

ELEKTROTECHNIKA.

Wykształcenie elektrotechniczne w Królestwie Polskiem.

(Referat przedstawiony na V Zjeździe Techników Polskich we Lwowie).

Przystępując do przedstawienia rozwoju nauczania elektrotechniki u nas, muszę przede wszystkim zwrócić uwagę na to, że nauczanie w każdej dziedzinie przystosowuje się do potrzeb, jakie stawia życie. Na wstępie więc przedstawię w krótkości, co się u nas robi w dziedzinie elektrotechniki.

Fabryk maszyn elektrycznych w kraju nie mamy, były wprawdzie próby, lecz dawno już zaniechane. Wyrabiamy jednak u siebie przyrządy telegraficzne i telefoniczne, mierniki elektryczne, węgle do lamp łukowych, rurki izolacyjne, izolatory porcelanowe, lampy żarowe i łukowe, ogniwa suche i t. p. Poza tem działalność elektrotechników sprowadza się do projektowania mniejszych urządzeń elektrycznych, ustawiania maszyn, zakładania przewodników i zawieszania lamp. Większe urządzenia bywają zwykle projektowane w specjalnych biurach zagranicznych, pomimo to, że wszechświatowe firmy mają swoje oddziały u nas w kraju. Oprócz tego w zakres działalności sił miejscowych wchodzi oczywiście prowadzenie urządzeń elektrycznych w biegu.

Obecnie większych złądów elektrycznych posiadamy już sporo, kilka elektrowni miejskich oświetleniowych i tramwajowych, cały szereg elektrowni fabrycznych, bez których obecnie nie obywat się żaden większy zakład przemysłowy; poza tem kilka blokowych elektrowni w Warszawie i wreszcie wielką ilość drobnych urządzeń po fabrykach, w majątkach ziemskich i na kolejach. Statystyka, która dałaby możliwość wyrazić wielkość i ilość elektrowni liczbowo, dotychczas nie istnieje.

Największa liczba elektrowni jest skupiona oczywiście w Warszawie, Łodzi, Zagłębiu Dąbrowskiem, a poza tem w Częstochowie i Lublinie. W tych miejscowościach również mają najwięcej czynności przedsiębiorstwa, budujące elektrownie i urządzające oświetlenie i przenoszenie energii mechanicznej na odległość. W tej dziedzinie należy zaznaczyć w ostatnich czasach rozwój znaczny szczególnie w Warszawie, po wybudowaniu elektrowni miejskiej. Mamy tu obecnie wielką liczbę biur technicznych, w zakres działalności których wchodzi urządzenia elektrotechniczne.

Tak się przedstawia obecnie w naszym kraju teren pracy dla elektrotechnika. Przed kilku laty, gdy Warszawa nie miała ani oświetlenia elektrycznego, ani tramwajów elektrycznych, zakres działalności elektrotechników był jeszcze znacznie szerszy.

Wobec tego, o wyższem lub średnim wykształceniu elektrotechnicznym specjalnem jeszcze i teraz mowy nie ma, na poziomie zaś niższym zrobiliśmy zaledwie początek.

Nie można jednak pominąć milczeniem większych usiłowań rozszerzenia nauki elektrotechniki na wydziałach ogólnych mechanicznych.

Początek w tym względzie był zrobiony w szkole średniej technicznej H. Wawelberga i S. Rotwanda w Warszawie, która zainicjowana już w r. 1891, otworzona została dopiero w r. 1895, a wykłady elektrotechniki po raz pierwszy były prowadzone w r. 1898/99; w tymże roku rozpoczęła była organizacja pracowni elektrotechnicznej, obowiązkowe jednak zajęcia prowadzi się od r. 1900/1901. Kurs elektrotechniki, wykładany początkowo w ciągu roku po 3 godz. tygodniowo, a od r. 1906/7 jedno półrocz 4 godz. tygodniowo, a drugie półrocz 3 godz. tygodniowo, zawiera całość elektrotechniki w odpowiednim skróceniu. Na treść tego kursu złożyły się działy następujące: budowa i działanie prądu stałego i zmiennego, motorów elektrycznych, transformatorów, akumulatorów i lamp; obliczenie i prowadzenie sieci w prostszych wypadkach; schematy ogólne złądów elektrycznych, oświetlenia, przenoszenia energii mechanicznej na odległość wogóle i trakcji elektrycznej w szcze-

gólności. Wreszcie ważniejsze wiadomości z sygnalizacji, telegrafii i telefonii.

Zasady elektromagnetyzmu, ze szczególnem uwzględnieniem praw, stanowiących podstawę elektrotechniki i miernictwo elektrotechniczne, są wykładane o rok wcześniej w dziale fizyki.

System nauczania jest wykładowy, repetycje odbywają się poza wykładami w godzinach specjalnie na to przeznaczonych i prowadzą się drogą rozwiązywania zadań praktycznych. Zajęcia w pracowni odbywają się raz na tydzień w ciągu trzech godzin bez przerwy. Wszystkich zadań jest 24, dotyczą one rozmaitych pomiarów wielkości elektromagnetycznych i badania własności maszyn, najczęściej spotykanych w praktyce.

W roku szkolnym 1908/9 wprowadzono przy zakończeniu kursu obliczenie i szkicowanie urządzenia małego zładu elektrycznego o mocy kilkudziesięciu koni na prąd stały dla oświetlenia i przenoszenia energii mechanicznej na odległość. Ci słuchacze, którzy obierają sobie elektrotechnikę jako specjalność, przeważnie udają się na rok specjalnych studiów do Paryża, gdzie uczęszczają do „École d'électricité“.

W Politechnice Warszawskiej wykładana była elektrotechnika w ciągu trzech i pół lat, rozpoczynając od roku szkolnego 1901/2; zajęcia w pracowni były prowadzone przez lata 1902/3, 1903/4 i połowę 1904/5-go. Wykłady prowadzono na kursach III-cim i IV-ym; na III-cim ogólne w zakresie podobnym jak w szkole technicznej, na IV-ym zaś specjalne o budowie i projektowaniu maszyn elektrycznych.

Wykładów kursu IV-go słuchali tylko studenci tak zwani specjaliści, a właściwie mechanicy, wykonywujący projekt dyplomowy z zakresu elektrotechniki, ci również tylko musieli obowiązkowo przerabiać pomiary w pracowni elektrotechnicznej.

Wśród szkół niższych technicznych zasługuje na wyróżnienie szkoła p. Piotrowskiego, gdzie od kilku lat wykładana jest elektrotechnika w ciągu roku 2 godz. tygodniowo. Kurs obejmuje teoretyczne zasady elektrotechniki, krótko i elementarnie wyłożone, a następnie budowę przyrządów i maszyn elektrycznych w zakresie prądu stałego. Pracowni nie ma, a pokazy zastępuje zwiedzanie instalacji elektrycznych. Jako podręcznik słuchacze mają Rosenberga „Elektrotechnikę prądów silnych“, przetłómaczoną przez pana Straszewicza.

W r. 1900, z inicjatywy ówczesnej Delegacji elektrotechnicznej przy Oddziale Warszawskiego Towarzystwa popierania przemysłu i handlu, członkowie Delegacji ogłosili szereg prelekcji, stanowiących rodzaj całkowitego kursu elektrotechniki. Wykłady te zapoznały słuchaczy, przeważnie z grona techników z wyższem wykształceniem, zarówno z ogólnymi zasadami elektrotechniki, jako też z zastosowaniem elektryczności do oświetlenia, przenoszenia energii mechanicznej na odległość, trakcji, telegrafów i telefonów. Niektóre z tych odczytów ukazały się następnie w druku.

Z rozwojem urządzeń elektrycznych, bardzo prędko dał się odczuć brak monterów miejscowych, posiadających chociażby elementarne wiadomości teoretyczne z elektrotechniki. Dla zaradzenia temu chociaż w części, w r. 1901-ym powstała myśl zaproszenia do Delegacji elektrotechnicznej Sekcji Technicznej Warszawskiego Oddziału Towarzystwa popierania rosyjskiego przemysłu i handlu zdolniejszych monterów i urządzenia posiedzeń odczytowych, o charakterze wykładów systematycznych. Przez lata 1901, 2, 3 i 4-ty odbywały się regularne posiedzenia tygodniowe, na których zbierało się zwykle po kilkadziesiąt osób monterów. Na tych posiedzeniach wygłaszano odczyty z elektrotechniki i z me-

chaniki. W ciągu czterech lat odbyło się takich odczytów 69; szereg odczytów, obejmujący cały zakres elektrotechniki w ogólnych zarysach, powtórzono w ciągu tych czterech lat dwa razy.

Dla ułatwienia słuchaczowi przyswojenia trudniejszych pojęć i wyświetlenia zawilszych zjawisk, po odczycie nawiązywano dyskusję, która ciągnęła się nieraz dosyć długo.

Poza tem umieszczono w lokalu Sekcji skrzynkę zapytań. Ze skrzynki tej wyjęto i przedyskutowano dziesięć zapytań treści praktycznej.

W r. 1908 otwarte zostały kursy elektrotechniczne przy klasach rzemieślniczych Muzeum Przemysłu i Rolnictwa dla monterów elektrotechników, pracujących w swoim zawodzie przynajmniej dwa lata.

Rozpoczęto od półrocznego kursu przygotowawczego, w ciągu którego wykładano arytmetykę, geometryę, fizykę i chemię sposobem lekcyjnym, t. j. przy ciągłej dyskusji ze słuchaczami. Z fizyki i chemii prowadzono w skromnym zakresie zajęcia praktyczne w pracowniach Szkoły H. Wawelberga i S. Rotwanda; z fizyki—pomiarowe, z chemii—jakościowe, w celu praktycznego zaznajomienia z zasadniczymi własnościami ciał i najprostszymi operacjami treści chemicznej, np.: oczyszczanie metali, barwienie metali, lutowanie, elektroliza. Następnie, po odpowiednim egzaminie, kilkudziesięciu słuchaczy przyjęto na kurs specjalny, na którym w ciągu półtora roku wykładano kilka godzin tygodniowo budowę maszyn elektrycznych, obliczanie i układanie sieci, telefonię i sygnalizację, teoretyczne podstawy elektrotechniki, a poza tem na ćwiczeniach obznajmiono z rysunkiem technicznym ogólnym i specjalnym w dziedzinie budowy maszyn i planów złądów elektrycznych.

Obok wykładów, słuchacze co dwa tygodnie zajmowali się w pracowni elektrotechnicznej, gdzie mieli sposobność zapoznać się z zasadniczymi sposobami badania maszyn elektrycznych, kontrolowania stanu izolacji sieci i przeprowadzania najprostszymi pomiarów. Zwiedzali również słuchacze urządzenia elektryczne pod kierunkiem wykładowców.

Po skończeniu kursu słuchaczy poddano egzaminowi ze wszystkich przedmiotów, nie wyłączając zajęć w pracowni

i ci, którzy zdali, w liczbie 17, otrzymali odpowiednie świadectwa.

W lutym r. 1910 rozpoczęto ponownie kurs przygotowawczy już po raz ostatni, przewidując, że w przyszłości kandydatów na kursa elektrotechniczne będą przygotowywały klasy rzemieślnicze.

W kwietniu r. 1910 był przeprowadzony specjalny kurs miesięczny dla maszynistów, obsługujących elektrownie głównie zamieszkowe. Kilkudziesięciu słuchaczom, przybyłym na ten kurs, wyłożono pokrótce zasady elektrotechniki, obznajmiono trochę z rysunkiem technicznym, a w pracowni elektrotechnicznej — z ważniejszymi własnościami maszyn i z najprostszymi pomiarami. Zadania polegały np. na przyłączeniu do sieci motorów, dynamomaszyn prądu stałego i zmiennego, lamp i zmierzeniu siły prądu, napięcia i mocy; rozpoznawaniu biegunów w źródłach prądu i sprawdzaniu stanu izolacji sieci. Egzaminów nie było, wydano tylko świadectwa przesłuchania kursu.

Wszystkie lekcje i zajęcia wyżej przytoczonych kursów, za wyjątkiem miesięcznych, odbywały się: w godzinach wieczornych od 7^{1/2} do 9^{1/2} w dniu powszednim i koło południa w niedzielę; zresztą w niedziele odbywały się wykłady tylko wyjątkowo, poza zasadniczym planem.

Wreszcie należy zaznaczyć, że w roku 1909 otwarto w Warszawie oddział elektrotechniczny szkoły rzemieślniczej przy gminie starozakonnych, gdzie młodzież, po przyswojeniu sobie w ciągu kilku lat elementarnych nauk języków i rachunku, przez kilka miesięcy zapoznaje się z urządzeniem i działaniem maszyn elektrycznych przez zajęcia praktyczne w pracowni szkoły, objaśnienia do tych zajęć i udział w kontrolowaniu urządzeń oświetlenia przyłączonych do sieci miejskiej. Podobny wydział urządza się w Łodzi.

Nie można jeszcze pominąć milczeniem szeregu wykładów z elektrotechniki, przeprowadzonych przy kursach różnych specjalności, między którymi na szczególną wzmiankę zasługuje kurs elektrotechniki, wykładany co kilka lat, na kursach wiosennych dla cukrowników.

(D. n.)

M. Pożaryski, inż.

Kondensatory elektryczne Mościckiego i ich zastosowanie.¹⁾

Podał Kazimierz Drewnowski.

I. Uwagi ogólne o kondensatorach.

Zastosowanie kondensatorów w praktyce zależy od trzech czynników: wytrzymałości, pojemności i ceny; musi więc być:

- 1) wytrzymałość na przebicie dostatecznie wielka, aby można je było używać także do bardzo wysokich napięć;
- 2) pojemność jednostkowa znaczna, aby uniknąć potrzeby łączenia równoległego wielkiej liczby ogniów i aby moc pozorna, jaką mogą przepuścić kondensatory, była wielka, — i
- 3) cena przystępna.

Warunek pierwszy jest najważniejszy; od niego są w znacznym stopniu oba inne zależne.

Wytrzymałość na przebicie zależy w pierwszym rzędzie od materiału dielektryku kondensatora, a także — jak to wykazał Mościcki — od miejsca styku obłóżeń z dielektrykiem. Ze względu na to, że pojemność kondensatora jest odwrotnie proporcjonalna do grubości dielektryku, musi być on możliwie cienki: materiał więc, z jakiego jest zrobiony, dostatecznie odporny na przyłożone napięcie. Z natury rzeczy wynika, że ten materiał musi być izolatorem i to jak najlepszym, aby straty, wskutek przepuszczenia prądu, były jak najmniejsze. Na wybór materiału jeszcze jedna rzecz wpływa. Ponieważ kondensatorów technicznych używa się prawie wyłącznie przy prądach zmiennych, wystawione są one na ładowanie i wyładowanie za każdym okresem, i im większa jest częstość okresów prądu, tem częściej muszą „pracować“, a więc przyjmować i wydawać pewną ilość energii, co połączone jest z ogrzewaniem kondensatora. Ponieważ je-

dnak ze wzrostem temperatury odporność izolatorów na przebicie spada, musi być to ogrzewanie jak najmniejsze i ciepło jak najprędzej odprowadzone; to prowadzi do nadania odpowiednich kształtów kondensatorowi i do umieszczenia go w środowisku łatwo przewodzącym ciepło. Ten wzgląd wyklucza wprost budowanie kondensatorów technicznych na wzór precyzyjnych, laboratoryjnych, które składają się najczęściej z wielu płaskich warstw, np. miki, przekładanej cynfolią.

Co się tyczy pojemności kondensatorów, to ta zależy, jak to wyżej wspomniano, od grubości dielektryku a także od jego powierzchni i materiału izolatora, czyli od tak zw. stałej dielektrycznej.

Cena kondensatora zależy głównie od sposobu fabrykacji, a więc znów od materiału, od tego, czy on się trudniej czy łatwiej obrabiać daje.

Z licznych izolatorów najlepiej nadają się do wyrobu kondensatorów: mika, ebonit, papier, szkło, jakkolwiek i z innymi materiałami niezłe doświadczenia poczyniono.

Z mnóstwa prób nad budową kondensatorów na wysokie napięcie, warto wymienić następujące:

Kondensatory ebonitowe Hutina i Leblanca²⁾ (płytki ebonitowe 0,2 mm grube pokryte cynfolią) wytrzymały 10 000 v. Główną ich wadą było psucie się z czasem ebonitu i nadmierne ogrzewanie się.

Kondensatory parafinowe Lombardi'ego³⁾ wytrzymały przy 1 mm grubości 5000 v.; do napięcia 10 000 v. idą dwa

¹⁾ Odczyt wygłoszony na posiedzeniu V-go Zjazdu Techników Polskich we Lwowie.

²⁾ Lumière électrique, 1891, t. XL, 260.

³⁾ Tamże, 1900, str. 1080.