYŻU 1932 R.

Komitet organizacyjny Sekcji II, Miernictwa Elektrotechnicznego, pod kierownictwem pp. Cotton — jako przewodniczącego, Jouaust i Guilbert jako zastępców, tak opracował program prac sekcji, aby otrzymać przegląd stanu obecnego głównych zagadnień z dziedziny miernictwa elektrotechnicznego. W tym celu zaproszono około 30 referentów dla opracowania poszczególnych działów.

Referenci mieli za zadanie przedstawienie całokształtu danego działu, uwzględniając na tle jego rozwoju przedewszystkiem zdobycze wiedzy w ostatnich latach. Poza to nadesłano kilka komunikatów indywidualnych. Referaty — jak to zwykle bywa na kongresach — były potraktowane przez autorów w sposób indywidualny; nie odbie-

gały jednak naogół od określonego programu. Niektórzy autorzy uwzględniali w nich oczywiście własne prace w sposób obszerniejszy, nie odbierało to jednak referatom ich charakteru obiektywnego. W ten sposób otrzymano materiał sprawozdawczy, dający prawie kompletny obraz rozwoju i stanu obecnego miernictwa elektrotechnicznego.

Sekcja odbyła 5 posiedzeń, na których przewodniczyli kolejno: Rayner (Anglja), Steinwehr (Niemcy), Drewnowski (Polska), Lombardi (Włochy), Curtis (St. Zjednoczone). W zebraniach brało udział 30 — 50 osób. Dyskusja była mało ożywiona, jakkolwiek referaty były rozesłane na parę tygodni przed kongresem. Przyczynił się do tego niewątpliwie charakter referatów, raczej

sprawozdawczy, niż badawczy. Z Polaków brali udział w obradach pp. Dunikowski, Jakubowski oraz podpisani.

W dalszym ciągu przedstawię pokrótce główne zagadnienia traktowane w referatach, grupując je według pokrewnych tematów.

### 1. Jednostki elektryczne i magnetyczne.

*Referat:* L Joly (Francja): Stan obecny kwestji jednostek elektrycznych i magnetycznych.

*Komunikaty:* E. Bryliński (Francja): Pomiarowe jednostki mechaniczne, elektryczne i magnetyczne. A. Cotton (Francja): O nazwach jednostek magnetycznych.

Referat Jolyego daje obszerny przegląd stanu obecnego kwestji *jednostek w elektrotechnice*. System jednostek bezwzględnych CGS, zapoczątkowany w 1862 r. przez specjalną komisję British Association za inicjatywą W. Thomsona, jest przyjęty powszechnie i stosowany do dnia dzisiejszego. Oficjalne potwierdzenie tego nastąpiło na kongresie elektrycznym w Paryżu w 1881 r. Wtedy wprowadzono również jednostki praktyczne t. zw. jednostki legalne. Na kongresie w Chicago (1893) przyjęto jednostki t. zw. międzynarodowe. Na kongresie zaś w Paryżu w 1900 zajmowano się głównie jednostkami magnetycznymi. Kongres w Chicago (1904) podkreślił ważność kwestji międzynarodowego ustalenia jednostek elektrycznych i magnetycznych, postanawiając utworzyć osobną stałą organizację, mającą za zadanie studia nad jednostkami, wzorcami i nomenklaturą. Był to początek międzynarodowej Komisji Elektrotechnicznej (CIE), utworzonej w 1906 r. Kongres w Turynie (1911) powierzył definitywnie sprawę ujednostajnienia jednostek elektrycznych i magnetycznych. Międz. Komisji Elektr., która odtąd skutecznie zajmuje się tą sprawą na wszystkich zjazdach. Obecnie na porządku jej prac znajduje się jednostki magnetyczne praktyczne. W tej sprawie nie doszło jeszcze do uzgodnienia poglądów

Kongres paryski (1900) oświadczył się za nadaniem nazw ucythonych na jednostki bezwzględne, a nie praktyczne: „gauss” — dla natężenia pola magnet. „maxwell” — dla strumienia magnetycznego. Uchwała ta wywołała nieporozumienie co do terminologii słowa francuskiego „champ magnetique”; w Ameryce rozumiano przez to indukcję magnetyczną („magnetic flux density”), a w Europie natężenie pola magnetycznego. Poza tem dawano naówczas ten sam wymiar obu tym wielkościom, uważając ich stosunek t. j. przenikalność za liczbę oderwaną. W ten sposób jednostka „gauss” oznaczała co innego w Ameryce i Europie. Stan taki, bardzo niepożądany, trwał przez 30 lat, aż Międzynarodowa Komisja Elektrotechniczna zgodziła się, że przenikalność jest wielkością fizyczną i przyjęła w Oslo (1930 r.) nazwy „gauss” dla indukcji, i „oersted” — dla natężenia pola, oraz „gilbert” — dla siły magnetomotorycznej i „maxwell” dla strumienia magnetycznego, zachowując je dla jednostek bezwzględnych CGS. Stanowisko to zostało następnie potwierdzone przez Komitet symboli jednostek i nomenklatury Międzynarodowej Unji fizyki czystej i stosowanej na zebraniu w Paryżu w 1932 r.) podczas Kongresu elektrycznego).

Poza wymienionymi organizacjami sprawą jednostek zajmuje się Międzynarodowa Komisja miar i wag, która ma charakter oficjalny, gdyż jest obsyłana przez delegatów rządów. Rozpatrywana jest obecnie sprawa zamiany oficjalnych jednostek t. zw. międzynarodowych na bezwzględne CGS, między którymi istnieje tylko minimalna różnica, a mianowicie jest ona dla ampera mniejsza, niż 1/10000, a dla oma mniejsza, niż 5/10000. Wobec tego należałoby podnieść siłę elektromotoryczną ogniwa westonowskiego o 4/10000, a oporność wzorca oma o 5/10000. Między wy-

mienionymi wyżej organizacjami istnieje ścisła współpraca, co daje widoki na dalsze ujednostajnienie jednostek elektrycznych i magnetycznych.

Bryliński wykazuje w swym komunikacie potrzebę utworzenia jednolitego *układu jednostek mechanicznych, elektrycznych i magnetycznych*, któryby można było stosować w każdym przypadku praktycznym. Wypowiada się za oparciem go na systemie metr, tona, sekunda.

Cotton, wypowiadając się jako fizyk w sprawie *nazw jednostek magnetycznych*, uważa, że dla fizyków nowa nazwa natężenia pola (oersted) jest nie do przyjęcia, gdyż od 30 lat używają nazwy „gauss”. Zresztą i wśród elektryków istnieje opozycja względem uchwał w Oslo.

W dyskusji mówcy godzili się naogół za utrzymaniem uchwał CIE, zalecali jednak powściągliwość w dalszych decyzjach, aż nastąpi rzeczywiście ujednostajnienie poglądów na sprawę jednostek CGS bezwzględnych i praktycznych.

### 2. Wzorce elektryczne. Pomiar bezwzględne.

*Referaty:* R. Jouaust (Francja): O realizacji wzorców elektrycznych. — E. Giebe (Niemcy): Wyznaczenie oma w wartościach bezwzględnych. — H. Steinwehr (Niemcy): Wzorce oporności. — H. L. Curtis (St. Zjedn.): Pomiar bezwzględny prądu elektrycznego. — H. Steinwehr (Niemcy): Ogniwa wzorcowe. — H. L. Curtis (St. Zjedn.): Wzorce indukcyjności i ich mierzenie. — F. Bedeau (Francja): Wzorce pojemności. — E. Dorsey (St. Zjedn.): Pomiar prędkości i propagacji fal elektromagnetycznych

*Komunikaty:* K. Takatsu i S. Jimbo (Japonja): Stan obecny wzorców w Japonji. — R. Jouaust (Francja): Prototypy rtęciowe oma we Francji.

Wzorce mają na celu materialne odtworzenie jednostki z dokładnością możliwie daleko posuniętą. Dla celów technicznych wystarcza jakakolwiek jednostka, byle była ona dokładnie określona. Fizyk przy pracach badawczych musi stosować prawa, na których oparty jest system jednostek elektromagnetycznych CGS. Jeżeli wzorce jednostek praktycznych odpowiadają ściśle ich określeniom teoretycznym, wyniki badań zawsze będą te same. Tymczasem n. p. om praktyczny różni się od teoretycznego. Wobec tego wypadałoby zrewidować określenia wzorców, a może nawet zrezygnować z materialnego odtwarzania jednostek, skoro technika badania pozwala na bardzo dokładne wyznaczenie wielkości w jednostkach bezwzględnych, czego brakowało przed laty, kiedy wprowadzono jednostki praktyczne i ich wzorce. (Jouaust).

*Pomiar oma* w wartościach bezwzględnych można obecnie wykonywać z bardzo dużą dokładnością. Porównanie wyników, prowadzonych przez różne laboratorja narodowe, daje zgodność daleko posuniętą; różnice względne są rzędu  $2 \cdot 10^{-5}$ . Jako wartość obecnie najbardziej prawdopodobną można przyjąć: 1 om międzynarod. = 1,00050 omów bezwzględnych. Wobec tego długość kolumny rtęciowej wzorca oma zamiast 1,06300 m powinna wynosić 1,06247 m. Wniosek z tego, że obecnie można jednostkę bezwzględną oporności przedstawić prawie z taką samą dokładnością, jak praktyczną, t. j. rtęciową. (Giebe).

*Referat Steinwehra* przytacza szczegółowe dane co do *wzorców oma*, rtęciowych i manganinowych, stosownie do dzisiejszych wymagań pomiarowych. Badania porównawcze wzorców rtęciowych w różnych krajach dały wyniki bardzo zgodne; uchyb względny jest rzędu  $2 \cdot 10^{-5}$ . Mimo, że wzorce manganinowe są bardzo dokładne, ustępują jednak rtęciowym, wobec czego wzorec rtęciowy powinien pozostać wzorcem podstawowym. W razie przyjęcia oma bezwzględnego za jednostkę podstawową, musi się

mieć pewność, że wartość jej będzie określona z taką dokładnością, jak oma rtęciowego. (Steinwehr).

Pomiar bezwzględny prądu elektrycznego nie jest obecnie tak daleko posunięty, jak n. p. oporności. Metoda pomiarowa, oparta na elektrolizie, jest niedokładna. Najlepiej posługiwać się wzorcem oma i ogniwem normalnym. Dokładne pomiary porównawcze temi metodami dały 15/100000 różnicy w równoważniku elektrochemicznym, co jest za dużo. Należy dalej prowadzić badania. (Curtis).

Referat Vinala stanowi bardzo szczegółową instrukcję obchodzenia się z *voltametrem* srebrowym według Bureau of Standards, wraz z wynikami porównawczymi nad wyznaczaniem równoważnika elektrochemicznego srebra, oraz siły elektromotorycznej ogniw westonowskiego. Jako średnią wartość dla równoważnika znalezionej 1,11801 mg/C, a dla SEM 1,11826 woltów międzynarodowych

Referat Steinwehra przedstawia obszernie studjum nad *ogniwem normalnym* Westonna, oparte głównie na badaniach w Phys. Techn. Reichsanstalt. Studja te dotyczyły zarówno ogniw normalnych, jak ogniw o stężonym roztworze kadmu, wykazujących mniejszą zależność od temperatury, oraz ogniw z dodatkiem kwasu siarkowego celem poprawienia stałości siły elektromotorycznej. Oba te sposoby ulepszenia ogniw normalnego nie dają zupełnie zadowalniających wyników. Polepszenie jednych własności spowodowało pogorszenie innych. Badania, prowadzone nad określeniem dokładnym siły elektromotorycznej ogniw, potwierdziły w zupełności wartość 1,01830 V, przyjętą międzynarodowo.

Wzorce dla indukcyjności rozróżniamy bezwzględne i techniczne i to dla indukcyjności własnej i wzajemnej. Mamy więc cztery rodzaje wzorców, które wymagają czterech metod pomiarowych. Pomiary wykonywa się przy prądzie zmiennym. Wzorce bezwzględne można wyrabiać z dokładnością do kilku milionowych w stosunku do wartości, obliczanych z wymiarów. Wzorce techniczne utrzymują w ciągu kilku lat stałość do 1/1000. Porównania między wzorcami indukcyjności mogą być robione z dużą dokładnością. Dwa wzorce indukcyjności własnej mogą być porównywane z dokładnością większą, niż wzorce indukcyjności wzajemnej. Indukcyjność własna może być wyznaczona w funkcji pojemności dokładniej, niż indukcyjność wzajemna. (Curtis).

Zrealizowanie wzorca pojemności jest znacznie trudniejsze, niż wzorców innych wielkości, z powodu trudności ścisłego określenia pojemności danego wzorca z jego wymiarów. Pojemności szkodliwe są tu znaczną przeszkodą. Stosowanie pierścieni lub walców ochronnych pociąga za sobą nowe źródło uchybów. Trudno jest otrzymać wzorzec dokładny do 1/1000. Przy pomiarach pojemności trzeba się posługiwać wzorcem stałym o powyższej dokładności. Natomiast przy porównywaniu 2 wzorców najlepiej się nadać metoda różnicowa, przy której łączy się te wzorce równoległe i za pomocą bardzo dokładnego pomiaru zmiany pojemności wzorca normalnego określa się pojemność badanego. Do tego celu nadaje się dobrze kondensator walcowy. Dokładność pomiaru sięga do 1/1000. (Bedeau)

Pomiar *prędkości propagacji fal* elektromagnetycznych w próżni odbywa się trzema metodami: 1. Pomiar bezpośredni prędkości światła. 2. Wyznaczenie stosunku jednostek elektromagnetycznych do elektrostatycznych. 3. Bezpośredni pomiar prędkości fal elektromagnetycznych z pomiaru częstotliwości i długości fali. Średnia z pomiarów temi metodami, wykonanych w ostatnich 30 latach, wynosi  $c = 299809$  km/sek. (Dorsey).

Dyskusji obszerniejszej i ciekawszej nad powyższymi referatami nie było.

### 3. Pomiary laboratoryjne.

Referaty: Lange i Robert (Francja): Rozwój elektrometrii w ostatnich 50 latach. — Brückman (Holandia): Galwanometria. — H. B. Brooks (St. Zjed.): Potencjometry. — E. H. Rayner (Anglja): Metody pomiarowe elektrostatyczne. — Barbagelata (Włochy): Pomiary laboratoryjne prądu zmiennego. — U. Ruelle (Włochy): Zastosowanie lamp wieloelektrodowych do pomiarów laboratoryjnych.

Wprowadzenie przez Kongres elektryczny w r. 1881 wzorców jednostek praktycznych spowodowało szybki rozwój *metod pomiarowych* laboratoryjnych i praktycznych przyrządów pomiarowych. Metody bezwzględne pozostały dziedziną fizyków, elektrycy zaczęli się posługiwać raczej metodami bezpośrednimi. Metody mostkowe i kompensacyjne grają tu główną rolę. Do pomocy przy pomiarach stworzono elementy porównawcze, które, jakkolwiek nie tak dokładne, jak wzorcowe, są wystarczające dla celów praktycznych. Rozwój zastosowań przemysłowych elektryczności stwarza nowe metody i nowe przyrządy; stale ulepsza się metody stare. Powstaje nowa technika, pozwalająca na pomiar zarówno bardzo słabych i bardzo dużych prądów, oraz bardzo niskich i bardzo wysokich napięć. Spotyka się urządzenia pomiarowe zarówno o nadzwyczaj małym poborze mocy, jak również mierzące ogromne moce elektryczne. Technika pomiarowa idzie stale za postępem rozwoju elektrotechniki, dążąc do uproszczenia metod i przyrządów pomiarowych. (Lange i Robert)

Galwanometry są przyrządami bardzo rozpowszechnionymi przy pomiarach laboratoryjnych, zarówno przy prądzie stałym, jak zmiennym. Dążymy do nadania im jak największej czułości. Możliwość osiągania coraz to większych czułości leży poza warunkami ich budowy. W galwanometrach o ruchomej cewce ruchy molekularne powietrza sprawiają momenty napędowe, działające na cewkę i lustro, a ruchy elektronów w obwodzie cewki wytwarzają siłę elektromotoryczną, mogącą sprawić dodatkowy stały moment napędowy, dający odchylenie rzędu 1 mm. Odpowiada to czułości  $10^{-11}$  do  $10^{-12}$  A/mm. Referent uważa wobec tego czułość  $10^{-11}$  A/mm jako granicę możliwości galwanometru o ruchomej cewce. Galwanometr o ruchomym magniesie, zarzucony od dawna przy pomiarach praktycznych, powrócił w ostatnich latach jako galwanometr wibracyjny, stanowiący jeden z najważniejszych postępów w technice pomiarowej. Czułość jego jest obecnie prawie ta sama, jak galwanometrów statycznych. (Brückman).

Referat Brooks'a zajmuje się historią rozwoju *potencjometrów*, czyli układów opornikowych, opartych na metodzie kompensacyjnej pomiaru siły elektromotorycznej. Opisuje postępy w budowie przyrządów kompensacyjnych prądu stałego i zmiennego, oraz do specjalnych celów. Zastępuje na uwagę obszerna literatura tego działu miernictwa.

Elektrometry wyróżniają się korzystnie z pośród innych przyrządów laboratoryjnych bardzo wielką dokładnością. Są niezależne od wpływów temperatury, indukcyjności, prądów pobliskich, postronnych pól magnetycznych i t. d., poza tem nie zużywają prawie energii. Zalety te spowodowały, że angielskie National Physical Laboratory wprowadziło metodę elektrostatyczną nie tylko jako podstawową metodę pomiarów przy prądzie zmiennym, — lecz również i do praktyki codziennej przy wzorcowaniu przyrządów, przy pomiarach napięcia prądu, mocy, przesunięć fazowych, przekładni transformatorów, do pomiaru strat dielektrycznych, mocy urojonej i t. d. Ten sam woltomierz elektrostatyczny może służyć do pomiaru od ułamka wolta

do miliona woltów i natężenia prądu od 1 mA do dziesiątek tysięcy amperów — przy zastosowaniu boczników lub transformatorów miernikowych. Referat Raynera zawiera dane co do sposobu przeprowadzania takich pomiarów wraz ze schematami połączeń. Osiągalna dokładność 1/1000, a więc duża, jeżeli idzie o pomiary prądu zmiennego.

Stosowanie *lamp katodowych* do pomiarów laboratoryjnych innych, niż radjotechniczne, było tematem treściwego referatu Ruelle'a. Lamy te przyczyniły się do wytworzenia nowych metod pomiarowych oraz powiększyły zakres dotychczas stosowanych. Stało się to dzięki temu, że lampy te mogą służyć do wytwarzania bardzo stałych sił elektromotorycznych i mogą znacznie powiększyć czułość zwykłych przyrządów pomiarowych. Referat zajmuje się zastosowaniem ich do pomiaru napięć zmiennych, napięć stałych, częstotliwości, pojemności, indukcyjności, oporności, strat dielektrycznych, przesunięć fazowych, kształtu krzywych oraz różnych wielkości mechanicznych, cieplnych i t. d.

Referat o *miarach laboratoryjnych prądu zmiennego* zajmował się teoretycznymi podstawami tych pomiarów. Dużą uwagę poświęcono pomiarom, nazwanym „opozycyjnymi”, a które odpowiadają metodom „kompensacyjnym”. (Barbagelata).

*Dyskusja* nie wykazała większego zainteresowania referatami. M. inn. Dr. Dunikowski podniósł znaczenie lamp katodowych, stosowanych przy metodach kompensacyjnych jako wykrywacze i wzmacniacze, oraz zreferował zastosowanie ich do metody kompensacji automatycznej, opracowanej przez siebie.

#### 4. Przyrządy pomiarowe.

*Referaty:* R. Schmidt (Niemcy). Przyrządy pomiarowe przemysłowe wskazujące i notujące. — A. Ilievici (Francja): Liczniki elektryczne. — P. de la Gorce (Francja): Transformator miernikowe.

*Komunikai.* W. H. Pratt (St. Zjedn.): Liczniki elektryczne i transformator miernikowe.

Obecnie niema żadnego działu techniki, któryby nie wymagał *przyrządów pomiarowych* dokładnych, czułych, i pewnych. Nowoczesne przyrządy różnią się znacznie od dawniejszych pod względem budowy i wyrobu. Na miejsce fabrykacji ręcznej wystąpił wyrób masowy, a przez to konstrukcja stała się jednolita. Zaznacza się zastosowanie w dużym stopniu sztucznych materiałów izolacyjnych (bakelit) zamiast drzewa do wyrobu elementów konstrukcyjnych i osłon. Dało to nowe formy zewnętrzne przyrządów. Żądanie tanich przyrządów wytworzyło typy małych przyrządów, a konieczność obserwowania zdala przyrządów w dużych rozdzielniach — typy przyrządów dużych, dochodzących do 1 m średnicy. Nowoczesna budowa tablic rozdzielczych wymaga przyrządów skupionych; stąd ich formy prostokątne. Równocześnie rosną wymagania co do odporności mechanicznej na wstrząśnienia i t. d. Osiąga się to przez zmniejszenie części ruchomej przyrządu, przy równoczesnym zwiększeniu momentu napędowego. Również wymagana jest znaczna przeciążalność. Dzisiejsze przyrządy mogą znosić przeciążenia 20 — 50-krotne w stosunku do prądu nominalnego przez przeciąg do 1 sek. Przyrządy magnetoelektryczne i elektrodynamiczne osiągnęły bardzo duży stopień dokładności, zależność ich od pól obcych została zmniejszona do minimum. Watomierze elektrodynamiczne, mierzące moc przy bardzo dużych przesunięciach, są obecnie budowane jako przyrządy zwykłe. Przyrządy elektromagnetyczne uczyniły największy postęp i stały się

obecnie przyrządami prawie precyzyjnymi. Przyrządy indukcyjne, aczkolwiek bardzo solidne w budowie, wyszły prawie z użycia z powodu dużej zależności ich wskazań od częstotliwości i temperatury. Przyrządy o druciku cieplnym ustępują obecnie miejsca galvanometrom o ruchomej cewce w połączeniu z ogniwem termoelektrycznym. Zastosowanie prostowników do celów pomiarowych przybiera coraz większe rozmiary. Prostowniki stykowe są znacznie dołgodniejsze, niż elektronowe (lamy katodowe); wymagają jednak jeszcze usunięcia wpływu różnych czynników na ich dokładność. Przyrządy elektrostatyczne są stosowane tylko wtedy, gdy idzie o bardzo mały pobór mocy z układu badanego. Wysuwa się potrzeba międzynarodowego ujednostajnienia warunków, stawianych przyrządom pomiarowym. (Schmidt).

*Liczniki* prądu stałego magnetoelektryczne, elektrodynamiczne i elektrolityczne doznały stosunkowo małej ewolucji w ciągu ostatnich dziesiątków lat. Większe zapotrzebowanie, a więc i zainteresowanie, wzbudziły liczniki prądu zmiennego, a przedewszystkiem indukcyjne. Różnorodność ich typów i form jest nadzwyczaj duża, zależnie od rodzajów ich przeznaczenia, taryfikacji energii, jak i od pomysłów fabrycznych. W obrębie jednego typu istnieje jednak dążność do unifikacji i uproszczenia budowy. Konstrukcja liczników idzie w dwóch kierunkach przeciwnych: z jednej strony dąży się do wyrobu przyrządów lekkich, prostych i o małym zużyciu energii, z drugiej zaś strony buduje się liczniki, przeznaczone do dużych mocy, odporne na zwarcia w dużych sieciach, o dużym momencie napędowym i o możliwie zmniejszonych uchybach przy małym obciążeniu.

Poza licznikami zwykłymi, t. j. energii czynnej, zajmuje się referent bardziej szczegółowo nowymi licznikami energii biernej i pozornej. (Ilievici).

*Transformator miernikowe* należą do przyrządów, od których wymaga się bardzo dużej dokładności. Transformator napięciowe nie nastęrczają większych trudności konstrukcyjnych. Przy bardzo wysokim napięciu kwestja i koszt izolacji odgrywa najpoważniejszą rolę. Stosowanie, w celu usunięcia trudności tu występujących, połączeń kaskadowych jest ograniczone do układu gwiazdowego z uziemionym punktem zerowym. Znacznie większe trudności nassuwają się przy transformatorach prądowych, od których wymaga się dużej odporności na zwarcia w linii i pewności ruchu. W tym celu usuwa się obecnie z nich olej i masy izolacyjne, zastępując je przez materiały izolacyjne stałe, jak rury bakelitowe, porcelanę i t. p. Wymagane dużej dokładności od transformatorów miernikowych zmusza do bardzo dokładnego wzorcowania. W tym względzie są pomysły, aby posługiwać się transformatorami wzorcowymi, sprawdzanymi w różnych laboratorjach państwowych. Konieczne są również przepisy międzynarodowe, które opracowya CEI (de la Gorce).

Komunikat Pratta zajmuje się prawie wyłącznie licznikami i transformatorami amerykańskimi, zatrzymując się najwięcej na licznikach indukcyjnych.

*Dyskusja* toczyła się głównie między reprezentantami 2 francuskich fabryk liczników, którzy spierali się o pewne szczególności natury technicznej. Poza tem podnoszono, że do pomiaru dużych energii lepiej jest stosować liczniki o 3 układach pomiarowych zamiast układu dwuwatomierzowego. W dyskusji nad transformatorami wyrażono pogląd (Rayner), że przy pomiarze uchybu napięciowego lepiej posługiwać się dzielnikiem pojemnościowym, a przy uchybie przekładni — dzielnikiem oporowym. (D. n.)

Prof. K. Drewnowski.