

Jako zalety motorów Diesla w zakładach wielkich podnosi p. Gehrke nadzwyczaj prosty i niezależny od ludzi sposób spuszczenia i przeprowadzenia materiału popędowego.

Urządzenia transportowe dla węgla nie tylko dużo kosztują – mogą też zawieść.

Wspomnieć należy również o łatwości uruchomienia motorów Diesla (w ciągu 2' można

wielką jednostkę złączyć z siecią), wykluczenie strat na paliwie wskutek zleżenia, mniejsze obszary na składy materiału popędowego, mniejsze roboty dla uzyskania wody chłodzącej etc.

O dalszych wywodach p. Gehrke nie wspomina, odsyłając interesujących się tą sprawą do wspomnianego artykułu.

Inż. Mieczysław Pożaryski. Organizacja pracowni elektrotechnicznej w średniej szkole mechaniczno-technicznej.

W obecnym stanie techniki, szczególnie w dziale przemysłu mechanicznego, urządzenia elektryczne są stosowane wszędzie; chyba tylko bardzo małe warsztaty, znajdujące się zdaleka od elektrowni, obywają się jeszcze bez popędu i bez światła elektrycznego. Oświetlenie i popęd elektryczny grają tu rolę równorzędną; zwykle gdzie mamy jedno zastosowanie prądu, to jest i drugie.

Wobec takiego stanu rzeczy, szkoła mechaniczno-techniczna powinna dawać możliwość słuchaczom zdobycia zasadniczych wiadomości w tym przedmiocie i pewnego obycia się z urządzeniami tego rodzaju. Należy pamiętać o tem, że popęd elektryczny jest tak różny od mechanicznego i oparty na tak odmiennych własnościach ciał przyrody, że dla dokładnego zapoznania się z nim jest rzeczą konieczną poświęcić, co najmniej, tyleż czasu, co się udziela popędowi mechanicznemu, tem bardziej, że w elektrotechnice są zarazem omawiane różne inne zastosowania elektryczności.

Wykład o pędach mechanicznych poprzedzony jest mechaniką teoretyczną i stosowaną, a oprócz tego jeszcze nauką o wytrzymałości materiałów, więc elektrotechnika właściwa powinna być również poprzedzona teorią elektromagnetyzmu ogólną i wstępem do elektrotechniki, przedstawiającym zasadnicze rzeczy z teorii w ujęciu technicznych zastosowań.

Wykład teorii elektromagnetyzmu może być oczywiście powierzony fizykowi, resztę jednak musi koniecznie wyklądać specjalista elektrotechnik.

Nauka jednak książkowa i wykładowa nie może dać zupełnie zadowalniających wyników

w żadnym dziale wiedzy technicznej, a w elektrotechnice szczególnie.

Elektrotechnika jest jednym z najnowszych działów techniki, stosuje ona siły i przejawy przyrody mniej powszednie od innych, słowa więc, określające rozmaite pojęcia w nauce tego przedmiotu, są dla słuchacza, nie znającego bliżej zjawisk, dźwiękami bez treści, które nie wywołują żadnego wyobrażenia bliskiego do rzeczywistości w jego mózgu.

Są tu trochę pomocne pokazy na wykładach, zupełnie jednak one celu nie osiągają, bo są zbyt pobieżne, krótkotrwałe i dalekie dla słuchacza, które on z odległości kilku metrów widzi, a często źle widzi, co się dzieje na stole wykładowym, a już nigdy nie spostrzeże wyraźnie i wszechstronnie czynników wywołujących zjawiska.

Słowem, pokazy na wykładach są wprawdzie potrzebne dla ożywienia wykładu, skupienia uwagi słuchacza i uwydatnienia szczególnie charakterystycznych zjawisk, ale nie są one w żadnym razie wystarczające.

Prawdziwe oswojenie się z przedmiotem elektrotechniki może dać tylko pracownia.

Przedewszystkiem określmy dokładniej cel, jaki powinniśmy osiągnąć przez zajęcia słuchaczów w pracowni elektrotechnicznej. Na stopniu początkowym nauczania, a więc we wstępie do elektrotechniki, rola pracowni polega na umożliwieniu słuchaczom samodzielnego przekonania się o ważniejszych własnościach prądów elektrycznych, na zdobyciu pewnego zasobu wiadomości praktycznych, składających się po części z drobiazgów, o których przy wykładzie zwykle się nie mówi, a wre-

szenie na ułatwieniu zapoznania się z budową rozmaitych przyrządów, o których mówić na wykładzie również albo niema, albo szkoda, czasu.

Po przerobieniu pewnej ilości zadań przez słuchaczy w pracowni, bez wątpienia łatwiej jest porozumieć się nauczycielowi na wykładach ze słuchaczami i wykład sam może być podniesiony na poziom wyższy, obejmujący szerszy zakres wiedzy. Dalej, gdy się przechodzi już do właściwej techniki elektrycznej, rola pracowni trochę się zmienia. Spełnia ona wprowadzić i tutaj poprzednie zadania, ale ważniejsze są sprawy jeszcze inne, dotyczące osiągnięcia pewnej wprawy w przeprowadzaniu najważniejszych pomiarów i zapoznania się z obsługą i budową maszyn.

Doświadczenie pokazało, że chociaż zjawisko prądu elektrycznego jest najmniej uchwylnie dla wyobraźni ludzkiej i najpóźniej znalazło zastosowanie techniczne, to jednak najłatwiej jest miarą śledzić przebieg zjawisk tego rodzaju.

Z tego oczywiście powodu w elektrycznych urządzeniach tak są rozpowszechnione przyrządy miernicze i tak często z nich korzystamy. Technik więc z wykształceniem średnim koniecznie musi umieć posługiwać się najważniejszymi przyrządami mierniczymi.

Własności maszyn mogą być należycie zrozumiane i odczute, a wiedza o nich należycie przyswojona, tylko drogą osobistego doświadczenia.

Samo przez się już się rozumie, że obsługę poznaje się mając do czynienia z maszynami.

Można byłoby spróbować postawić jeszcze inne zadania pracowni elektrotechnicznej, n. p. zapoznanie praktyczne słuchaczy z wykonywaniem robót instalacyjnych i sporządzaniem maszyn i przyrządów, lecz sądzę, że organizacja takie pracowni, celowa i dobra, jest trudna i kosztowna; cel może być osiągnięty tylko przy dużym nakładzie czasu ze strony słuchacza i wielkich wydatkach ze strony administracji.

Wróćmy teraz do pracowni najważniejszej — pomiarowej, jak by ją nazwać można, ze względu na przeważający jej charakter.

Przedewszystkiem przedstawię treść zadań w części pierwszej i drugiej. Pierwszą część nazwiemy częścią wstępną.

Wybór zadań jest dość urozmaicony i nie-

koniecznie ma być w tym przedmiocie jedno najlepsze rozwiązanie.

Ten układ, który przytoczę, jest wynikiem długiej praktyki i ustalony został po wielokrotnych zmianach i udoskonaleniach.

Wstęp stanowią następujące 10 zadań:

1. Wyznaczanie kierunku linii sił magnetycznych za pomocą opilek i znaku biegunów magnesów igłą magnesową.

2. Mierzenie oporu grupy lampek żarowych za pomocą amperomierza i woltomierza przy rozmaitej liczbie lampek w grupie i rozmaitej sile prądu.

Wynik doświadczenia przedstawia się w tym zadaniu w postaci dwóch wykresów, wyrażających zależność oporu od liczby lampek i od siły prądu.

3. Sprawdzanie pierwszego prawa Kirchhoffa. Zadanie to jest urządzone w następujący sposób. Na drewnianych tablicach są naciągnięte druty, tworzące rozgałęzienia, połączone w jedną sieć. W taką sieć puszcza się prąd i za pomocą woltomierza o dużym oporze mierzy się w rozmaitych miejscach spadek potencjału. Opór jednostki długości drutów jest dany, więc podług wskazań woltomierza oblicza się siłę prądu i określa się jego kierunek. Wynikiem tych spostrzeżeń jest wyrażona procentowo niezgodność spostrzeżeń z prawem Kirchhoffa.

4. Wyznaczanie oporu właściwego różnych metali, przez mierzenie oporu woltomierzem i amperomierzem.

5. Wyznaczanie stałej busolistycznej woltometrem miedzianym.

6. Wyznaczanie zmiany potencjału wzdłuż obwodu: a) utworzonego przez trzy druty z różnych metali, b) z jednego drutu jednolitego z elektromotoryczną siłą w postaci ogniw w środku. Mierzenie różnic potencjałów odbywa się tu za pomocą woltometru o dużym oporze (1900 Ω przy 5 V.).

7. Wyznaczanie elektrometrycznej siły ogniw galwanicznych przez porównanie z normalnym metodą kompensacyjną w najprostszej formie. Zamiast oporników, drut na skali.

8. Wyznaczanie licznika amperogodzin Aro na dokładnym amperomierzem i zegarkiem.

9. Wyznaczanie wykresu zależności siły termoelektromotorycznej od temperatury.

10. Wyznaczanie poziomej składowej natężenia magnetyzmu ziemskiego metodą Gaussa, przy zastosowaniu najprostszych przyrządów, a mianowicie zwykłego magnesu zawieszonego na długiej nitce i zwykłej busolki mierniczej używanej przez geometrów.

Do zadań są wydane krótkie objaśnienia z podaniem układów połączeń. Na podstawie tych objaśnień słuchacze wykonywują sami wszystkie połączenia i robią odczyty. Z prac swoich słuchacze przedstawiają sprawozdania zaopatrzone w wykresy na papierze milimetrowym. Dokładność wykonanych przez słuchaczy pomiarów zwykle wynosi około 10%, chociaż z używaniem w pracowni przyrządami można osiągnąć dokładność większą. Ale oczywiście trudno jest żądać od przeciętnego słuchacza szkoły średniej, aby, wykonywując pierwszy raz w życiu pomiary przy pewnym zadaniu, osiągnął najwyższą możliwą w danych warunkach dokładność.

Zresztą sądziłbym, że tu o szczególną dokładność pomiarów tak dalece nie powinno chodzić, gdzie celem pracowni nie jest wysubtelnienie zdolności i wprawy obserwacyjnej, jak to ma miejsce n. p. w fizycznych pracowniach uniwersyteckich.

Głównie należy zwracać uwagę na samodzielność roboty słuchacza, dokładne zrozumienie treści zadania i wykonywanych spostrzeżeń, a poza tem na nabycie pewnej wprawy w obchodzeniu się z przyrządami.

Zadania podane wyżej wykonywane są w ciągu dwóch godzin. W tym czasie mogą słuchacze i doświadczenia przeprowadzić i przerobić obliczenia.

Przyrządy potrzebne do przytoczonych wyżej zadań są bardzo proste i mogą być częściowo wykonane w podręcznym warsztacie, za wyjątkiem oczywiście kilku amperomierzy i woltomierzy, które muszą być dokładne, w niektórych zadaniach nawet ze skalą zwierciadlaną i cienką wskazówką.

Przy każdym zadaniu z pożytkiem może pracować tylko dwóch słuchaczy, przy większej ich ilości wypada tworzyć więcej grup.

Dla udzielania rad i drobnych wskazówek konieczne jest potrzebna osoba kompetentna prowadząca zajęcia. O ile przyrządy są ustawione zawnazasu i sieć doprowadzająca prąd

jest w porządku, wystarczy jedna osoba na 20-tu słuchaczy.

Druga serya zadań, obejmująca zasadnicze zadania elektrotechniczne, jest w warunkach pracy naszego laboratorium podzielona na cztery części.

Oto treść zadań:

Część I.

1. Badanie licznika prądu zmiennego, polegające na wyznaczeniu stałej licznika przy różnych połączeniach zwojnic, dla zorientowania się w działaniu rozmaitych części tego przyrządu.

2. Wyznaczanie współczynnika samoindukcji dwóch zwojnic rozważanych jako całość w zależności od położenia zwojnic i głębokości pogrążenia rdzenia żelaznego. Stosuje się tu metoda porównania napięć na oporze indukcyjnym i bezindukcyjnym przy przepuszczaniu prądu zmiennego.

3. Mierzenie dużych oporów metodą bezpośredniego porównania.

4. Mierzenie oporu mostkiem skrzynkowym Wheatstona.

5. Badanie zmian oporu drutu miedzianego przy ogrzewaniu prądem.

W celu przeprowadzenia tego badania w warunkach możliwie bliskich do tych, jakie spotykamy w praktyce, zastosowano tu zwojnice nawinięte na metalowych rurkach; temperaturę zwojnic mierzymy wewnątrz i zewnątrz termometrami rtęciowymi, których naczynka są owinięte cynfolią, opór zaś woltomierzem i amperomierzem.

6. Określenie współczynnika sprawności przyrządu do gotowania.

Część II.

1. Badanie dynamomaszyny bocznikowej.

2. Badanie silnika bocznikowego.

3. Badanie silnika szeregowego.

4. Badanie transformatora.

5. Badanie silników trójfazowych asynchronicznych (krótko spięty i z pierścieniami).

6. Badanie dynamomaszyny prądu trójfazowego.

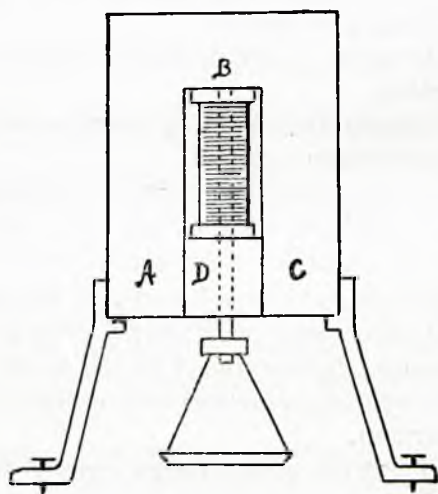
Wszystkie te badania przeprowadzają się oczywiście w skromnym zakresie i dotyczą

tylko najważniejszych własności maszyn. Każde zadanie można wykonać w ciągu trzech godzin, obliczenia oczywiście wypada już robić w domu.

Część III.

1. Badanie ogniw galwanicznych.
2. Określenie zużycia prądu na jedną świecę w lampach żarowych w zależności od napięcia.
3. Badanie izolacji sieci.
4. Wyznaczenie współczynnika rozproszenia linii magnetycznych w elektromagnesie w zależności od odległości kotwicy od biegunów, według metody ballistycznej.
5. Wyznaczenie krzywej magnetyzmu żelaza. Metoda stosowana w tym zadaniu jest opracowana w naszej pracowni i przyrząd na miejscu zrobiony. Jest ona kombinacją dwóch znanych w miernictwie elektromagnetycznym pomysłów.

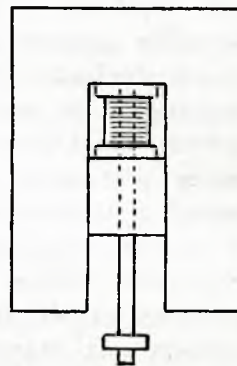
Oto treściwy opis: Rama żelazna ABC rys. 1. ma w środku u dołu ruchomy klocek D, który



Rys. 1.

może być zamocowany w dowolnym położeniu. W tym klocku jest otwór, w który wsuwa się swobodnie pręcik żelaza badanego. Aby uniknąć silnego przylegania pręcika przy magnesowaniu do ścianki otworu w tym miejscu, gdzie przyleganie byłoby najszczelniejsze, wstawiona jest w otwór klocka D cienka rurka mosiężna. Badany pręcik górnym końcem przylega do ramy w miejscu B i gdy w zwojnicy nasadzonej na tym pręciku jest prąd, to pręcik trzyma się ramy pod wpływem magnetycznego przyciągania. Według znanej metody

Thomsona wyznacza się zależność pomiędzy prądem a indukcją magnetyczną w żelazie przez odrywanie pręcika ciężarkami nakładanymi stopniowo na szalkę (co 10 gr. wystarczająca dokładność). Następnie powtarza się raz jeszcze tą samą czynność po założeniu krótkiej zwojnicy rys. 2 i podniesieniu klocka D mniej więcej do połowy.



Rys. 2.

Na zasadzie dwóch szeregowych doświadczeń wyznacza się krzywą magnetyzmu w żelazie wyrażającą zależność indukcji magnetycznej od amperozwojów magnesujących przez obliczenie różnicy amperozwojów potrzebnych do wzbudzenia tej samej indukcji magnetycznej w pierwszym i drugim wypadku. W ten sposób ruguje się magnetomotoryczna siła niezbędna dla przeprowadzenia linii magnetycznych przez miejsca styków żelaznych części obwodu magnetycznego pomiędzy sobą, a także więcej niż połowy żelaznego obwodu pomocniczego stanowiącego ramę. Metoda ta w wykonaniu jest bardzo prostą i poglądową, uwiidoczniającą, przy sposobności, znaczenie oporu obwodu magnetycznego. Nie badałem szczegółowo ścisłości wyników w przeświadczeniu, że dla użytku praktycznego są o wiele dokładniejsze i wygodniejsze w użyciu metody, sądzę jednak, że w szkole taka metoda ma pewną pedagogiczną wartość, a przy uważnej robocie wyniki są zupełnie prawdopodobne.

6. Określenie oporu właściwego kwasu siarczanego przy różnych gęstościach. Do tego celu stosujemy mostek uniwersalny Kolrauscha.

Część IV.

1. Wzorcowanie (cechowanie) technicznych woltomierzy i amperomierzy przyrządami precyzyjnymi.
2. Wzorcowanie watomierza.
3. Wzorcowanie licznika kilowatgodzin Thomsona.
4. Badanie akumulatora.
5. Badanie regulatorów lamp łukowych zmiennego i stałego prądu. Zadanie to polega na wyznaczeniu granic wahaniasię napięcia

i prądu lampy, a poza tem na dokładnem wykreśleniu biegu prądu w lampie.

6. Badanie spadku napięcia w linii obciążonej lampami żarowymi.

7. Badanie układu lamp żarowych przyłączonych do sieci trójfazowej. Badanie to zawiera wykonanie odpowiednich połączeń i mierzenie prądów i napięć we wszystkich fazach przy połączeniu w trójkąt i w gwiazdę, przy różnych obciążeniach, a poza tem jeszcze sprawdzanie otrzymanych wyników, przez przyjęcie niektórych odczytów za dane, i wyznaczenie innych metodą wykreślną. Do zadań wydane są krótkie objaśnienia zawierające krótkie opisy przyrządów pomiarowych i układy połączeń.

Podane tu dwadzieścia pięć zadań przerabiane są w ciągu roku. Dla zmniejszenia kosztów nabycia odpowiednich przyrządów mierzniczych są jednocześnie czynne tylko zadania jednej czwartej części, te same przyrządy stosują się więc przy rozmaitych zadaniach. Zarazem jest możliwość przeprowadzenia, chociaż niewielkiego, stopniowania przy wykonywaniu zadań. Podany wyżej rozdział na cztery części zastosowany jest do układu semestralnego. Jedni słuchacze przerabiają zadania w kolejce I część, II, III i IV, a inni III część, IV, I i II, zależnie od tego, kiedy wchodzi na odpowiedni kurs w jesieni, czy też na Nowy Rok. Zadania każdej części przerabiają słuchacze w ten sposób, aby każda grupa słuchaczy zawsze miała odpowiednie zadanie. A więc gdy jest n. p. 6 zadań, to tworzy się 6 grup słuchaczy i pierwszy raz 1 gr. przerabia 1 zad., 2 gr. 2 zad. i t. d., a w następnym dniu 1 gr. 2 zad., 2 gr. 3 zad. i t. d.; w jednej grupie pracuje od 2 do 3-ech słuchaczy. Przy wykonywaniu powyższych zadań główna uwaga zwrócona jest na to, aby słuchacz dokładnie zrozumiał treść zadania i cel czynności wykonywanych przy robocie, a jednocześnie zaznajamiał się z budową przyrządów i maszyn, wreszcie na dokładności odczytów i umiejętnem opracowaniu wyników.

W niektórych zadaniach słuchacze obliczają stopień dokładności wyników na zasadzie możliwych błędów przy odczytywaniu różnych przyrządów. Z wykonanych zadań słuchacze opracowują sprawozdania zawierające obliczenia i wykresy. Wymagane jest oddawanie sprawozdań po upływie dwóch tygo-

dni od daty wykonania zadania. Ściąganie jednak tych sprawozdań we właściwym terminie nastęrcza czasem trudności, ale z grupą bardziej starannych słuchaczy daje się to osiągnąć.

Zasadnicze dane dotyczące urządzenia pracowni tego rodzaju są następujące. Pracownia rozporządza prądem miejskim trójfazowym o napięciu 120 V do 30 A i prądem stałym z własnej baterii akumulatorów o napięciu 100 V do 30 A.

Do ładowania baterii służy przetwornica z prądu trójfazowego na stały o mocy 2 KW.

Do zadań służą maszyny następujące; przetwornica z prądu stałego na trójfazowy o mocy 1·8 KW na prądzie trójfazowym, prądnica bocznikowa obracana silnikiem jednokonnym prądu stałego. Następnie: silnik bocznikowy na $\frac{3}{4}$ k. m., silnik szeregowy na $\frac{3}{4}$ k. m., silnik trójfazowy krótko spięty na $\frac{1}{2}$ k. m., silnik trójfazowy z pierścieniami na 2 k. m. i trzy transformatory jednofazowe na 2 KW, każdy z przekładnią 120 V : 500 V.

Poza tem jest kilka lamp łukowych, 11 sztuk amperomierzy i woltomierzy dokładnych według Depre d'Arsonnala, z których 4 mają zwierciadlaną skalę. Jeden amperomierz precyzyjny elektrodynamiczny na prąd stały i zmienny (5 i 10 A), woltmetr tej samej konstrukcyi (60 i 120 V). Jeden watomierz precyzyjny, a drugi techniczny na prąd trójfazowy, fazomierz według Dolinodobrowskiego i dwa częstotściomierze języczkowe; jeden z podwójną skalą dla równoległego łączenia dynamomaszyny prądu zmiennego z siecią miejską. Poza tem kilka amperomierzy prostych na prąd stały i 15 takichże amperomierzy i woltomierzy na prąd zmienny.

Oprócz tego jest kilka oporników regulacyjnych, kilka oporów skrzynkowych, dwa mostki Wheatstona, jeden według Kalrauscha, dwa galwanometry i fotometr Bunsena z ławą umieszczoną w odpowiednim ciemnym pokoju.

Inwentarzowa wartość tych wszystkich przedmiotów wynosi około dwunastu tysięcy rubli.

Pomieszczenie zajmowane przez pracownię jest niewielkie: dwa pokoje po 38 m², dwa po 14 m², pokój maszynowy 50 m² i warsztat pod ręczny reparacyjny 14 m².

Na zakończenie pozwolę sobie zwrócić uwagę na to, że tego rodzaju zajęcia praktyczne

zawsze dość chętnie są wykonywane przez słuchaczy, a przez jednostki szczególnie interesujące się przedmiotem są bardzo szczegółowo i dokładnie opracowywane. Należy więc przypuszczać, że przy studyowaniu przedmiotu i następnie przy stosowaniu w praktycznym życiu, wiedza zdobyta w pracowni jest bardzo pożyteczna, a że jest najtrwalsza, to każdy wie z własnego doświadczenia.

Na podstawie takiego referatu proponuję poddać dyskusji i uchwalić następujące tezy, dotyczące pracowni elektrotechnicznej w szkole średniej mechaniczno-technicznej.

1. Pracownia elektrotechniczna jest niezbędną dla wykształcenia elektrotechnicznego na każdym poziomie, a więc i w szkole średniej mechaniczno-technicznej.

2. Pożądany jest rozdział na dwa stopnie:

I) Zadania wstępne, w zakres których wchodzi zapoznanie słuchacza z zasadniczymi prawami rządzącymi zjawiskami elektromagnetycznymi. II) Zadania o charakterze przeważnie technicznym, głównie na maszynach.

3. Charakter zadań musi być zawsze pomiarowy, tak aby wynik wyrażał się liczbą, albo wykresem, szczególnie wykresy powinny być stosowane przy możliwie większej liczbie zadań.

4. Niewymagając szczególnej dokładności pomiarów, należy jednak na paru zadaniach dać wyobrażenie o stopniu osiągalnej w danych warunkach dokładności.

5. W celu zmniejszenia wydatków na urządzenie pracowni pożądany jest podział zadań na takie grupy, aby te same przyrządy mogły służyć do rozmaitych zadań.

