

PRZEGLĄD TECHNICZNY

TYGODNIK POŚWIĘCONY SPRAWOM TECHNIKI I PRZEMYSŁU.

Tom XLIX.

Warszawa, dnia 23 lutego 1911 r.

№ 8.

TRESĆ: Odezwa.—*Madeyski J.* Racyonalne opalanie parowozów paliwem płynnym [c. d.].—Z. towarzystw technicznych.—Kronika bieżąca.
Architektura. Systemy stropów żelazno-betonowych [dok.].—Ruch budowlany i Rozmaitości.—Konkursy.
Elektrotechnika. *Drewnowski K.* Kondensatory elektryczne Mościckiego i ich zastosowanie [dok.].—*Požaryski M.* Wykształcenie elektrotechniczne w Królestwie Polskiem [dok.].—*Podoski R.* Zwrotnica przestawiana elektrycznie.—Nowe książki.—Drobne wiadomości.
Z 31 rysunkami w tekście.

ODEZWA.

Redakcja *Przeglądu Technicznego*, wychodząc z założenia, że informowanie ogółu o wytwórczości fabryk naszych, jak również o wszelkich udoskonaleniach, wprowadzanych do fabrykacji, przyniesie pożytek zarówno zakładom przemysłowym jak i ich odbiorcom, zamierza w treści pisma, w rubryce „Wiadomości techniczne i przemysłowe”, umieszczać opisy nowości technicznych i ulepszeń w wyrobach poszczególnych fabryk krajowych.

Nadsyłane Redakcyi opisy: urządzeń, kotłów, silników, maszyn, narzędzi i t. p. wytworów fabryk naszych winny być opracowane naukowo i posiadać charakter wyłącznie informacyjny¹⁾.

Mając nadzieję, że osoby zainteresowane uznają pożytek, wypływający z tego rodzaju informowania czytelników, polecamy ich uwadze naszą odezwę i proponujemy nadsyłanie opisów, które będą umieszczone w *Przeglądzie*, o ile zakwalifikowane zostaną do druku przez Komitet Redakcyjny pisma.

Redakcja.

¹⁾ Potrzebne do opisu rysunki i fotografie należy dostarczyć Redakcyi w postaci gotowych trawionek (klisz), by oszczędzić piśmu ponoszenia kosztów.

„Wszelkie prawa zastrzeżone“.

Racyonalne opalanie parowozów paliwem płynnym.

Podał **Julian Madeyski**, inż.

(Ciąg dalszy do str. 68 w № 6 r. b.).

Powyżej wspomniany proces spalania, może być dostosowany do wszelkich rodzajów kotłów o ciągu naturalnym i sztucznym. Jak wiadomo, w parowozach ciąg wywołuje się sztucznie zapomocą pary wylotowej. W stosunku do ilości pary, przez komin przepływającej, zostaje proporcjonalnie nassane powietrze przez ruszt, w myśl wzoru Zeunera:

$$L = D \sqrt{\frac{F_2^2 \left(\frac{F_1}{F} - 1\right)}{MF_1^2 + F_2^2}} \quad (5)$$

gdzie:

- L — ilość powietrza nassanego,
- D — ilość pary, przez komin przepływającej,
- F — powierzchnia przekroju rury odpływowej,
- F_1 — powierzchnia najmniejszego przekroju komina,
- F_2 — przekrój sumaryczny rurek ogniowych,
- M — współczynnik oporu dla przepływu gazów spalania, leżący w granicach 3—4.

Ilość pary, przepływającej przez dmuchawkę, jest, wskutek peryodycznego działania maszyny i zmiennej pracy parowozu, zmienna, wskutek tego i ilość powietrza, działaniem dmuchawki nassana, nie może być stała. Przy użyciu rozpylaczy, wprowadzamy jednak na jeden obrót korby stałą ilość ropału, co powoduje, raz spalanie tegoż w wielkim nadmiarze powietrza, drugi raz z teoretyczną ilością powietrza, wreszcie, w chwili pomiędzy początkiem kompresji z jednej, a przedwczesnym odpływem pary z drugiej strony cylindra, następuje zupełny niedobór powietrza. Ropał, wprowadzony do skrzyni ogniowej, nie mając potrzebnej ilości powietrza do spalania, gazuje kosztem ciepła promieniącego skrzyni ogniowej, zajmuje wielką objętość i utrudnia dopływ powietrza w chwili ponownego działania ssącego dmuchawki. Ten objaw charakteryzuje nam wymownie różnicę pomiędzy paleniem kotłów stałych a parowozowych i wskazuje, że przy traktowaniu racyonalnego spalania w kotłach parowo-

zowych, na przepływ powietrza i ropału baczniejszą musimy zwrócić uwagę.

Drugostronny wykres (rys. 2) objaśnia dokładnie powyższy proces. Składa się on z wykresu pracy wskazanej maszyny parowej, jemu odpowiedniego wykresu biegunowego suwaka (Zeunera), jako też wykresu wypływu pary z maszyny jednocylindrowej (syst. autora).

Bliższe szczegóły pierwszych dwóch wykresów są znane, więc nie wymagają objaśnienia, odnośnie zaś do wykresu ostatniego należy nadmienić, że przedstawia on w układzie biegunowym kaźdoczesnemu położeniu korby maszyny parowej odpowiednią ilość pary, wypływającej przez dmuchawkę, obliczonej w myśl wzoru:

$$D = [\rho \sin(\delta + \omega) - i] \cdot b \cdot v \cdot \gamma \quad (6)$$

gdzie:

- $\rho \sin(\delta + \omega) - i$, oznacza otwarcie kanału odpływowego
- ρ oznacza mimosrodowość,
- δ „ kąt wyprzedzenia,
- ω „ „ położenia korby,
- i „ pokrycie wewnętrzne suwaka,
- b „ szerokość kanału odpływowego,
- v „ prędkość wypływu pary na sekundę,
- γ ciężar gatunkowy pary, odpowiadający kaźdoczesnemu ciśnieniu.

Ponieważ, w myśl wzoru (5), ilość powietrza jest wprost proporcjonalna do ilości pary tak długo, dopóki wielkości, pod pierwiastkiem się znajdujące, są stałe, możemy przyjąć, że wykres ten oznacza nam również wykres powietrza, nassanego do skrzyni ogniowej. Przy wypośredkowaniu średniej ilości powietrza, zobaczymy dokładnie, że różnice w ilości nassanego powietrza są bardzo wielkie, a chcąc spalać ropał bezdymnie, musimy stale doprowadzać znacznie mniejszy ładunek ropału, aniżeli odpowiadał średniej ilości powietrza, przy uwzględnieniu poprzednio omówionych warunków racyonalnego spalania, wskutek czego występuje obniżenie

temperatury spalania przez zbyt wielki nadmiar powietrza, jako też wskutek braku powietrza, następstwem czego gwałtowne obniżenie sprawności kotła.

Wadę tę możemy usunąć częściowo przez: a) zwięźlenie przekroju rury odpływowej, albowiem wówczas odpływ pary z cylindra nie może nastąpić szybko, wskutek zwiększonych oporów (krzywa kreskowana wykresu); b) przez użycie dmuchawki pomocniczej podczas jazdy, wówczas okres niedoboru

szynach bliźniaczych okres nadmiaru i niedoboru powietrza na jeden obrót czterokrotnie się powtarza, przyczem przerwa ciągłości ssania, dostrzegalna w poprzednim wykresie, tutaj nie występuje.

Ta niejednostajność przyływu powietrza przy dzisiejszych systemach opalania parowozów materiałem płynnym powoduje, że w praktyce, dla utrzymania dzielności powierzchni ogrzewalnej w wyższej granicy, musimy poświęcić

większy ładunek ropy, wskutek czego okazuje się podczas jazdy na przemian czarny dym, wskazujący na niedostateczny przyływ powietrza, lub brązowy, oznaczający zupełny brak powietrza i wywiązywanie się węglowodorów w postaci pary.

Podane objaśnienia, dotyczące przyływu powietrza do skrzyni ogniowej, były traktowane bez uwzględnienia doprowadzonego przez rozpylacz strumienia pary o wielkim zasobie energii ruchu i wynikłych wskutek tego zjawisk.

Wypada nam zastanowić się obecnie, jakie zmiany wskutek tego urządzenia w skrzyni ogniowej występują i co należy uczynić, ażeby wszystkie niekorzystne momenty usunąć, zaś korzystne racjonalnie wyzyskać.

Strumień pary, użyty do rozpylania, wychodzi, zależnie od ciśnienia, jakie mamy do dyspozycji, i od konstrukcji użytego rozpylacza, z prędkością, przewyższającą znacznie prędkość głosu, i posiada zasób energii ruchu wyrażoną wzorem:

$$H = \frac{v^2}{2g} \text{ na } 1 \text{ kg pary.}$$

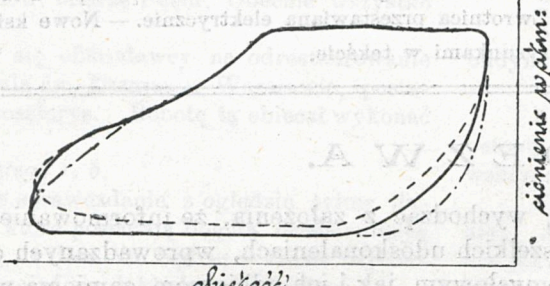
Jeżeli strumieniowi temu na jego drodze stawiamy jakąkol-

wiek przeszkodę, wówczas traci on swą prędkość, zamieniając swoją energię ruchu na pracę mechaniczną i ciepło.

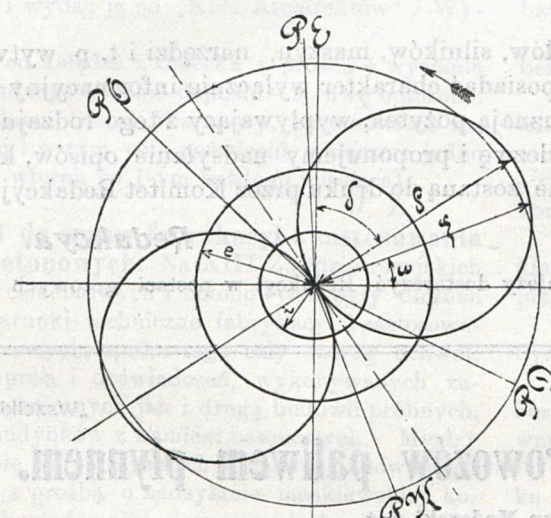
Poprzednio wspomnieliśmy, że, celem racjonalnego rozpylania, strumień pary nie powinien spotykać na drodze żadnej przeszkody, zaś, celem wymieszania, winien natrafić na jak największe opory. Chcąc pogodzić te dwie sprzeczności ze sobą, musimy rozpylacz w ten sposób zbudować, ażeby para, wpływająca ze smoczka, wpływała do skrzyni ogniowej bez uderzenia, a swą siłę żywą wyzyskała jak najlepiej do nassania odpowiedniej ilości powietrza.

Produkty spalania ropy z powietrzem, dostarczonem przez rozpylacz (nazwijmy je produktami pierwszorzędno spalenia), powinny trafić w dalszym ciągu na odpowiednią ilość powietrza drugorzędno, umożliwiającego ich zupełne spalenie. To drugorzędne powietrze musi być nassane działaniem dmuchawki i powinno wpływać w ten miejscu, gdzie

Wykres pracy wskazanej.

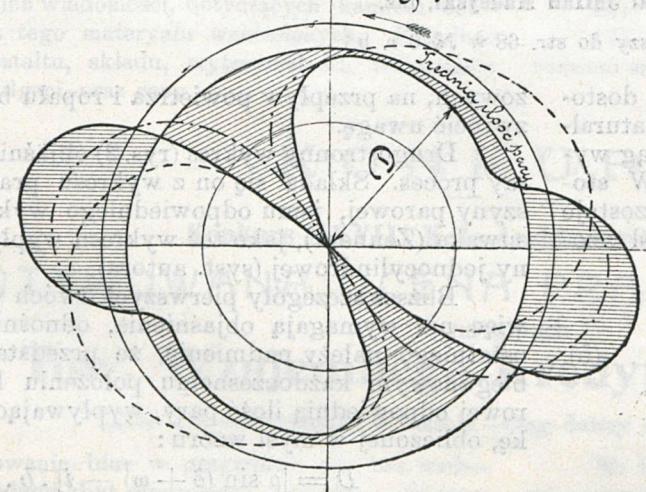


Wykres suwaka.



$$\xi = \rho \sin(\delta + \omega)$$

Wykres wypływu pary z maszyny jednocylinrowej



$$D = [\rho \sin(\delta + \omega) - i] b \cdot v \cdot g$$

$$\xi = D \sqrt{\frac{g_2^2 \left(\frac{g_2}{g_1} - 1 \right)}{K g_1^2 + g_2^2}}$$

- Normalny odpływ pary
- - - Zdrawiony " "
- - - Wypływ wewnętrzny $i = 0$.
- ▨ Nadmiar powietrza.
- ▩ Niedobór

Rys. 2.

powietrza będzie usunięty; c) przez zastosowanie przy suwakach pokrycia wewnętrznego: $i = 0$, albo ujemnego, wówczas zmniejsza się okres niedoboru i nadmiaru powietrza (krzywa wynikowa wykresu); d) zaś zupełnie, przez automatyczne regulowanie dopływu ropy w stałym stosunku do ilości nassanego powietrza.

Z wszystkich powyżej nadmienionych środków, przedstawiony pod d) jest najodpowiedniejszy, ponieważ osiąga cel bez strat pary i doprowadza stale ilość ropy, odpowiadającą ilości nassanego powietrza, a w chwili braku powietrza dopływ ropy wstrzymuje.

Przez przekształcenie wykresu wypływu pary z maszyny jednocylinrowej na podobny wykres dla maszyn bliźniaczych o korbach pod kątem 90°, przedstawiony na rys. 3, otrzymamy bardzo charakterystyczną krzywą, równoznaczną z krzywami poprzedniego wykresu, wykazującą, że przy ma-

znajduje się największa obfitość produktów pierwszorzędno spalenia. Te szczegóły wskazują nam, że dotychczasowe urządzenia sklepień paleniska nie odpowiadają w zupełności celowi, albowiem one pozwalają na bezpośredni przepływ gazów pierwszorzędno spalenia do rur, bez zetknięcia się z powietrzem drugorzędno. Cel ten mógłby być osiągnięty: 1) przez osłonięcie produktów pierwszego spalenia sklepieniem z bocznymi upustami, wstawionym pomiędzy ścianą drzewiczkową a rurką; 2) przez wprowadzenie strumienia pary w linii środkowej sklepienia; 3) przez użycie rusztu, opadającego od linii środkowej sklepienia ku ścianom skrzyni ogniowej; 4) przez doprowadzenie powietrza drugorzędno nad strumieniem, wypływającym z rozpylacza, w ilości, równej ilości powietrza, z pod rusztu przyprawającego.

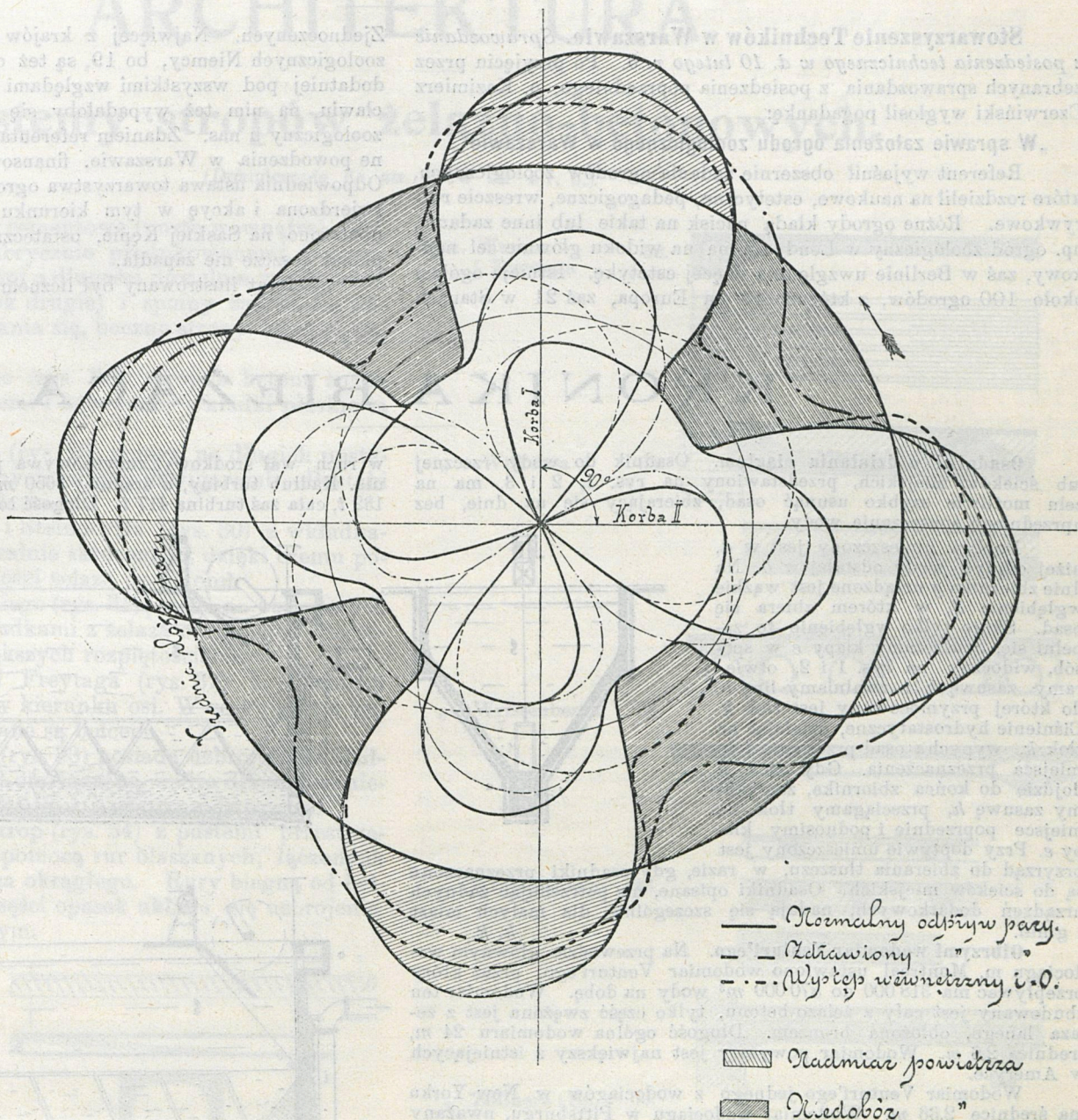
Użycie pary do rozpylania powoduje, prócz straty materiału opałowego, na jej wytworzenie zużytego, znaczne obniżenie sprawności kotła, wskutek obniżenia temperatury spalenia i zmniejszenia gęstości gazów wylotowych, czego następstwem konieczność zwiększenia ciągu w kominie, kosztem pracy maszyny parowej. Ważną więc rzeczą będzie zastanowić się nad tem, jak powinien być rozpylacz zbudowany, aby zużyć do dokładnego rozpylenia ropалу jak najmniejszą ilość pary. Profesor Thieme¹⁾ wypośrodkował, że, przy obliczeniu rozpylaczy ilość pary, użytej do rozpylania, powinna wynosić 10% tej ilości pary, która przez spalenie ropалу w kotle została wytworzona. Przyjąwszy, że 1 kg ropalu wytwarza 15—16 kg pary, otrzymamy stosunek ciężaru zużytego ropalu do ciężaru pary, do rozpylenia przeznaczonej, $1 : 1,5 = 0,7$.

Ponieważ w smoczkach do zasilania kotłów wodą, stosunek ciężaru wody do pary, wynosi $12 : 1 = 12$, przyczem kondensacja pary i oddanie żywej siły wodzie jest zupełne, zrozumiemy, że przy stosunku 0,7, otrzymanym dla ropalu, kondensacja pary wodnej będzie znikająco mała. Do obliczenia ilości pary P , ułożył profesor Thieme wzór:

$$P = K \cdot w^1 \cdot d \sqrt{2g \frac{p - p^1}{d}} \text{ w kg} \dots \dots \dots (7).$$

gdzie: p — ciśnienie pary w kotle }
 p^1 — ciśnienie atmosferyczne } w kg na 1 m^2 ,
 $g = 9,81$ — przyspieszenie ziemskie,
 d — gęstość pary,

w^1 — przekrój wypływu pary w m^2 ,
 K — współczynnik = 0,90 dla konicznych, zaś



Rys. 3. Wykres wypływu pary z cylindrów maszyny bliźniaczej.

K — współczynnik = 0,64 dla prostych pyszczków.
 Prędkość wypływu pary oznaczył według wzoru:

$$v^1 = 0,975 \sqrt{2g \left(\frac{p - p^1}{d} \right)}, \text{ w mm/sek.},$$

zaś prędkość wypływu pary z ropalem:

$$V = 0,6 v^1, \text{ w mm/sek.}$$

Ilość ropalu, przyprawającego w ciągu sekundy przez przekrój (w), oznaczył według wzoru:

$$\frac{P^1}{d^1} = K \cdot w \cdot v,$$

gdzie:

P^1 oznacza ilość ropalu w kg,
 d^1 — gęstość ropalu,
 v prędkość przyprawającego w mm na sekundę, którą przyjmuje 2—5 m na sekundę.

Użycie do rozpylania ropalu 10% pary wytworzonej musimy uważać szczególnie w parowozach za niedopuszczalne, nie tylko z tego powodu, że obniża temperaturę spalenia i zdolność nassania powietrza dmuchawką, ale i dlatego, że zdolność wytwarzania pary, potrzebnej do pracy maszyny parowej, znacznie opada. Musimy więc starać się, przez dokładne zbadanie działania rozpylacza, procent pary, zużyty do rozpylania, zredukować do minimum. W tym celu musimy się wglębić nieco w teorię wypływu pary i ropalu.

(C. d. n.)

¹⁾ Dr. Ignatz Lew. Die Feuerungen mit flüssigen Brennmaterialen. Stuttgart 1890, str. 17.

Z TOWARZYSTW TECHNICZNYCH.

Stowarzyszenie Techników w Warszawie. *Sprawozdanie z posiedzenia technicznego w d. 10 lutego r. b.* Po przyjęciu przez zebranych sprawozdania z posiedzenia poprzedniego, p. Kazimierz Czerwiński wygłosił pogadankę:

„W sprawie założenia ogrodu zoologicznego w Warszawie“.

Referent wyjaśnił obszernie zadania ogrodów zoologicznych, które rozdzielił na naukowe, estetyczne, pedagogiczne, wreszcie rozrywkowe. Różne ogrody kładą nacisk na takie lub inne zadania, np. ogród zoologiczny w Londynie ma na widoku głównie cel naukowy, zaś w Berlinie uwzględnia więcej estetykę. Istnieje ogółem około 100 ogrodów, z których 45 ma Europa, zaś 21 w Stanach

Zjednoczonych. Najwięcej z krajów europejskich mają ogrodów zoologicznych Niemcy, bo 19, są też one najlepiej urządzone. Najbardziej pod wszystkimi względami odznacza się ogród we Wrocławiu, na nim też wypadałoby się wzorować, zakładając ogród zoologiczny u nas. Zdaniem referenta, ogród taki ma wszelkie dane powodzenia w Warszawie, finansowo przedstawia się pewnie. Odpowiednia ustawa towarzystwa ogrodu zoologicznego została zatwierdzona i akcyę w tym kierunku już zapoczątkowano. Plac upatrzono na Saskiej Kępie, ostateczna decyzja władz co do tego jednak jeszcze nie zapadła.

Referat ilustrowany był licznymi przezroczami.

KRONIKA BIEŻĄCA.

Osadniki o działaniu ciągłym. Osadnik do wody rzecznej lub ścieków miejskich, przedstawiony na rys. 1, 2 i 3, ma na celu możliwie szybko usunąć osad, zbierający się na dnie, bez uprzedniego spuszczenia wody.

Dopływ umieszczony jest w *a*, niżej odpływ wody odstaje w *b*. Na dnie zbiornika *g* urządzone jest wąskie wgłębienie *d*, w którym zbiera się osad. Skoro tylko wgłębienie to zapełni się, opuszczamy kłapy *e* w sposób, widoczny na rys. 1 i 2, otwieramy zasuwę *h* i zwalniamy linę *b*, do której przymocowany jest tłok *k*. Ciśnienie hydrostatyczne, działając na tłok *k*, wypycha osad przez rurę *i* do miejsca przeznaczenia. Gdy tłok *k* dojdzie do końca zbiornika, zamykamy zasuwę *h*, przeciągamy tłok na miejsce poprzednie i podnosimy kłapy *e*. Przy dopływie umieszczony jest przyrząd do zbierania tłuszczu, w razie, gdy osadniki przeznaczone są do ścieków miejskich. Osadniki opisane, nie potrzebując żadnych urządzeń dodatkowych, nadają się szczególnie dla małych miast i gmin.

Olbrzymi wodociąg Venturi'ego. Na przewodzie głównym wodociągu m. Montreal ustawiono wodociąg Venturi'ego, przez który przepływać ma 318 000 do 870 000 m³ wody na dobę. Wodociąg ten zbudowany jest cały z żelazo-betonu, tylko część zwężona jest z żelaza lanego, obłożona bronzem. Długość ogólna wodociągu 24 m, średnica 2,6 m. Wodociąg powyższy jest największy z istniejących w Ameryce.

Wodociąg Venturi'ego jednego z wodociągów w New-Yorku ma średnicę 2,36 m. Wodociąg wodociągu w Pittsburgu, uważany dawniej za największy w Ameryce, ma średnicę 2,44 m. Największym na świecie jest wodociąg w Madras (Indye) o średnicy 3,05 m.

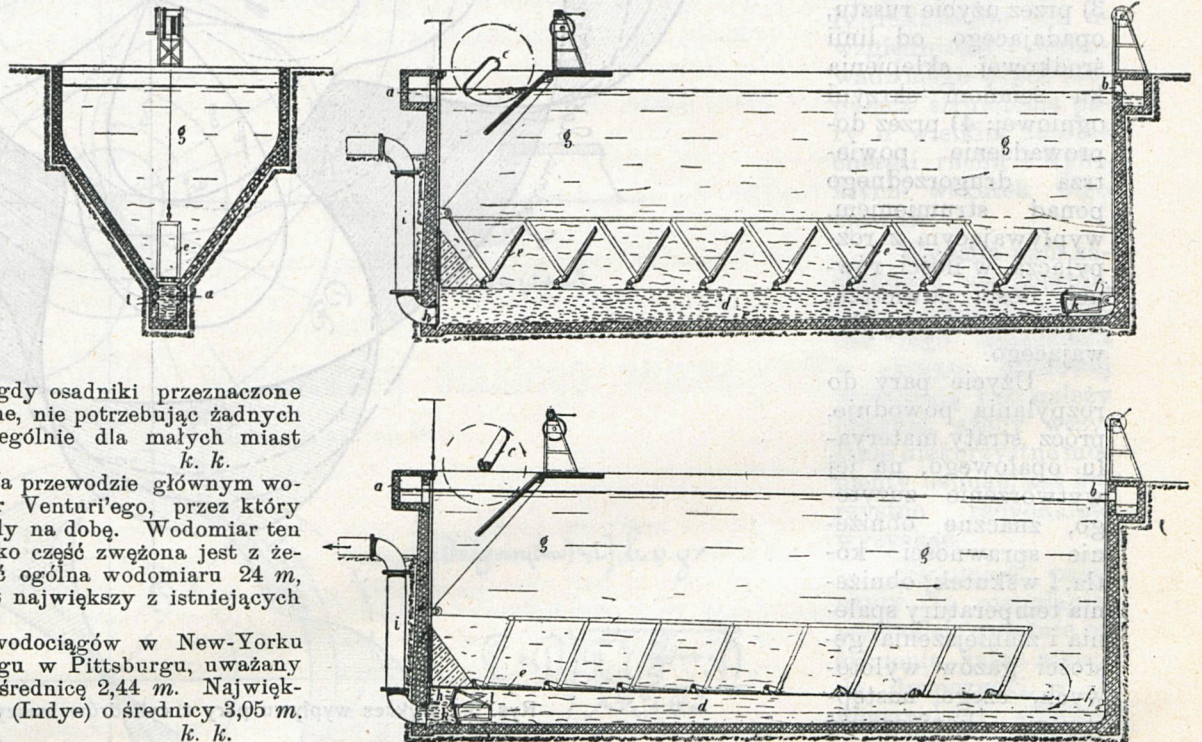
Największy parowiec oceanowy „Olympic“ wyróżnia się wśród szeregu tego rodzaju statków nie tylko swymi olbrzymimi wymiarami, lecz również urządzeniem maszyn, składającym się z kilku silników parowych tłokowych, o ogólnej mocy wskaz. 30 000 k. m. oraz turbiny parowej o mocy 16 000 k. m., nadającej statkowi szybkość 21 węzłów. Każdy z silników tłokowych wprowadza w ruch po jednym wale bocznym, turbina zaś — wał środkowy.

Poszczególne wymiary statku „Olympic“ wynoszą: długość 270,9 m, szerokość 28 m, głębokość 19,6 m, objętość 45 000 t regist., wyparcie wody 62 000 t, wysokość od dna do pomostu kapitana 31,7 m, głębokość zanurzenia 19,6 m.

Piętnaście przepierzeń poprzecznych, nieprzepuszczających wody i sięgających pomostu górnego, dzieli wnętrze okrętu na odrębne części. Silniki tłokowe zajmują przestrzeń 21 m długości, turbina zaś oraz kotły parowe po 17,4 m. Ster waży ogółem 103 t przy wysokości 24 m i szerokości 4,6 m. Ciężar samego kadłuba statku wynosi 27 500 t.

Urządzenie kotłowe składa się z 29 kotłów parowych, z których każdy o 3 paleniskach, do pracy na 15 atm. nadciśnienia przy ciągu naturalnym. Parowiec posiada cztery kominy, z których trzy obsługują kotły parowe, czwarty zaś przeznaczony jest do przewietrzania wnętrza statku; w przekroju są one eliptyczne 7,5 m × 5,8 m i posiadają wysokość 49 m. Czterocylindrowe silniki parowe, o rozprężaniu potrójnym, wprowadzają w ruch wały boczne. Średnice cylindrów 1370, 2130 i 2460 mm, skok tłoka 1900 mm. Śruby bronzowe z piastami stalowymi o średnicy 7160 mm, osadzone na wałach bocznych, robią 75 obrotów na minutę, gdy moc każdego silnika parowego wynosi 15 000 k. m. Turbina Parsona, wprowadzająca

w ruch wał środkowy, zużytkowuje parę do 0,07 atm. nadciśnienia. Kadłub turbiny, o średnicy 3650 mm i długości 4165 mm, waży 132 t, cała zaś turbina 417 t. Długość łopatek wirników 455—650 mm.



Rys. 1-3.

Śruba środkowa wykonana jest w jednej sztuce z brązu manganowego i ma 4 skrzydła po 5030 mm w średnicy.

L. Ż.

Gubernia Moskiewska pod względem przemysłowym. Przemysł gub. Moskiewskiej, według nowej pracy statystycznej inż. Lanina, obejmuje 1377 przedsiębiorstw fabrycznych i przemysłowych, zatrudniających 308 261 robotników; statystyka doprowadzona została do 1 stycznia r. 1909 i obejmuje jedynie zakłady, podległe inspekcji fabrycznej. Moskwa posiada 794 przedsiębiorstw (57,7% liczby ogólnej), zatrudniających 118 631 robotników (38,5%). Z powiatów najbardziej uprzemysłowiony jest Bogorodzki z 53 000 robotników.

Poszczególne gałęzie przemysłu przedstawiają się w sposób następujący:

	fabryk	robotn.
Przemysł włókienniczy — bawełna . . .	227	134 720
„ „ — wełna . . .	140	40 582
„ „ — jedwab . . .	116	21 918
„ „ — juta i t. d. . .	9	1 409
„ „ mieszany . . .	94	10 334
„ papierniczy z graficznym. . .	167	12 824
„ drzewny . . .	57	3 000
„ metalowy. . .	265	36 237
„ mineralny. . .	102	17 570
„ zwierzęcy. . .	69	8 051
„ spożywczy . . .	76	14 441
„ chemiczny . . .	54	6 875
Wytwarzanie energii elektrycznej . . .	1	300 hm.

ARCHITEKTURA.

Systemy stropów żelazno-betonowych.

(Dokończenie do str. 46 w № 4 r. b.).

27) Siegwarda belki cementowe (puste wewnątrz), syst. Visentini (rys. 27), są fabrycznie produkowanymi pustymi belkami żelazno-betonowymi o długości dowolnie wymaganej. Układa się je jedną obok drugiej i spoiny zalewa się wapnem. Dla lepszego spajania się, boczne strony belek są ścięte ukośnie.

28) System Starkego (rys. 28): strop z betonu żużlowego z wkładkami płaskimi i kątowymi; wkładki płaskie są na końcach zagięte.

29) System Stoltego (rys. 29) polega na długich pustakach betonowych, układanych między dźwigarami. Pustaki te uzbrojone są żelazem płaskim.

30) Strop Thomasa i Steindorffa (rys. 30) z wkładkami z żelaza płaskiego, spiralnie skręconego, dzięki czemu powiększa się siła przyczepności żelaza do betonu.

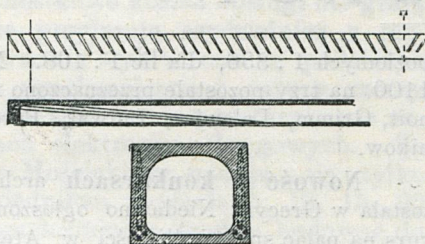
31) System Visentini (rys. 31) polega na betonowych belkach kratowych, z wkładkami z żelaza okrągłego. Szczególnie nadaje się przy większych rozpiętościach.

32) Strop Wayssa i Freytaga (rys. 32) z systemem uzbrojenia gęstniejącego w kierunku osi. W zetknięciu z belkami wkładki zaklamrowane są bolcem.

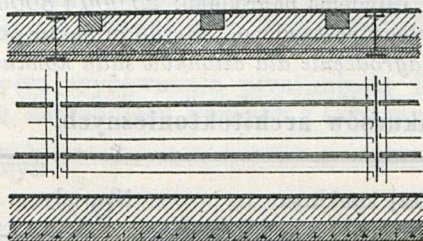
33) Strop Wilkensa (rys. 33) posiada uzbrojenie wkładkami zwieszającymi się od dźwigarów; nadto dla usztywnienia wymaga strop ten wkładek w kierunku odwrotnym.

34) Wrissenberga strop (rys. 34) z pustymi przestrzeniami, otrzymywanymi zapomocą rur blaszanych, łączonych po parze opaskami z żelaza okrągłego. Rury biegną od belki do belki. Na dolnej części opasek układa się uzbrojenie, zalewane betonem żużlowym.

System Siegwarda 27



„ Starkego 28.



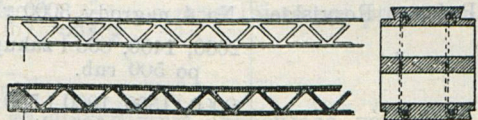
„ Stoltego 29.



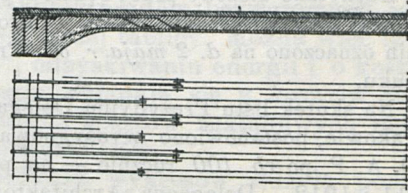
„ Thomasa i Steinhoffa 30.



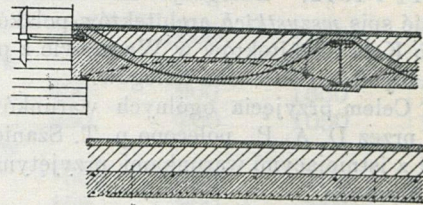
„ Visentini 31.



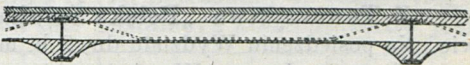
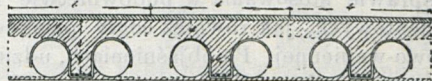
Syst. Wayssa i Freytaga 32.



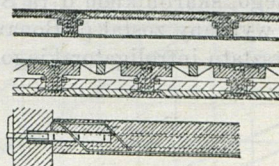
„ Wilkensa 33.



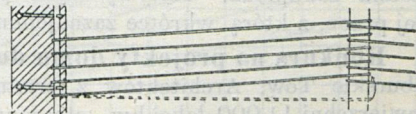
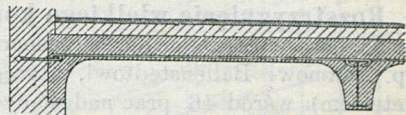
„ Wrissenberga 34.



„ Wrzesińskiego 35.



„ Zöllnera i Sp. 36.



35) Strop „Simplex“ Wrzesińskiego (rys. 35). W murach oporowych zakłada się krótkie belki dwuteowe, przez które przewleka się płaskie wkładki, przyjmujące ciśnienie poprzeczne i służące jednocześnie do urządzenia rusztowania. Belki uzbrojone betonowe w kształcie litery T układają się między dźwigarami.

36) Strop Zöllnera i Sp. (rys. 36). Między oporami a górnymi flanszami dźwigarów przeciąga się wkładki z okrągłego żelaza w kierunku do nich prostopadłym i usztywnia się je przez przesunięcie jednego końca wkładek (przy dźwigarach).

Do tego prawie wyczerpującego opisu systemów stropów żelazno-betonowych dodać należy próbę Wayssa stropu nieakustycznego (por. *Przeł. Techn.* z r. 1907, str. 370: „Stropy skrzynkowe systemu inż. Wayssa“), oraz strop „podwójny żelazno-betonowy płaski od spodu“, systemu inżynierów G. Trzczińskiego i Wł. Wróbla, opisany w № 2 *Przeł. Techn.* z r. 1909.

H. W.

RUCH BUDOWLANY I ROZMAITOŚCI.

Posiedzenie Koła Architektów d. 13 lutego r. b. Po rozpatrzeniu przez Prezydium nowej ustawy ogólnej dla kół i wydziałów Stowarzyszenia Techników, która nie przewiduje tworzenia w łonie wydziałów sądów koleżeńskich, Koło uznało instytucję sądu za czynnik pierwszorzędnej wagi i decydujący o jego istnieniu przy Stow. Techn. W razie niemożności utworzenia sądu koleżeńskieg, Koło zmuszone będzie poczynić starania, celem ugruntowania swej egzystencji w sposób samodzielny.

Odczytano ułożony przez sędziów program XXXII konkursu na kaplicę przy przytułku T-wa Dobroczyńności w Warszawie. Termin oznaczono na d. 2 maja r. b. Program przyjęto i zalecono do druku.

Na skutek listu Prezydium Delegacji Architektów Polskich w Krakowie, postanowiono wyasygnować jako zapomogę od Koła dla D. A. P. po rb. 100 rocznie — na przeciąg lat dwóch, t. j. na r. 1911 i 1912. Delegacja Architektów Polskich ma zamiar sporządzić spis *wszystkich* architektów-polaków i w tym celu zwróciła się do Koła Architektów w Warszawie z prośbą o dostarczenie listy ze znanymi mu adresami kolegów.

Celem przyjęcia ogólnych warunków konkursowych, ułożonych przez D. A. P., polecono p. T. Szanirowi porównać owe warunki z istniejącymi warunkami, przyjętymi przez Koło Architektów w Warszawie.

Odczytano otrzymane od T-wa Hygienicznego zapytania w sprawie stosowania w budownictwie miejskim pustych bloków cementowych, jak również cegły piaskowo-cementowej i masy piaskowo-wapiennej. Po objaśnieniach, udzielonych przez pp. Piotrowskiego i Wróbla—Koło przekazało p. Wróblowi wypracowanie odpowiedzi na powyższe zapytanie.

T. Sz.

Z Towarzystwa „Polska Sztuka stosowana“ w Krakowie. Na posiedzeniu Wydziału dn. 9 b. m. wybrano ponownie prezesem T-wa p. Jerzego Warchałowskiego, wiceprezesem p. Józefa Czajkowskiego, skarbnikiem d-ra Stanisława Golińskiego. Sekretarzem T-wa wybrany został p. Bonawentura Lenart, kierownik wzorowego warsztatu introligatorskiego przy Muzeum techniczno-prze-

mysłowym. Następnie przyjęto do wiadomości wydanie 14-go zeszytu jako premium dla członków. Na odezwę hr. A. Stadnickiego z Nawojowej w sprawie ogłoszenia konkursu na afisz dla Szczawnicy, uchwalono konkurs ten w najbliższym czasie ogłosić. Przyjęto zaproszenie Delegacji Architektów Polskich, do udziału w wystawie architektonicznej w r. 1912 w Krakowie. Wreszcie uchwalono, na odezwę T-wa upiększania Krakowa, wziąć gremialny udział w akcji T-wa przeciwko ustawieniu pomnika Kościuszki na rynku krakowskim.

Nowe przepisy budowlane dla Budapesztu zostały świeżo opracowane. Główne punkty nowej ustawy są następujące:

1) Miasto podzielone zostało na 8 dzielnic, z których każda podlega specjalnym przepisom budowlanym.

2) Określono najmniejszy wymiar placu do budowy.

3) Oprócz przedsiębiorcy—część odpowiedzialności za budowę ponosi również architekt, czego nie było dotychczas, a co stało się koniecznym z powodu licznych wypadków nieszczęśliwych w ostatnich czasach.

4) Największa wysokość budynków wynosi 15 m w dzielnicy willowej, 25 m—w środku miasta; w pozostałych dzielnicach—17—21 m.

5) Najmniejsza wysokość pokoi mieszkalnych wynosi 3,2 m; w dzielnicy willowej 2,8 m. Pomieszczenia drugorzędne muszą mieć przynajmniej 2,6 m wysokości.

6) Podwórza winny mieć 6 m szerokości.

7) Kuchnie i warsztaty mogą mieścić się w suterenach, nie głębiej jednak aniżeli 1 m od powierzchni ulicy; wysokość ich winna w tym wypadku wynosić 3,2 m, przytem nie mogą one służyć na sypialnie.

Nieznaczne zagłębienie się w ziemię spowodowane jest wysokim poziomem wód gruntowych w Budapeszcie. Opracowanie nowej ustawy budowlanej było koniecznym zwłaszcza wobec silnego ruchu budowlanego, zarówno prywatnego jak i miejskiego, jaki się w ostatnich czasach w Budapeszcie ujawnił.

T. Sz.

KONKURSY.

Rozstrzygnięcie wielkiego konkursu na ukształtowanie placu Klebera w Strassburgu, przysporzyło sławy rodakowi naszemu p. Adamowi Ballenstedtowi, którego praca (współ z kolegą p. Detertem) wśród 46 prac nadesłanych, zajęła czwarte miejsce i została zakupiona. Motywy sądu podnoszą zalety niepospolite tej pracy, z którą wkrótce zaznajomimy naszych czytelników.

Konkurs na projekty domu dochodowego rozpisuje Petersburskie Tow. Architektów z terminem 27 marca r. b. Plac o powierzchni 11 000 łokci kw., otoczony czterema ulicami, przeznaczony jest na sklepy, biura, łaźnie i mieszkania. Skala dla rzutów

poziomych 1 : 336, dla lic 1 : 168. Nagrody cztery, pierwsza rb. 1100, na trzy pozostałe przeznaczono rb. 1900. Sędziowie pp. Benoit, Grimm, Lalewicz, Lidwał, Peretjatkowicz, Iljin i Ogorodnikow.

Nowość w konkursach architektonicznych wprowadzona została w Grecji. Niedawno ogłoszono tam międzynarodowy konkurs na pałac sprawiedliwości w Atenach, z terminem 21 sierpnia r. b. i dwiema nagrodami: 20 000 i 8000 drachm. Jako warunek przytem postawiono, aby do projektu dołączyć 200 drachm, jako wynagrodzenie dla członków sądu konkursowego.

Kalendarz terminowy bieżących konkursów architektonicznych.

Kto rozpisuje	Treść zadania	Termin nadesłania	Rodzaj konkursu	Nagrody	Uwagi
Komitet budowy	Pomnik	24 lutego r. b.	Międzynarodowy	1500, 1000 i 500 rub.	Por. № 28 P. T. r. z.
Wydział służby	Centralny gmach Zarządu dr. żel.	28 lutego r. b.	?	?	Por. № 52 P. T. r. z.
Koło Arch. we Lwowie	Gmach Dyrekcji dr. ż.	1 marca r. b.	Dla polaków	3000, 2000 i 1000 rb.	Por. № 2 P. T. r. b.
Koło Arch. w Warsz.	Kościół	10 marca r. b.	„	600, 400 i 250 rb.	Por. № 2 P. T. r. b.
Koło Arch. w Warsz.	Szkoła	20 marca r. b.	„	Bez nagród	Por. № 4 P. T. r. b.
Zarząd m. Brassó	Plan miasta	20 marca r. b.	Międzynarodowy	8000, 4000 i 2000 kor.	Por. № 36 P. T. r. z.
Tow. Archit. w Petersb.	Dom dochodowy	27 marca r. b.	Na Państwo Rosyjskie	Na 4 nagrody 3000 rb.	Por. № 8 P. T. r. b.
Tow. Arch. w Moskwie	Dom dochodowy	28 marca r. b.	„	2000, 1400, 800 i zakupy po 500 rub.	Por. № 41 P. T. r. z.
Moskiew. Tow. Archit.	Dom dochodowy	14 kwietnia r. b.	„	2000, 1500, 1000 i 500 rb. Zakupy po 500 rb.	Por. № 45 P. T. r. z.
Tow. Przyj. Szt. Piękn. w Krakowie	Plakieta	1 maja r. b.	Dla Polaków	600, 400 i 250 kor.	Por. № 48 P. T. r. z.
Koło Arch. we Lwowie	Pomnik	1 maja r. b.	„	1000, 600 i 400 kor.	Por. № 2 P. T. r. b.

ELEKTROTECHNIKA.

Kondensatory elektryczne Mościckiego i ich zastosowanie.

Podał **Kazimierz Drewnowski.**

(Dokończenie do str. 50 w № 4 r. b.).

IV. Wyrównywanie przesunięcia faz.

Przeglądając literaturę fachową, nieraz można spotkać się ze zdaniem¹⁾, że tylko wskutek braku odpowiednich kondensatorów nie można na większą skalę przedsięwziąć wyrównywania przesunięcia faz, spowodowanego prądami bezwrotnymi. Motor synchroniczny, ustawiony np. w podstacyi, może—wzbudzony nadmiernie—wpływać wyrównawczo tylko na tę część sieci, która znajduje się między nim a elektrownią, na inne zaś tylko pośrednio, przez zmniejszenie spadku napięcia. W razie, jeżeli się go ustawi w elektrowni, wpływa tylko na generator a nie na sieć. Chcąc więc osłabić ujemny wpływ każdego odbiorcy indukcyjnego, należałoby przy każdym z nich ustawić motor synchroniczny. Jest to wprost wykluczone ze względu na koszt, jakie pociąga ze sobą niestanna jego obsługa. Kondensatory, nie wymagające tej obsługi, mogą więc skutecznie zastąpić motory synchroniczne, o ileby koszt ich założenia i ruchu nie był zbyt wielki, a one same mogłyby pracować bez nadmiernego ogrzewania się.

Te cechy mają właśnie kondensatory Mościckiego. Ponieważ jednak są to kondensatory tylko na wysokie napięcie, nie można ich używać w sieciach niskiego napięcia, chyba tylko za pośrednictwem transformatorów. W tej części referatu chcę właśnie wyjaśnić, przy jakich napięciach przedstawiają kondensatory Mościckiego większe korzyści niż motory synchroniczne.

Ponieważ—jak wyżej wspomniałem—motory synchroniczne wymagają stałej obsługi, można je używać tylko do większych mocy, gdzie jednostkowe koszty obsługi nie grają wielkiej roli; jako granice przyjmuję rozdzielnicę o mocy 500—2000 kw. Z porównania wykluczone są podstacje przetwórcze, gdzie motory synchroniczne z natury rzeczy mogą być ustawione; wypadek taki (brak podstacyi) nie należy do rzadkości w sieciach elektrowni okręgowych. Ze względu, że kondensatory Mościckiego nadają się tylko do wysokich napięć, uwzględniłem napięcia 5, 10, 15, 20 i 30 000 v.; za to motory synchroniczne trudno budować do napięć wyższych niż 10 000 v., dlatego wziąłem dla nich tylko 5 i 10 000 v. Wielkość przesunięcia fazy przyjąłem $\cos \varphi = 0,9$ i $0,7$.

Przy badaniu wpływu wyrównywania przesunięcia faz, można wziąć pod uwagę następujące korzyści z tego wynikające:

Dla nowych instalacji:

1) można tę samą energię przetranszować z mniejszą stratą na tę samą odległość, albo na dalszą odległość przetranszować przy tej samej stracie większą ilość energii, a to z tego powodu, że strata energii w przewodnikach, przy przetranszowaniu prądów zmiennych, jest odwrotnie proporcjonalna do współczynnika mocy;

2) przy tej samej mocy, napięciu i oddaleniu można uzyskać zmniejszenie wydatku na miedź, gdyż stosunek przekroju przewodników przy przesunięciu faz f_p , do przekroju, bez przesunięcia f_s (prąd stały), wynosi przy tym samym procentowym spadku napięcia $\frac{1}{\cos \varphi}$, a przy tej samej procentowej stracie mocy $\frac{1}{\cos^2 \varphi}$.

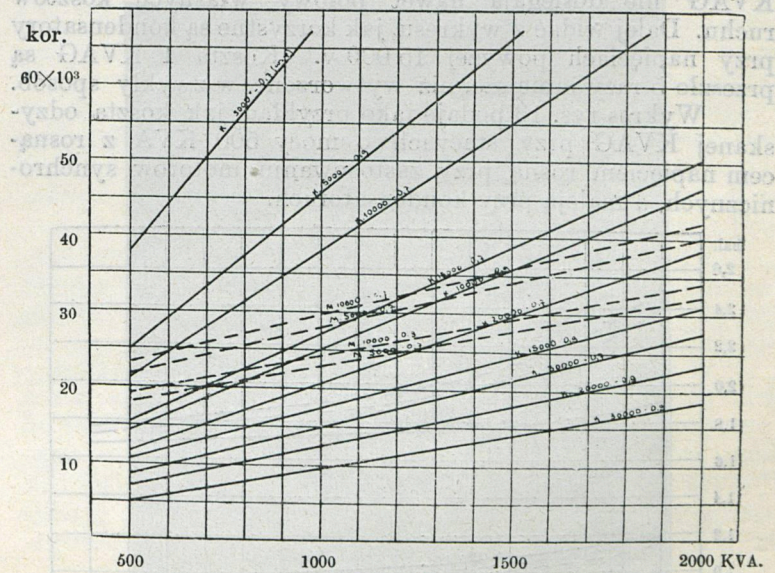
Może się zdarzyć, że elektrownia, pracująca ze znacznym $\cos \varphi$, jest już u kresu swej wydajności, i zachodzi potrzeba jej rozszerzenia. Przez odpowiednie zastosowanie wyrównywania przesunięcia faz, można odzyskać znaczną

część energii, straconą wskutek prądów bezwrotnych, jak to się okazuje z niżej zamieszczonej tablicy. Można więc mówić niejako o „wytwarzaniu“, odzyskiwaniu energii i o kosztach „wytwarzania“. Te koszty składają się z kosztów ruchu, amortyzacji i oprocentowania kosztów zakładowych motoru synchronicznego czy kondensatorów.

Za podstawę do obliczeń wykresów służyła poniższa tablica:

Moc pozorna w KVA	500	1000	1500	2000
Moc rzeczywista w kw				
przy $\cos \varphi = 0,9$	450	900	1350	1800
przy $\cos \varphi = 0,7$	350	700	1050	1400
Moc stracona w kw				
przy $\cos \varphi = 0,9$	50	100	150	200
przy $\cos \varphi = 0,7$	150	300	450	600
Moc dodatkowa w KVA				
przy $\cos \varphi = 0,9$	220	440	660	880
przy $\cos \varphi = 0,7$	360	720	1080	1440

Rys. 10 przedstawia koszty zakładowe motoru synchronicznego M , lub baterii kondensatorów K o mocy, odpowiadającej każdorazowo $\epsilon \sin \varphi$ KVA, potrzebnej do całkowitego wyrównania przesunięcia faz. Instalacja kondensatorów jest



Rys. 10.

bardzo prosta; wielkość baterii dobiera się przez połączenie równoległe odpowiedniej liczby ogniw; kosztta ustawienia wynoszą około 12% ceny baterii. Motor synchroniczny wymaga wielkich kosztów ustawienia i osobnej rozdzielnicy; te koszty dodatkowe liczyłem około 5000 kor. na motor.

Z wykresu (rys. 10) widać od razu przewagę motorów nad kondensatorami przy instalacjach o napięciu 5000 v. Przy 10 000 v. przewaga ta zaczyna się dla $\cos \varphi = 0,9$ od 900 KVA, a dla $\cos \varphi = 0,7$ od 600 KVA. W innych wypadkach kondensatory są tańsze.

Jeszcze wyraźniej widać to na rys. 11, na którym są przedstawione koszty zakładowe 1 KVA, odzyskanego zapotrzebowania motorów lub kondensatorów.

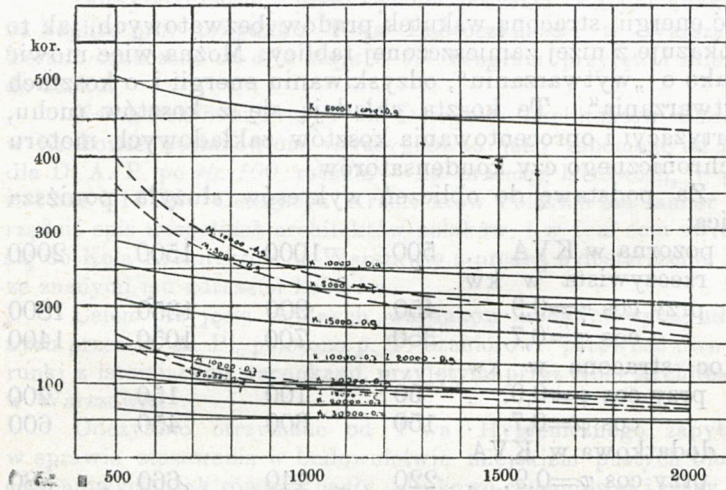
Zato rys. 12, podający koszty „produkcyjnej“ 1 KVA odzyskanej, wykazuje bezwzględnie wyższość kondensatorów nad motorami synchronicznymi. Kondensatory, zużywające najwyżej 1% energii, do jakiej są przeznaczone, i nie wymagające stałej obsługi, muszą mieć przewagę nad motorami, które przy biegu jałowym pochłaniają co najmniej kilka procentów energii pełnego obciążenia i muszą być stale obsługiwane. Wykres (rys. 12) został sporządzony dla następu-

¹⁾ Np. Herzog i Feldmann: Berechnung elektrischer Leitungsnetze.

jących danych: amortyzacja i oprocentowanie 10% (dla kondensatorów może być mniej), koszt własny 1 KWG 5 hal.¹⁾, motor i kondensatory 3000 godzin rocznie w ruchu przy pełnym obciążeniu, albo przez cały rok przy obciążeniu średnim 35%. Wtedy koszt „produkcji“ 1 KWAG odzyskanej będzie

$$\frac{5 p P}{P'} + \frac{0,1 P}{3000} \text{ halerzy,}$$

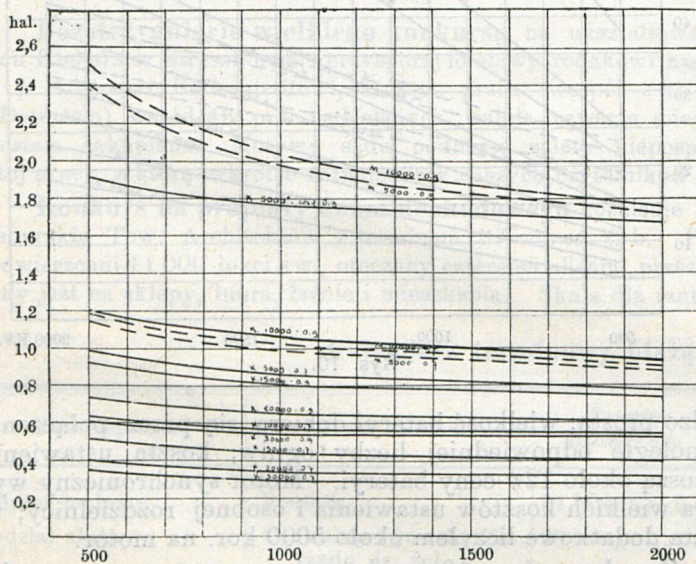
gdzie P — moc ustawiona, P' — moc odzyskana, $p=0,01$ dla kondensatorów, $p=0,06$ dla motorów (wzięto za mało — dla uwydatnienia!).



Rys. 11.

Widzimy z wykresu (rys. 12), że w granicach powyższych — opłaca się ustawić kondensatory, zamiast motorów, nawet przy napięciu 5000 v. Same koszty odzyskanej KWAG nie osiągają nawet połowy własnych kosztów ruchu. Dalej widać z wykresu, jak korzystne są kondensatory przy napięciach powyżej 15 000 v. Koszta 1 KWAG są przeszło 5 razy mniejsze, niż wytworzone w zwykły sposób.

Wykres rys. 13 podaje jako przykład, jak koszty odzyskanej KWAG przy stacjach o mocy 500 KVA z rosnącym napięciem rosną przy zastosowaniu motorów synchronicznych, a maleją przy kondensatorach.



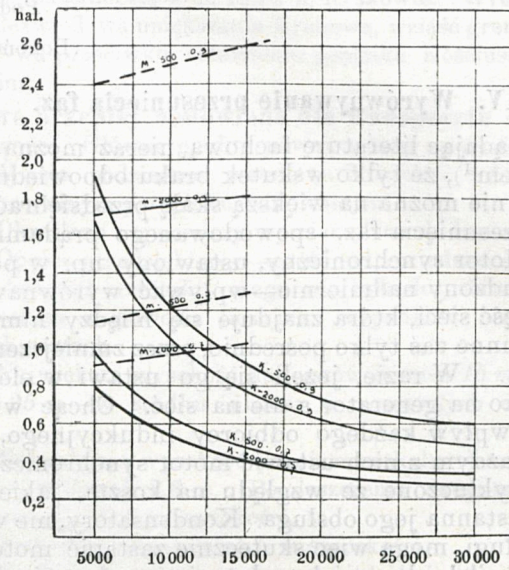
Rys. 12.

Reasumując te wyniki, dochodzimy do wniosku, że kondensatory Mościckiego oddać mogą wielkie usługi przy wyrównywaniu przysunięcia faz już od napięć 5000 v. i to nie tylko dla małych stacji, lecz i dla dużych, gdzie mogą wchodzić w grę i motory synchroniczne, wyjąwszy wypadki, gdzie te motory są już ustawione do innych celów, szczególne zaś korzyści występują przy napięciach powyżej 15 000 v.

Kondensatory używane w tym celu mają grubość ścianki cieńszą (o ile nie są wystawione na znaczną zwyżkę napięcia), skutkiem czego pojemność ich się zwiększa. Ażeby spełniały swe zadanie należycie, winny być o ile możliwości jak najbardziej porozrzucane w sieci, a więc ustawione przy każdym

¹⁾ Halery austriackich.

większym transformatorze. O zupełnym wyrównaniu przysunięcia faz nie może być mowy, gdyż w takim razie należałoby przystosowywać wielkość baterii kondensatorów do każdorazowego $\cos \varphi$, co bez wielkich kosztów nie da się wykonać; baterie kondensatorów należy obliczać dla średniego $\cos \varphi$ według wzorów na moc $P_1 = P \sin \varphi$ KVA i na pojemność $C = \frac{P \cdot 10^6 \cdot \sin \varphi}{2 \pi n E^2} \mu F$, gdzie P — moc pozorna w KVA.



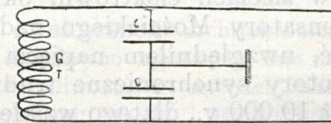
Rys. 13.

Z tego też względu wykresy powyższe mogą tylko służyć do ogólnego zorientowania się w zachodzących stosunkach.

Kondensatory, przeznaczone do wyrównywania przysunięcia faz, zaleca się załączać według następującego układu (rys. 14). W takim wypadku można mieć jeszcze następujące korzyści:

1) Wyrównanie krzywej napięcia generatora, popsutej drganiem pochodnymi, które mają tem łatwiejsze przejście przez kondensator, im są częstsze; skutkiem tego część linii, leżąca poza baterią, jest ich pozbawiona, a przez to bieg motorów staje się pewniejszy i unika się zjawisk rezonansu, które mogą być dla sieci niebezpieczne¹⁾.

9) Przez podzielenie zaś baterii na dwie części i uzziemienie środka, wszystkie prądy o większej częstotliwości niż normalna tem łatwiej odprowadzane są do ziemi, im ich częstota



Rys. 14.

jest większa. Zyskuje się w ten sposób ochronę przed zwyżką napięcia i wyładowaniami elektryczności atmosferycznej, bez użycia osobnych ochronników.

V. Ochrona przed nadmiernym napięciem.

Praktyczne rozwiązanie kwestii ochrony linii przed zwyżką napięcia należy jeszcze do przyszłości; przyrządy ochronne, dzisiaj używane, można uważać tylko za próby mniej lub więcej szczęśliwe. Przyczynia się do tego głównie to, że same zjawiska nie są jeszcze dostatecznie zbadane, a tem mniej działanie przyrządów ochronnych, tak, że mamy w tym względzie tylko hipotezy, czekające na potwierdzenie w praktyce. Omawianie tych hipotez wyprowadziłoby poza ramy niniejszego referatu; pozwolę sobie to uczynić innym razem, a dziś muszę się powołać na odpowiednią literaturę, głównie na artykuły *E. T. Z.* z r. 1908 i 1910, spowodowane odczytami na zjeździe elektrotechników niemieckich w Essen 1908. Obecnie zastanowię się tylko pokrótce nad tem, jaką rolę mogą odegrać kondensatory w poszczególnych przypadkach zaburzeń, spowodowanych zwyżką napięcia w przewodach.

¹⁾ P. K. Drewnowski: O zastosowaniu kondensatorów Mościckiego, *Czasopismo Techniczne* 1907. № 10 (zdjęcia oscylograficzne przebiegu krzywej napięcia).

1) *Rezonans elektryczny.*

Zjawisko rezonansu elektrycznego może powstać wtedy, jeżeli wartości samoindukcji i pojemności linii są takie, że się równoważą ze względu na podstawową częstość okresów, lub na które z drgań pochodnych; w pierwszym wypadku napięcie na idealnym kondensatorze (utworzonym przez linię) może wzrosnąć (teoretycznie) kilkanaście razy i przebić np. kabel; na szczęście zjawisko to dla normalnych częstości jest bardzo rzadkie (powstanie w razie, jeżeli $l \cdot L \cdot C \approx 10$, gdzie l — długość linii w km, L — samoindukcja na 1 km linii w Henry, a C takąż pojemność w μF ; widać, że na to narażone są przedewszystkiem linie bardzo długie. Częstszym może być drugi wypadek, a mianowicie rezonans ze względu na pochodne drgania, słabszy wprawdzie, ale zawsze mogący spowodować uszkodzenia linii.

Kondensatory, załączone do linii (równoległe), zwiększają wprawdzie pojemność a więc i możliwość rezonansu, ale z drugiej strony stanowią — jak o tem była wzmianka w rozdziale 4 — niejako skrót dla wyższych harmonicznych i oczyszczają krzywą napięcia generatora.

2) *Włączanie i wyłączanie.*

Przy włączaniu i wyłączaniu linii, powstaje nadmierne napięcie, którego wielkość przy włączaniu nie przekracza — nawet w najgorszych warunkach — podwójnej wielkości napięcia sieci; za to przy wyłączaniu prądu powstaje napięcie

wielkości $e = i \sqrt{\frac{L}{C}}$. W liniach, mających duże L a małe C (przewody dalekonośne), mogą więc powstać znaczne napięcia, w sieciach kablowych mniejsze. Widzimy stąd, że włączenie kondensatorów może zmniejszyć zwykłą napięcia przy wyłączaniu. To tłumaczy się tem, że kondensator przyjmuje w siebie część energii odłączonej, która sprawa uderzenie.

Jeżeli uwzględnimy tłumienie, to, gdy $R < 2 \sqrt{\frac{L}{C}}$, mamy wyładowanie energii oscylacyjne i kondensator może ją przepuścić do ziemi.

3) *Skrót dwóch przewodów.*

Przy przerwaniu skrótu zachodzą te same zjawiska, co przy wyłączaniu prądu, lecz w znacznie wzmoczonej formie, gdyż i energia zwarcia jest większa dla danego układu ($\frac{1}{2} i^2 L$). Działanie kondensatora jest więc podobne jak poprzednio, nadmiar napięcia, jaki przy tem powstaje wskutek obecności kondensatora, jest mniejszy, gdyż kondensator przyjmuje pewną część energii, ale za to, w razie, gdy drgania nie są oscylacyjne i kondensator nie przepuścił ich do ziemi, może nastąpić tem silniejsze wyładowanie energii potencjalnej kondensatora.

4) *Zwarcie z ziemią.*

Zwarcie z ziemią, w razie nieuziemionego punktu zerowego, powoduje trwały nadmiar prądu i łuk do ziemi, który ma tendencję do gaśnięcia i zapalania się z energią $\frac{1}{2} C E^2$.

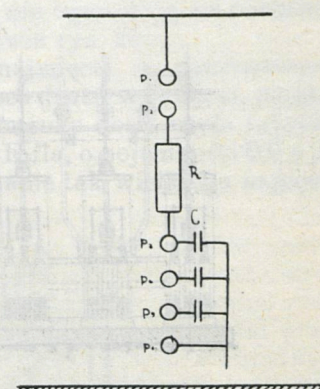
Przy tem powstaje wędrująca fala napięcia, która częściowo zostaje odrzucona przez indukcję transformatorów i generatorów, a częściowo przepuszczona przez kondensator, włączony między przewodami a ziemią. Taka wędrująca fala napięcia wywołuje fale stojące, a te powodują drgania o wielkiej częstości; te drgania mogą sprawić przebięcie izolacji i zwarcie z ziemią, a więc znowu drgania o mniejszej częstości.

Kondensator spełnia więc tutaj rolę podwójną: zmniejsza wprawdzie nadmiar napięcia przez przepuszczenie części energii do ziemi, ale za to zwiększa energię potencjalną wyładowań. Przepuszczenie energii jest tem sprawniejsze, im częstość drgań jest większa, ta wynosi zwykle kilka tysięcy; nie jest to liczba dostatecznie duża, przeto wynikająca stąd pojemność kondensatora musi być znaczna.

Z tego też względu kondensatorów nie używa się wprost jako ochronników przed nadmiernymi napięciami, lecz pośrednio jako część składową t. zw. wentyli elektrycznych systemu Giles'a (dyrektora fabryki kondensatorów w Fryburgu).

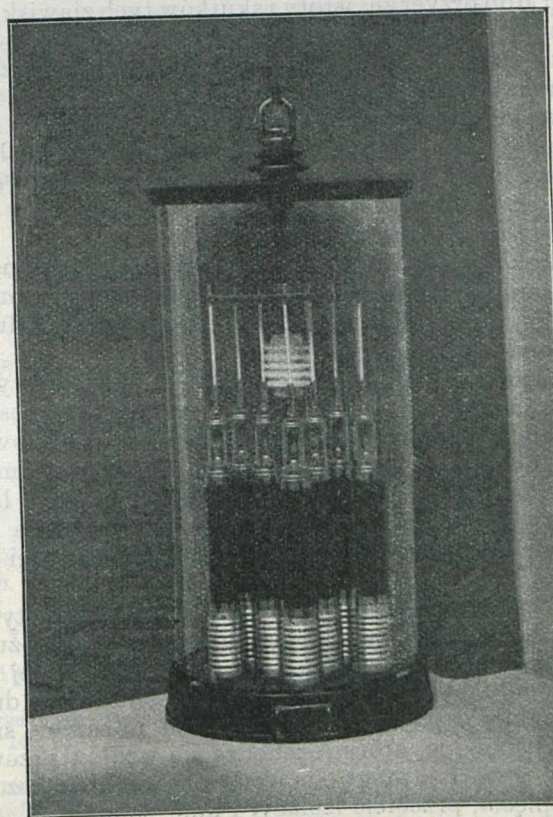
Wentyle elektryczne.

Zasada wentyla elektrycznego jest następująca (rys. 15): p_1, p_2, \dots są to płytki, tworzące przeskoki iskier, R — opór odpowiednio dobrany (1000—2500 omów); p_1 ma stale potencjał linii, a $p_3 - p_6$ potencjał ziemi, p_6 jest wprost z ziemią połączona, a inne za pośrednictwem małych kondensatorów C . Przeskok $p_1 - p_2$ da się regulować odpowiednio do napięcia linii, tak aby już nieznaczny nadmiar napięcia spowodował iskrę; inne przeskoki są stałe. W razie zwykłej napięcia, powstaje iskra między p_1 a p_2 , wtedy p_2 ma ten sam potencjał co p_1 , zmniejszony o spadek napięcia w iskrze. Podobnie powstaje spadek napięcia na oporze R , spadek niewielki, bo i prąd, idący przez kondensator, jest niewielki. Ponieważ p_3 ma teraz potencjał trochę tylko mniejszy od p_2 , a p_4 ma potencjał 0, przeto powstanie iskra i t. d., aż do p_6 , wtedy prąd może spłynąć do ziemi.



Rys. 15.

Jak widać, wentyl elektryczny jest to ulepszony ochronnik krążkowy wielokrotny (walce Würtza) przez dodanie kondensatorów, skutkiem tego między poszczególnymi płytkami panuje prawie całe napięcie doziemne. Znalezione, że przez dodanie kondensatorów zmniejsza się potrzebne napięcie do przebiecia wszystkich przeskoków, np. z 50 000 v. na 10 000 v.



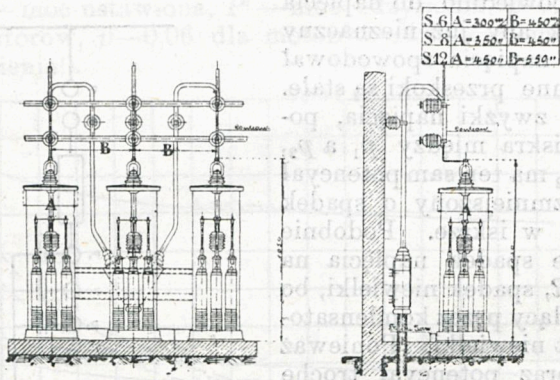
Rys. 16.

Takie wentyle, zestawione po kilka razem równoległe, skutkiem czego opór zastępczy jest mały, tworzą baterię, przedstawioną na rys. 16. Widać tam tylko pierwszy przeskok w każdym ogniwie; opór, inne przeskoki i kondensatory są osłonięte płaszczem cylindrycznym. Całość zamknięta jest w osłonie szklanej, aby przeskoki uczynić czulszymi.

Taki wentyl ma w przeciagu jednego pół okresu prądu generatora przerwać iskrę, powstałą skutkiem nadmiaru napięcia, a to właśnie przez działanie wentylowe płytek mosiężnych, podobnie jak przy ochronnikach krążkowych.

Fabryka kondensatorów wyrabia baterie wentyli do napięć 8—18 000 v. i to dla prądów generatora do 70 amp., w cenie od 270—480 kor., dla 90 amp. 350—630 kor. i dla 135 amp. 520—940 kor.

Projekt ustawienia baterii wentyli dla linii trójfazowej podaje rys. 17.



Rys. 17.

Jakkolwiek co do dobroci i użyteczności wentyli zdania są bardzo podzielone¹⁾, znajdują one coraz większe zastosowanie, głównie w miejskich elektrowniach w Niemczech (Lipsk, Essen, Dortmund, Differdingen, Saarbrücken i in.).

VI. Ochrona przed wyładowaniami atmosferycznymi.

Jeszcze mniej zbadaną dziedziną jest sprawa wyładowań elektryczności atmosferycznej na przewodnikach daleko-ności. Co do przyczyn, istoty i skutków tych zjawisk istnieją różne przypuszczenia i zapatrywania. Zgodność jest tylko co do bezpośrednich ładunków statycznych, jakie wzbudzą chmury naładowane elektrycznością, przeciągające nad przewodnikami elektrycznymi. Kondensator, załączony między linię a ziemię, może w tym wypadku przyjąć część ładunku i zmniejszyć skutkiem tego wyżkę napięcia; właściwą ochroną są jednak—powszechnie używane—opory z wody tryskającej i cewki do wyładowań statycznych.

Wpływ wyładowań elektryczności atmosferycznej między chmurami a ziemią, lub między dwiema chmurami może być przypisywany albo indukcji elektrycznej (influcyji), albo indukcji elektromagnetycznej.

W pierwszym wypadku—indukcja elektrostatyczna—elektryczność chmury odpycha taką samą elektryczność ziemi i przewodników; ponieważ przewodniki są dobrze izolowane od ziemi, zachowują się, jako naładowane względem ziemi elektrycznością o tym samym znaku, co chmury; jeżeli ładunek przekroczy granice wytrzymałości izolacji, następuje przebicie i zwarcie, co powoduje drgania o średniej częstotliwości i zwykłej napięcia.

W drugim wypadku—indukcja elektromagnetyczna—chodzi o oscylacyjne wyładowania pioruna w pobliżu, które powodują drgania, zależne od stanu linii (od jej pojemności, samoindukcji...) Wtedy mamy w linii dwa drgania: jedno o wielkiej częstotliwości—nieswobodne i drugie o średniej częstotliwości—swobodne, które rozchodzą się wzdłuż przewodów z chyżością światła i mogą spowodować skutek rezonansu zwykłej napięcia, przebicie izolacji i inne zaburzenia.

Właśnie co do częstotliwości tych dwóch wpływów istnieją różne zapatrywania: jedni twierdzą, że pierwsze są najczęstsze, drudzy przeciwnie, starają się udowodnić, że ważniejsze są drgania o wielkiej częstotliwości skutkiem wyładowań pioruna i jako ochronniki proponują kondensatory, a zarzucają

¹⁾ Niedawno pojawił się w E. T. Z. № 18 i 19 artykuł inżyniera Siemens-Schuckert Werke F. Schrottkego, w którym tenże w tonie niepraktykowanym w poważnej literaturze technicznej, występuje przeciw ochronie linii zapomocą kondensatorów i wentyli, zalecając różki Siemens. Z powodu braku miejsca nie mogę podać krytyce wspomniany artykuł, zwłaszcza, że bez doświadczeń byłoby to bezcelowe. Mając jednak nadzieję otrzymać w krótkim czasie baterię wentyli elektrycznych, będę mógł konieczne w tym wypadku doświadczenia przerobić i zająć się bliżej zarzutami Schrottkego.

ochronniki z przeskokiem isker, popierane przez zwolenników pierwszej hipotezy.

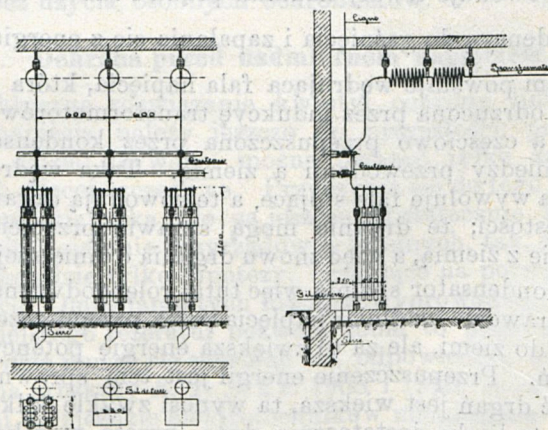
Doświadczenia praktyczne uczą, że kondensatory, używane jako ochronniki, dają bardzo dobre wyniki, a teoretycznie są w wypadkach prądów o wielkiej częstotliwości wprost idealne. Włączone między przewodnikiem prądu zmiennego a ziemią, prądu tego o zwykłej częstotliwości do ziemi przepuszczają bardzo niewiele; za to energia, doprowadzona z zewnątrz skutkiem wyładowań atmosferycznych, indukcyjnych, znajduje jak najprostszy odpływ. Weźmy przykład: W budce transformatorowej jednofazowej o mocy około 100 KVA i napięciu 20 000 v. względem ziemi, zainstalowana jest na każdym przewodzie bateria kondensatorów A_6 , złożona z 6-ciu elementów o łącznej pojemności około 0,02 μF . Wtedy prąd o 50 okresach, przepływający przez nią, wynosi 0,125 amp. Jeżeli wyładowania będą miały częstotliwość tylko 100 000—w rzeczywistości bywa znacznie więcej—to bateria jest w stanie przepuścić prąd 2000 razy większy, t. j. 250 amp. Jeżeli opór kondensatorów, przewodnika łączącego z linią i uziemienia muszą być jak najmniejsze, a same przewody łączące, prowadzone bez ostrych zakrzywień, ze względu, że się ma do czynienia z wielką częstotliwością drgań. Zaleca się ustawianie kondensatorów tuż przy ziemi,—przeciwnie, jak to się obecnie dzieje, aby prądy oscylacyjne miały jak najkrótszą drogę do ziemi.

Kondensatory, służące do tego celu, muszą być doskonale chłodzone i mieć wielką pojemność cieplną, aby mogły bez uszkodzenia przepuścić tak wielki prąd. Opory połączeń i uziemienia muszą być jak najmniejsze, a same przewody łączące, prowadzone bez ostrych zakrzywień, ze względu, że się ma do czynienia z wielką częstotliwością drgań. Zaleca się ustawianie kondensatorów tuż przy ziemi,—przeciwnie, jak to się obecnie dzieje, aby prądy oscylacyjne miały jak najkrótszą drogę do ziemi.

Jako ochronniki, nadają się szczególnie kondensatory Mościckiego. Fabryka kondensatorów instaluje baterie według następującej tabelki:

Typ	Liczba ogniw	Moc stacyi	Cena kor.
400			
40	6	100 kw.	240
"	8	300 "	300
"	12	ponad 300 "	430
800			
40	12	"	430
"	12	"	550
1200			
60	6	200 "	440
"	8	500 "	700
"	12	ponad 500 "	1030
"	16	"	1350

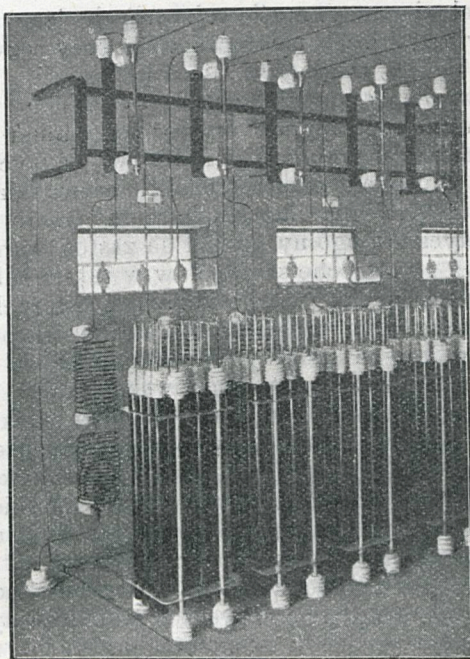
Urządzenie ochronników dla stacyi transformatorowej trójfazowej wskazuje rys. 18 i 19. Widać tam cewki spi-



Rys. 18.

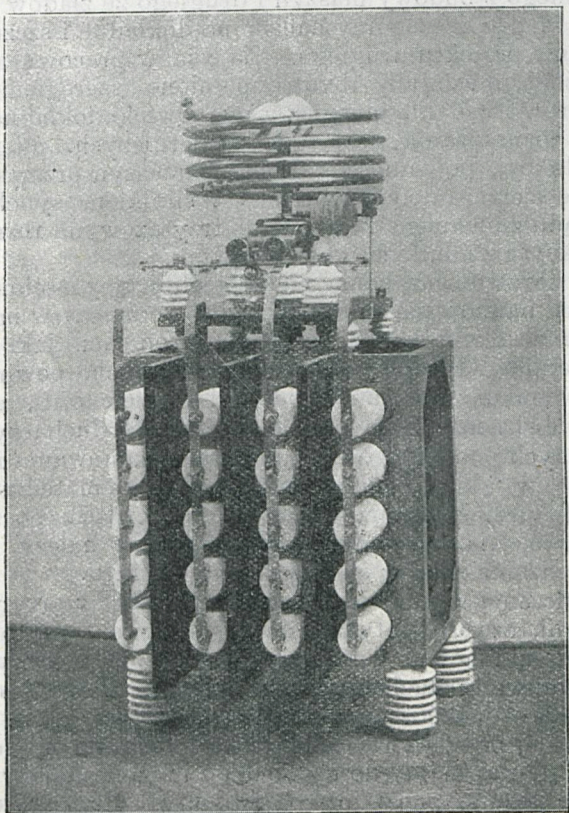
ralne, dławiące, stanowiące zapórę dla prądów oscylacyjnych od strony transformatora; przed cewkami, od strony linii, odgałęzione są—przez wyłączniki nożowe—3 baterie kondensatorów, połączone na krótkiej drodze z ziemią.

Ochronniki kondensatorowe, wprowadzone przez Mościckiego przed laty sześciu, wydały na niektórych liniach tak pomyślne rezultaty, że obecnie wstawiają je tam we wszystkich nowych budkach transformatorowych. Najwięcej używają je centrale Hauterive pod Fryburgiem (8—32 000 v.), Compagnie Vandoie des forces Motrices des lacs de Joux et



Rys. 19.

de l'Orbe (13 000 v.), Elektricitätswerke Beznau-Löntsch (8—27 000 v.). Z innych warto wymienić Bergamo w północnych Włoszech (45 000 v.), Montbeliard (50 000 v.) we



Rys. 20.

Francji, Societat espagnola w Madrycie (50 000 v.), Kladno (5 000 v.) i Gmunden (10 000 v.) w Austrii, i t. d.

Rys. 19 przedstawia instalację baterii ochronników kondensatorowych w centrali La Dernier w Szwajcarii na 13 000 v. Wszystkie szczegóły urządzenia są widoczne na rysunku.

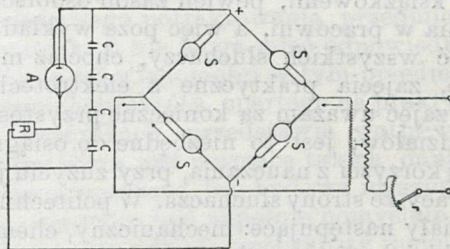
VII. Wytwarzanie prądów oscylacyjnych.

Wszędzie, gdzie chodzi o wytwarzanie prądów o wielkiej częstotliwości, mogą oddać kondensatory Mościckiego wielkie usługi, dzięki swej wytrzymałości i wydajności.

1) Telegrafia bez drutu.

Kondensatory, używane do telegrafii bez drutu, różnią się od ochronnikowych tem, że mają obłożenia grubsze, tak, że pomimo wielkiej energii, jaka krąży w obłożeniach podczas wysyłania fal elektrycznych, nie ogrzewają się nadmiernie. Jedną taką baterię przedstawia rys. 20.

Obecnie są one używane najczęściej w państwowych i prywatnych stacjach telegrafii bez drutu w Francji, Anglii, Włoszech, Szwajcarii. W zeszłym roku dostarczyła fabryka kondensatorów baterię dla wieży Eifla, o pojemności 0,6 μF , do napięcia 120 000 v. Do pokonania tak wielkiego napięcia łączą się dwa ogniwa w szereg.



Rys. 21.

2) Promienie Roentgena.

Tutaj kondensatory mogą zastąpić induktry Rhamkorffa, które dają nierównomierne fale. Pracują one w połączeniu z przetwornikami, które przetwarzają prąd zmienny na stały przy zastosowaniu następującego układu połączeń (rys. 20): T jest to transformator na wysokie napięcie, S, S' — przetworniki, C, C' — kondensatory, A — rurka, dająca promienie Roentgena. Z pomocą oporu r można regulować napięcie transformatora, a więc i energię promieni. Pojemność baterii kondensatorów wynosi 0,005 μF , do napięcia 20—40 000 v.

Na zakończenie poczuwam się do obowiązku złożenia wyrazów podziękowania p. G. Gilesowi, dyrektorowi Société gen. des condensateurs électriques w Fryburgu, za uczynne udzielenie mi potrzebnych uwag, objaśnień i zdjęć fotograficznych.

Literatura.

Mościcki: Badania nad wytrzymałością dielektryków (*Roczn. Ak. Um. Krak.*, r. 1904).
 Mościcki i Altenberg: O zatratach dielektrycznych w kondensatorach pod wpływem działania prądów zmiennych (*Roczn. Ak. Um. Krak.*, r. 1904).
 Mościcki: Ueber Hochspannungs-Kondensatoren (*E. T. Z.*, r. 1904, № 25 i 26).
 Mościcki: Les condensateurs a haute tension (*Eclairage électrique*, r. 1904, IV, str. 14, 65 i 99).
 Mościcki: Beseitigung der durch atmosphärische Elektrizität verursachten Betriebsstörungen (*Schweiz. E. T. Z.*, r. 1906, № 14, 15 i 16).
 Guilbert: Nouveau type des condensateurs industriels (*Eclair. Electr.*, r. 1906 IV, str. 208).
 Drewnowski: O zastosowaniach kondensatorów Mościckiego w elektrotechnice (*Czas Techn.*, r. 1907, № 8 i 10).
 Feldmann: Ursache, Wirkung und Bekämpfung der Ueberspannungen (*E. T. Z.*, r. 1908, № 25—29).
 Kuhlmann: Schutz und Sicherheit gegen Ueberspannungen (*E. T. Z.*, r. 1908, № 46—48).
 Dyskusja nad odczytami Feldmanna i Kuhlmann na zjeździe elektrotechników niemieckich w Essen (*E. T. Z.*, r. 1908, № 33).
 Knauer: Ueberspannungssicherungen nach dem System Soc. gen. condens. Fribourg (*Elektr. u. Masch.*, r. 1908, str. 1019).
 Wohlleben u. Giles: Schutz der Netze gegen atmosphärische Entladungen und Ueberspannungen (*E. T. Z.*, r. 1910, № 18 i 19).
 Schrottke: Schützen elektrische Ventile und Schutzkondensatoren wirklich gegen Ueberspannungen (*E. T. Z.*, r. 1910, № 18 i 19).
 Cenniki fabryki kondensatorów.

Wykształcenie elektrotechniczne w Królestwie Polskiem.

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

(Dokończenie do str. 48 w № 4 r. b.)

Po przedstawieniu rozwoju nauczania elektrotechniki u nas, postaram się wysnuć szereg uwag w sprawie programów i prowadzenia samego nauczania wogóle, a u nas w szczególności.

W uczelniach o poziomie wyższym, tam gdzie elektrotechnika nie stanowi wyraźnej specjalności dla słuchacza, ważną jest rzeczą, wybrać z obszernego materiału treść najwłaściwszą. Według mego zdania, ze względu na wszechstronne zastosowanie elektrotechniki w przemyśle, niezbędnym jest słuchaczom wszystkich specjalności dać poza wiadomościami książkowymi, pewien zasób osobiście zdobytego doświadczenia w pracowni, a więc poza wykładami powinny obowiązywać wszystkich słuchaczy, chociaż może nie w równej mierze, zajęcia praktyczne z elektrotechniki. Treść wykładów i zajęć uważam za konieczne przystosować do rozmaitych wydziałów; jest to niezbędne do osiągnięcia możliwie większej korzyści z nauczania, przy zużyciu jak najmniejszej ilości pracy ze strony słuchacza. W politechnikach zwykle mamy wydziały następujące: mechaniczny, chemiczny, budowlany, z poddziałami na architekturę i inżynierię, poza tem górniczy i rolniczy, na tych dwóch ostatnich kierunek może być chemiczny lub mechaniczny i wreszcie specjalny wydział elektrotechniczny. Zastanawiając się nad prowadzeniem wykładu elektrotechniki na wydziałach specjalności nie elektrotechnicznej, przyszedłem do wniosku, że należałoby prowadzić trzy niezależne wykłady elektrotechniki: pierwszy dla budowniczych i inżynierów, drugi dla chemików ogólnych i rolników oraz górników o specjalności chemicznej, trzeci dla mechaników ogólnych i rolników oraz górników specjalności mechanicznej.

Pierwszy i drugi np. w ciągu dwóch godzin rocznych powinien objąć zasady elektrotechniki teoretyczne i w krótkości przedstawić sposoby stosowania zjawisk elektromagnetycznych w rozmaitych dziedzinach techniki, przy uwzględnieniu w wykładzie dla chemików zastosowania elektryczności w przemyśle chemicznym i metalurgicznym, oczywiście w ogólnych zarysach, pozostawiając szczegóły wykładom specjalnym.

Trzeci kurs należałoby prowadzić w dwóch częściach: 1) ogólny zarys elektrotechniki, 2) projektowanie zładów elektrycznych.

Pierwsza część, obejmująca wstęp teoretyczny, maszyny, przyrządy, sieci, układy całkowite i zasadnicze wiadomości o urządzeniach prądu słabego, mogłaby być wyłożona w ciągu trzech godzin rocznych, druga w ciągu dwóch godzin semestralnych.

Zajęcia w pracowni elektrotechnicznej uważałbym za możliwe ograniczyć do dwóch układów; jeden układ zadań dla budowniczych i chemików wszelkiej specjalności, drugi dla mechaników. Sądzę, że według pierwszego układu, należałoby przerobić następujące wiczenia: wzorcowanie amperometru, woltmetru, wattmetru i sprawdzenie miernika, dalej mierzenie oporu woltmetrem i amperometrem, mierzenie oporu izolacji sieci, użycie fotometru, oznaczenie współczynnika sprawności jakiegoś przyrządu elektrycznego, np. do gotowania wody.

Według układu drugiego, do powyższych ćwiczeń należałoby dodać mierzenie oporu mostkiem Wheatstona, badanie magnetycznych własności żelaza, badanie akumulatora, dynamo bocznikowej, dynamo trzyczłonowej i motorów stałego prądu bocznikowego i szeregowego, oraz motoru do prądu trzyczłonowego.

Poza tem należałoby żądać od mechaników wszelkiej specjalności wykonania niewielkiego projektu zładu elektrycznego rozmaitego rodzaju, stosownie do specjalności. Dla osiągnięcia możliwie większej korzyści z wykładów, koniecznym jest urządzenie ćwiczeń rachunkowych, które słuchacze powinni przerabiać pod kierunkiem wykładającego lub jego asystenta. Przy prowadzeniu takich ćwiczeń, należy przede wszystkim mieć na względzie zmuszenie słuchacza

do samodzielnej pracy myślowej, przychodząc mu jednak z pomocą w razie, jeżeli następczą się przy rozwiązywaniu zagadnienia jakieś trudności lub wątpliwości. Treść tych ćwiczeń powinna stanowić ważniejsze zasady teoretyczne elektrotechniki, a następnie szereg zagadnień z budowy i działania maszyn, przyrządów i zładów elektrycznych.

Całość nauczania elektrotechniki na wydziałach wyżej wymienionych powinna dać słuchaczom trwałe i wyraźne zasady teoretyczne i ogólny pogląd na zastosowanie tych zasad, a oprócz tego trochę szczegółów w takim zakresie, aby w życiu praktycznym, w wypadkach prostszych, inżynier wszelkiej specjalności mógł dać sobie radę bez pomocy specjalisty, a w innych mogłyby się porozumieć ze specjalistą i umiejętnie skorzystać z jego rad i wskazówek.

Na zakończenie rozważania sprawy elektrotechniki w wyższych uczelniach, należy wspomnieć jeszcze o wydziale specjalnym elektrotechnicznym. Ponieważ każda uczelnia powinna być przystosowana przede wszystkim do warunków i potrzeb miejscowych, sądzą więc, że u nas w Królestwie, przy tak skromnym zapotrzebowaniu sił o wyższym wykształceniu elektrotechnicznym, istnienie odpowiednio wyposażonego i urządnego według współczesnych wymagań specjalnego wydziału elektrotechnicznego nie jest na miejscu. Nieliczni kandydaci do specjalności elektrotechnicznej, którzy mogliby się znaleźć wśród słuchaczy mechaniki, mogliby zadowolić się rozszerzonym nieco programem zajęć w pracowni i dodatkowymi wykładami z budowy maszyn, projektowania zładów elektrycznych i pomiarów. Należałoby jednak żądać od nich wykonania dwóch projektów: jednego z budowy maszyn i drugiego ze zładów elektrycznych, kładąc szczególny nacisk na dokładne i szczegółowe wykonanie projektu drugiego. Zajęcia w pracowni elektrotechnicznej musiałyby być dopełnione szeregiem zadań z pomiarów i badania maszyn, a mianowicie dokładnymi metodami wzorcowania przyrządów mierniczych, mierzeniem samoindukcji, pojemności. Badanie maszyn przeprowadzić możliwie szerzej i dodać ćwiczenia z silnikiem synchronicznym prądu zmiennego i silnikami trzyczłonowymi rozmaitych konstrukcji i z silnikiem kolektorowym.

W sprawie nauczania elektrotechniki w technicznych zakładach naukowych średnich, sądzą, że należy w ogólnych zarysach zostawić zakres przedmiotu ten sam, jaki podany był wyżej dla zakładów naukowych wyższych, powinna być tylko zmieniona forma. Chodzi mianowicie o to, aby wykłady i ćwiczenia były przystosowane do słuchaczy mniej wyrobionych pod względem zdolności rozumowania i zaopatrzonych w skromniejszy zasób wiedzy matematycznej. W dziale projektowania mogą być oczywiście poczynione pewne skrócenia, natomiast większy nacisk należy położyć na prowadzenie zładów elektrycznych w biegu.

Ćwiczenia w pracowni należy prowadzić z przyrządami prostszymi, często spotykanymi w praktyce i nie obciążać zadań daleko idącymi wnioskami rozumowymi, których mało przygotowany słuchacz nie jest w stanie w krótkim czasie należycie zrozumieć i samodzielnie wysnuć.

Inaczej przedstawia się sprawa nauczania na poziomie niższym. Tutaj mamy do czynienia z ludźmi, mającymi wykonywać podane przez innych projekty. Przy wykonaniu jakiegos pomysłu lub planu, można jednak tylko wtedy wywiązać się zupełnie zadowolająco z powierzonej roboty, gdy się ma dokładną samowiedzę celu jej wykonywania; niezbędną więc jest rzeczą zapoznać i tych słuchaczy z teoretycznymi podstawami elektrotechniki, oczywiście w takiej postaci i w takim zakresie, jak to jest możliwe do przeprowadzenia przy bardzo małym wyrobieniu zdolności abstrakcyjnego rozumowania u takich ludzi.

Przy podawaniu tych podstaw, chodzi przede wszystkim o wytworzenie w umysłach słuchaczy tych zasadniczych pojęć, które, zaopatrzone w pewne nazwy, służą do porozumiewania się w dziedzinie elektrotechniki i umożli-

wiają wogóle konsekwentne rozumowanie w tym przedmiocie.

Wykładający oczywiście może się tu nieraz spotkać ze znacznymi trudnościami, ominąć je można tylko stworzywszy sobie samemu możliwie prostszy i realny obraz tych pojęć, prowadzący do konsekwencji zgodnych z rzeczywistością. Na wykładzie ten obraz należy przedstawić słuchaczom w słowach prostych i jasnych, używając formułek i obliczeń tylko jako metod pomocniczych, wtedy gdy rzecz sama została już zrozumiana. Treść wykładu teoretycznych zasad elektrotechniki powinna zawierać, na tle opisu zasadniczych zjawisk elektromagnetycznych, wyjaśnienie podstawowych jednostek i wielkości prądu stałego i zmiennego; następnie przedstawienie zasadniczych praw: Ohma, Kirchhofa i Joula, łączący razem pomiary elektryczne, które w wielu razach dają prawdziwie realny podkład do uzmysłowienia sobie praw i wielkości elektromagnetycznych, a opis przyrządów mierniczych urozmaica wykład. Poza teoretycznymi zasadami elektrotechniki, cały szereg przedmiotów specjalnych powinien być przystosowany do wymagań praktycznej działalności słuchacza.

Czynności monterów-elektrotechników u nas polegają oczywiście przede wszystkim na zestawianiu złądek elektrycznych i reperacjach dynamomaszyn i motorów, a wreszcie prowadzeniu elektrowni w biegu. Należy więc w dziale budowy maszyn dać dokładne wiadomości co do budowy i wykonania takich części, które najczęściej ulegają uszkodzeniu: uzwojenie, kolektor, szczotki; wiadomości powinny być podane w postaci o tyle przystępnej i praktycznej, aby stosowanie ich w praktyce nie przedstawiało trudności. Poza tem podać należy szczególnie umotywowane wskazówki, dotyczące ustawiania maszyn i zapobiegania różnym niedokładnościom w ich działaniu.

Specjalny wykład, omawiający układanie sieci, powinien zaznajomić słuchaczy z istniejącymi przepisami i dać im szereg wskazówek praktycznych wykonywania rozmaitych robót w tej dziedzinie; jako dział tego przedmiotu należy traktować zestawianie tablic rozdzielczych. Szczegółowo i dokładnie należy uwzględnić przepisy wykonywania urządzeń elektrycznych, przyłączanych do elektrowni miejskich.

Monter musi być także obznajmiony z rysunkiem technicznym, maszynowym i ze specjalnym elektrotechnicznym; nieraz może wypaść mu potrzeba naszkicować jakąś część maszyny lub plan urządzenia, a bardzo często podług planu będzie musiał wykonywać rozmaite roboty. Nie można także pominąć rysunku ręcznego, ponieważ najczęściej wypadnie mu coś odrysować bez linijki i trójkąta; a dobry rysunek często jest lepszy od szczegółowego nawet opisu.

Specjalny wykład powinien objąć lampy elektryczne i inne drobne przyrządy w urządzeniach elektrycznych.

Nie można również pominąć urządzeń prądu słabego — telefonów i sygnalizacji. Jeżeli uwzględnić wszystkie szczegółowo, to wypadłoby prowadzić wykład bardzo obszerny, można jednak przedstawić szczegółowo tylko budowę zasadniczych składowych części rozmaitych urządzeń sygnalizacyjnych i telefonicznych, a następnie dać kilka przykładów najczęściej używanych zestawień tych przyrządów, bacząc na to, aby umożliwić tą drogą słuchaczom orientowanie się w rozmaitych innych wypadkach, jakie mogą spotkać w praktyce.

Mając na względzie obsługę elektrowni, niezbędnym jest zapoznać słuchaczy w ogólnych zarysach z mechaniką stosowaną, która powinna objąć zasady urządzenia i działania dźwignów, silników, kotłów, pomp i zaworów.

Pracownia elektrotechniczna dla słuchaczy niższego poziomu, musi być dopełnieniem do praktyki montażowej; zastąpić tej praktyki ona nie może, nauka rozmaitych rękoczynów musi być pozostawiona praktyce; natomiast zajęcia w pracowni powinny dać to, czego praktyka, szczególnie w krótkim czasie, dać nie może, a mianowicie obznajmienie z metodami prostszych pomiarów i przyrządami o tyle, o ile tego rodzaju czynności mogą wchodzić w zakres działalności montera. Należy uwzględnić mierzenie siły prądu, napięcia, mocy i pracy prądu, oporu drutów i izolacji najprostszymi przyrządami. Poza tem w pracowni należy zapoznać słuchacza praktycznie z działaniem i przyłączaniem do sieci możliwie większej ilości używanych obecnie typów maszyn

i przyrządów, zalecając przeprowadzenie prostszych pomiarów, które uwydatniłyby lepiej własności danej maszyny lub przyrządu.

Wreszcie rozważyć należy, czy nie potrzebaby zapoznać słuchaczy chociaż potrosze z zasadami projektowania złądek elektrycznych. W naszych warunkach, gdzie pole działania dla osób wyżej wykształconych w elektrotechnice jest ograniczone, a więc i liczba specjalistów w tym przedmiocie jest niewielka, monter nieraz sam musi rozstrzygać prostsze zagadnienia, dotyczące wybrania prądnic, silnika, lub ustalenia przekroju przewodników. Przypuszczam więc, że jest rzeczą zupełnie możliwą i pożądaną zapoznanie słuchaczy na prostych przykładach z czynnikami, jakie wpływają na wybór rodzaju prądu, napięcia i typu prądnic oraz silników, a zarazem omówienie prawideł wyboru przekroju przewodników i obliczenia na spadek napięcia w prostszych wypadkach. Natomiast podawania pobieżnego sposobu obliczenia przyrządów i maszyn należy zaniechać, ponieważ dla właściwego potraktowania przedmiotu słuchacze kursów monterskich nie mogą mieć odpowiedniego przygotowania, podanie zaś wiadomości w tym przedmiocie w postaci mało zrozumiałego skrótu, opartego na praktycznych lub teoretycznych formułkach, przedstawia wątpliwą wartość.

Również wątpliwa jest potrzeba takich danych monterom; poważniejsze reperacje lub budowa maszyn, wymagająca rachunku, nie może być zupełnie pomyślnie i bez ryzyka przeprowadzona bez udziału specjalisty inżyniera w tym przedmiocie.

Przedstawiając w krótkim szkicu stan nauczania elektrotechniki u nas i uwagi nad rozmaitymi punktami programów i ich wykonaniem, uważałem za zbyt liczne przytaczanie szczegółów, głównie dlatego, że one zupełnie nie stanowią o zaletach lub wadach nauczania.

Najważniejszą rzeczą w nauczaniu, według mnie, jest zainteresowanie słuchacza przedmiotem wykładu, wyrobienie w jego umyśle pojęć i metod rozumowania w danej dziedzinie, tak aby dalsze konsekwencje snuł samodzielnie, a nauczyciel potrzebował dostarczać mu tylko faktycznych danych i kierować myślą słuchacza. Nauka w każdej uczelni jest tylko wtedy coś warta, gdy słuchacze w ciągu całego czasu nauczania biegną myślą równoległe z kierownikiem i w ten sposób zdobywają wiedzę i torują w swoim umyśle drogi rozumowania właściwe danej nauce. Nauczyć kogoś jakiejś rzeczy bez udziału uczącego się nie można, właściwie więc przy wszelkiem nauczaniu mamy tylko do czynienia z pomocą do samouctwa. Każdy więc nauczyciel powinien zachęcać swoich słuchaczy wszelkimi sposobami do samouctwa, a następnie dążyć do tego, aby wglębiwszy się w umysłowość ucznia, pomagać mu w jego pracy. Mówiąc jednak tutaj o nauczaniu elektrotechniki, nie można pominąć milczeniem i samouctwa we właściwym tego słowa znaczeniu, a więc bez udziału nauczyciela, wprost z książek.

Książek z teorii elektromagnetyzmu i elektrotechniki, w języku polskim, mamy bardzo niewiele. Thomsona „Elekttryczność i magnetyzm“ w tłumaczeniu J. J. Boguskiego, oraz Kollerta i Jamiessona „Zasady magnetyzmu i elektryczności“ w tłumaczeniu Stetkiewicza są wyczerpane. H. Merczynga Teorye prądu elektrycznego, Warszawa 1905. L. Silbersteina „Elekttryczność i magnetyzm“, jest to dzieło teoretyczne na poziomie wysokim, dostępne dla ludzi, zajmujących się specjalnie teorią elektryczności.

Z elektrotechniki najpełniejszym dziełem jest Rosenberga „Elektrotechnika prądu silnego“ w tłumaczeniu p. Z. Straszewicza, poza tem B. Szapiry „Oświetlenie elektryczne“, Z. Straszewicza „Światło elektryczne“, M. Lutosławskiego „Prąd elektryczny“, Ruśkiewicza „Tramwaje i koleje“, G. Roesslera „Elektromotory o prądzie stałym“, przełożyli inż. L. Rudowski i M. Tepicht. L. Faterzona i A. Kühna „Mierniki indukcyjne elektryczne“ — wszystkie te książki, za wyjątkiem ostatniej, są popularnie napisane. Bardzo skrócone wiadomości o własnościach prądu elektrycznego i jego zastosowania, są podane u Gretza — „Elekttryczność“ w tłumaczeniu Brunera.

Brak wielki jest podręcznika dla monterów, omawiającego układanie sieci, ustawianie maszyn i obsługę elektrowni i sieci. Potrzebny jest także zbiór ćwiczeń praktycznie ułożonych, dla ułatwienia kształcącym się w elektrotechnice

orientowania się w zagadnieniach, jakie stawia praktyka. Wielu czytelników znalazłoby również systematycznie i źródłowo zestawiane wskazówki, dotyczące projektowania zła-dów elektrycznych.

Dla słuchaczy średnich szkół technicznych i samouków z wykształceniem średnim, należałoby wydać zasady teoretyczne elektrotechniki i kurs elektrotechniki praktycznej, z pominięciem rachunku wyższego.— Takie wydawnictwa uważam w tej chwili za najpilniejsze. W sprawie kierunków rozwoju nauczania elektrotechnicznego w najbliższej przyszłości, sądzę, że należałoby kursa monterskie urządzić

również poza Warszawą, np. w Łodzi i Częstochowie, gdzie możnaby było prowadzić je nie ciągle, lecz z przerwą roczną lub dwuletnią, stosownie do liczby zgłaszających się kandydatów.

W szkołach technicznych rozmaitej specjalności, należałoby prowadzić pełne kursa elektrotechniki, ułatwiając zrozumienie treści wykładów ćwiczeniami w pracowniach, chociaż w najskromniejszym zakresie, i przystosowując je, możliwie dokładnie, do potrzeb życia praktycznego.

M. Pożaryski.

Zwrotnica przestawiana elektrycznie.

Dobra obsługa zwrotnic przy tramwajach o dużym ruchu przedstawia niemałe trudności i pociąga za sobą dość znaczne koszty. Zwrotniczy, wobec konieczności nastawiania zwrotnicy, czasami częściej jak raz na minutę, nie jest w stanie obsłużyć więcej jak jedną zwrotnicę. Ponieważ zaś ruch trwa zwykle 17—18 godzin, więc obsługa każdej zwrotnicy wymaga dwóch ludzi.

Aby uniknąć tak znacznych kosztów, pozostawia się zwykle, zwłaszcza w punktach mniej ruchliwych, obsługę zwrotnicy samej służbie wagonowej. W tym celu przy elektrowozie stosują się specjalne drażki, przy pomocy których motorniczy może, nie schodząc z pomostu, przesunąć zwrotnicę w żądanym kierunku. Jest to jednak możliwe tylko

do pomnika Mickiewicza na rozgałęzieniu Krakowskie Przedmieście-Trębacka (rys. 1, widok ogólny).

Elektromagnesy, umieszczone są w budce 1 (rys. 2), działają przy pomocy łańcuchów na kółka, które ze swej strony poruszają dźwignię 2 i dźwignię 4, obracającą się około punktu 16. Dźwignia ta porusza drąg 8, 9, 10, związany z drażką 11, który znowu działa na ślizgacz, łączący ze sobą obie iglice zwrotnicy normalnej.

Na rysunku widać, iż obrót kółek, np. w kierunku wskazówek zegara, przesuwają iglice i przestawia zwrotnicę na lewo. Nadmienić przytem należy, iż budowa samej zwrotnicy w niczem nie różni się od normalnej, a więc elektryczne przestawianie może być zastosowane do każdej zwrotnicy.

W odległości 10—15 metrów, przed zwrotnicą zawieszono są w sieci górnej, przy pomocy specjalnych potrójnych wieszaków, dwa kawałki drutu miedzianego długości około 120 cm. Druty te leżą po obu stronach drutu głównego, prowadzącego prąd, nieco niżej od niego i są od tego drutu oraz od ziemi izolowane. Ślizgacz pałaka, którym elektrowozy czerpią prąd z drutu roboczego, w tem miejscu odchyła się od drutu głównego, a przylegając do wyżej opisanych drutów, łączy je przez motory i oporniki z ziemią.

Druty te są widoczne na rys. 1 (bezpośrednio nad pałakiem elektrowozu).

Zwoje elektromagnesu 3 (rys. 3) są połączone z jednej strony z drutem roboczym, a z drugiej, przez opornik 2 z tymiż drutami 1. Jeżeli więc elektrowóz, przejeżdżając pod drutami 1, ma motory włączone, to prąd przechodzi z drutu roboczego przez elektromagnes 3, opornik 2, druty 1, ślizgacz, pałak, regulator i motory elektrowozu do szyn, skut-

kiem czego elektromagnes 3 przyciąga swoją kotwicę 4 i przez to zamyka wyłącznik 5.

Prąd teraz ma nową drogę przez wyłącznik 5, opór 6, zwoje elektromagnesów 7 i 8, oraz przełącznik 10 do szyn. Elektromagnes 8 wciąga swój rdzeń i przez to przestawia zwrotnicę. Przełącznik 10 jest połączony mechanicznie z rdzeniami elektromagnesów 8 i 9 tak, iż przy przesunięciu się ich przekłada się na drugą stronę. Rdzeń jednak elektromagnesu 7 przytrzymuje go w swem pierwotnym położeniu tak długo, póki prąd płynie przez jego uzwojenie, t. j. póki ślizgacz nie opuści drutów 1, lub motorniczy prądu nie wyłączy. Skoro to nastąpi, prąd przestaje płynąć przez elektromagnes 3, rdzeń 4 odpada i przerywa prąd w 5, poczem przełącznik 10 przekłada się na drugą stronę.

Z rysunku łatwo wywnioskować, że gdy teraz nadejdzie drugi elektrowóz, to prąd przejdzie przez uzwojenie elektromagnesu 9 i przestawi zwrotnicę w przeciwnym kierunku.

Sygnal świetlny, składający się z dwóch szeregów lampek żarowych białych i czerwonych 11 i 12, wskazuje już z daleka położenie zwrotnicy. Tenże sam prze-



Rys. 1. Widok ogólny.

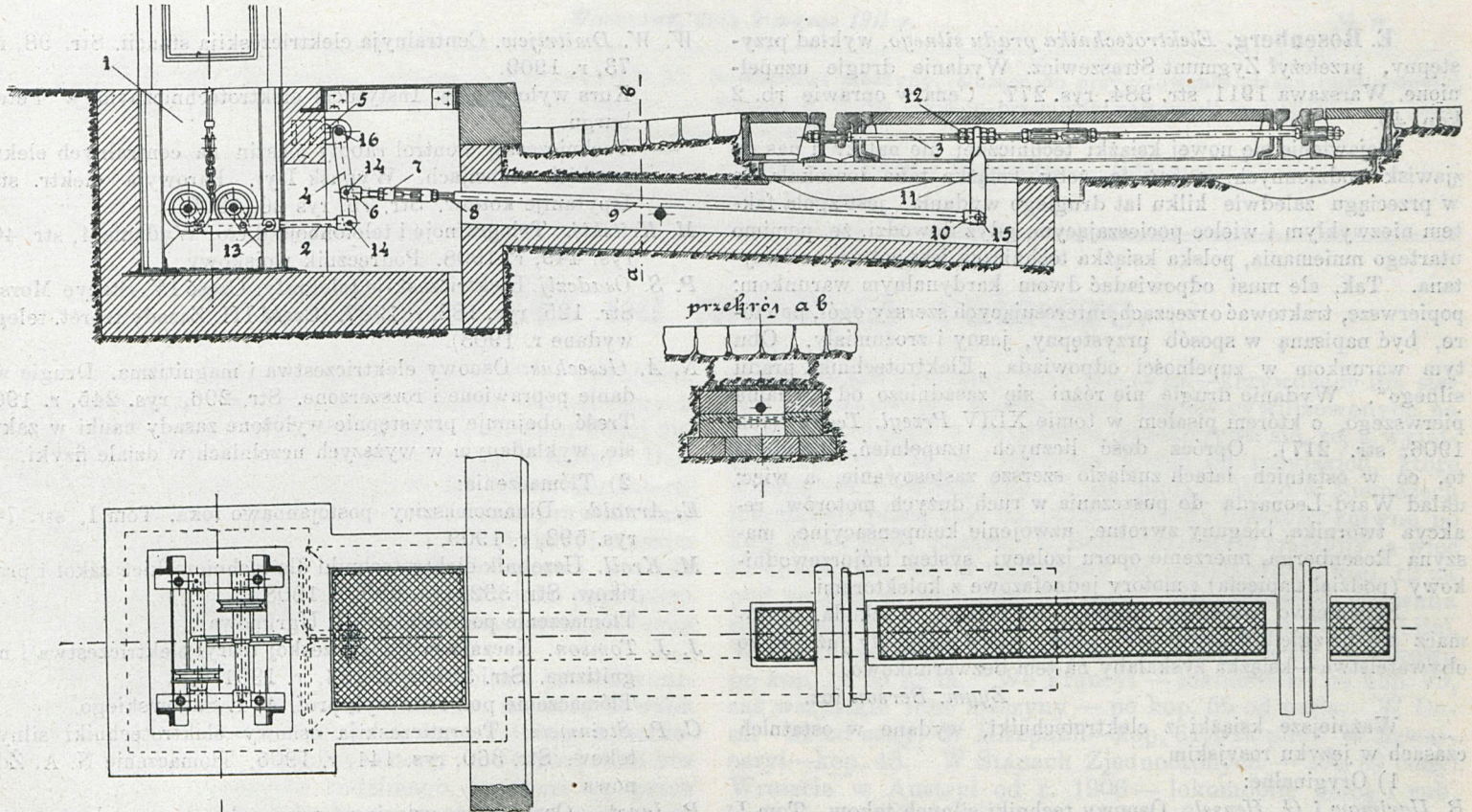
wtedy, jeśli elektrowóz będzie zatrzymany w ściśle określonym punkcie. Omyłka, choćby o metr jeden, powoduje albo cofanie elektrowozu, albo też zmusza motorniczego do ponownego włączenia prądu dla podjechania bliżej—i jedno i drugie marnuje sporo prądu i zabiera dużo czasu. Poza tem zdarza się często, iż motorniczy nie dosunie dobrze iglicy, skutkiem czego ulega ona nadmiernemu zużyciu, a czasem nawet złamaniu, wozy się wykoleją i t. p. To też obsługa taka możebna jest tylko na mało ruchliwych liniach i ulicach o słabszym ruchu kołowym, gdzie zwrotnice nie tak łatwo się zanieczyszczają.

Dla uniknięcia tych niedogodności, usiłowano już od dość dawna zbudować zwrotnice automatyczne, lub takie, któreby się łatwiej i pewniej dawały nastawiać z wagonu, niż to można zrobić zwykłym drażkiem zwrotnicowym.

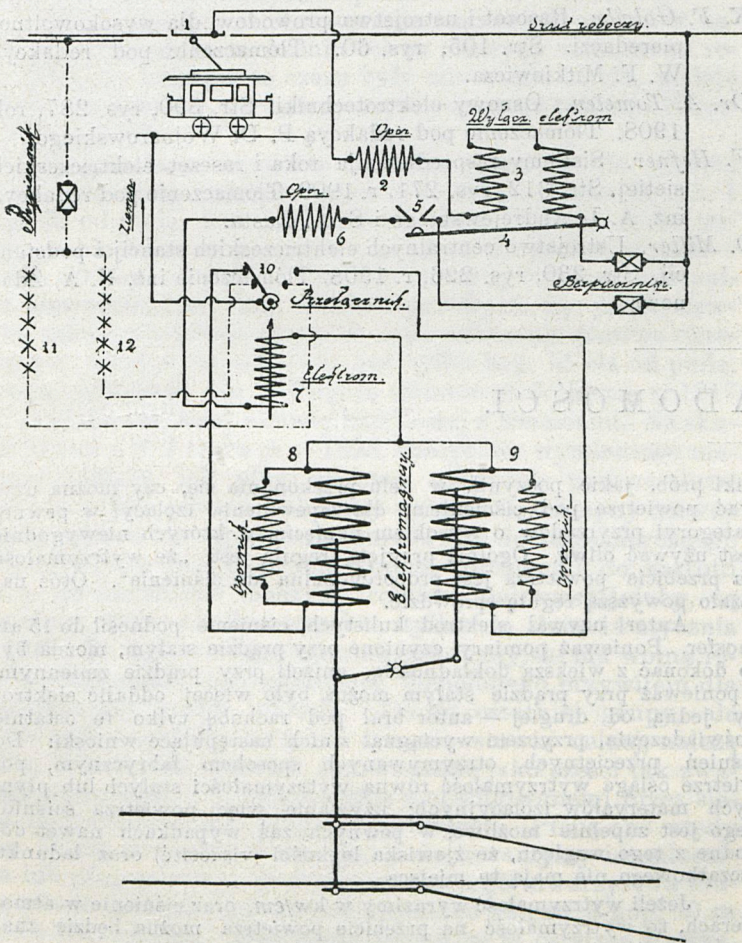
Do tej drugiej kategorii należy elektrycznie przestawiana zwrotnica systemu Siemens-Schuckert. Zwrotnica ta została już od pewnego czasu zastosowana w kilku miastach w Niemczech, od stycznia zaś r. b. posiadają też tramwaje miejskie w Warszawie jedną taką zwrotnicę, zbudowaną ko-

łącznik 10 powoduje to, iż, przy położeniu zwrotnicy, jak na rys. 3, palą się lampki w szeregu 12, przy przeciwnym zaś — w szeregu 11.

Obsługa zwrotnicy jest nader prosta: polega ona na tem, iż motorniczy, który zastaje zwrotnicę nastawioną źle, ma ją więc przestawić, przejeżdża pod drutami dodatkowy-



Rys. 2. Zwrotnica przestawiana elektrycznie.

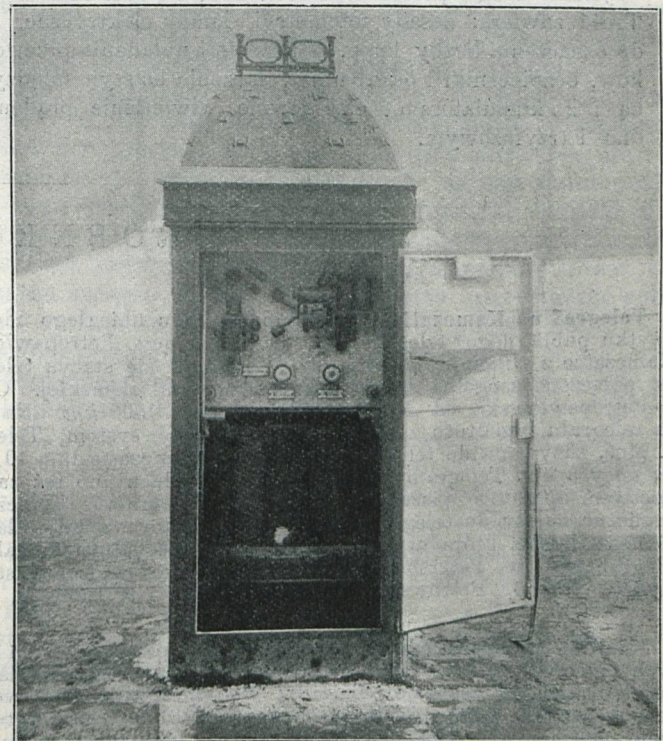


Rys. 3. Schemat połączeń zwrotnicy elektrycznej.

Wszystkie powyżej opisane przyrządy są zgrupowane na wspólnej desce marmurowej, umieszczonej w szafce żelaznej, postawionej na chodniku obok zwrotnicy. Rys. 4 przedstawia tę szafkę otwartą: widoczne są tu wszystkie przyrządy.

mi z prądem; jeśli zaś zwrotnica jest nastawiona dobrze, to przejeżdżając pod tymi drutami, prąd wyłącza. W razie omyłki, zwrotnicę można zawsze przestawić ręcznie.

Zwrotnica, ustawiona u nas, mimo bardzo niesprzyjającej pory: deszczów, śniegu i silnych mrozów, dzia-



Rys. 4. Budka z elektromagnesami.

ła doskonale i pewnie, motorniczowie zaś przyzwyczaili się do jej obsługi bardzo łatwo i prędko.

R. Podoski, inż.

NOWE KSIĄŻKI.

E. Rosenberg. *Elektrotechnika prądu silnego*, wykład przystępny, przełożył Zygmunt Straszewicz. Wydanie drugie uzupełnione. Warszawa 1911, str. 384, rys. 277. Cena w oprawie rb. 2 kop. 40.

Pojawienie się nowej książki technicznej nie należy u nas do zjawisk codziennych, a już to, żeby książka taka doczekała się w przeciągu zaledwie kilku lat drugiego wydania, jest zgoła faktem niezwykłym i wielce pocieszającym, gdyż dowodzi, że, pomimo utartego mniemania, polska książka techniczna jest potrzebna i czytana. Tak, ale musi odpowiadać dwóm kardynalnym warunkom: popierwsze, traktować o rzeczach, interesujących szerszy ogół, powtórre, być napisaną w sposób przystępny, jasny i zrozumiały. Obu tym warunkom w zupełności odpowiada „Elektrotechnika prądu silnego”. Wydanie drugie nie różni się zasadniczo od wydania pierwszego, o którym pisałem w tomie XLIV *Przegl. Techn.* (rok 1906, str. 217). Oprócz dość licznych uzupełnień, przybyło to, co w ostatnich latach znalazło szersze zastosowanie, a więc: układ Ward-Leonarda do puszczania w ruch dużych motorów, reakcja twornika, bieguny zwrotne, uzwojenie kompensacyjne, maszyna Rosenberga, mierzenie oporu izolacji, system trójprzewodnikowy (podział napięcia) i motory jednofazowe z kolektorami.

Słownictwo pozostało, niestety, bez zmiany, a szkoda, że tłumacz nie uwzględnił nawet tych nazw, które osiągnęły już prawo obywatelstwa—książka zyskałaby na tem bezwarunkowo.

Zygm. Berson inż.

Ważniejsze książki z elektrotechniki, wydane w ostatnich czasach w języku rosyjskim.

1) Oryginalne:

B. Ugrimow i G. Hensel. *Osnovy techniki silnych tokow.* Tom I postojannyj tok. Str. 495, 8^o, rys. 424, r. 1908.

Treść przystosowana do wykładów w szkołach technicznych obejmuje: prawa ogólne przepływu i własności prądu elektrycznego, prądnice i silniki prądu stałego; przyrządy miernicze, przewodniki i przyrządy dodatkowe; lampy, akumulatory, elektrownie i badanie maszyn i sieci.

L. Świętorzecki. *Rukowodstwo po elektryczeskomu oswieszczeniu.* Wydanie drugie przerobione. Str. 434, 8^o, rys. 336.

Treść zawiera: zasady fotometrii, lampy elektryczne, dane do oznaczenia liczby lamp, obliczenie i układanie przewodników, bezpieczniki i odgromniki, łączenie maszyn między sobą i z akumulatorami, elektrownie, oświetlenie prądem jedno- i trzyczowym.

W. W. Dmitrijew. *Centralnyja elektryczeskija stancii.* Str. 98, rys. 73, r. 1909.

Kurs wyłożony w Instytucie elektrotechnicznym w Petersburgu.

— *Techniczeskij kontrol raboty maszin na centralnych elektryczeskich stancijach.* Wypusk I-yj. Parowuja elektr. stan. Ispytanie kotlow. Str. 79, rys 26, 1909.

M. Kritskij. *Telegrafnoje i telefonnoje dieło.* Wydanie 4, str. 401, rys. 449, r. 1908. Podręcznik wojskowy.

P. S. Osadczij. *Elektryczeskije telegrafy.* Część IV. Stacye Morse'a. Str. 125, rys. 182, r. 1907. (Część III, *Zasady teoret. teleg.*, wydane r. 1903).

N. A. Gesechus. *Osnovy elektryczestwa i magnitizma.* Drugie wydanie poprawione i rozszerzone. Str. 296, rys. 245, r. 1907. Treść obejmuje przystępnie wyłożone zasady nauki w zakresie, wykładanym w wyższych uczelniach w dziale fizyki.

2) Tłómaczenia:

E. Arnold. *Dinamomasziny postojannawo toka.* Tom I, str. 742, rys. 592, r. 1909.

M. Kroll. *Uczebnik elektrotechniki dla techniczeskich szkół i praktikow.* Str. 332, rys. 595, r. 1908.

Tłómaczenie pod redakcją I. Ugrimowa.

J. J. Tomson. *Naczala matematyczeskoi teorii elektryczestwa i magnitizma.* Str. 397, rys. 133, r. 1901.

Tłómaczenie pod redakcją prof. A. I. Sadowskiego.

C. P. Steinmetz. *Teoreticzeskija osnovy elektrotechniki silnych tokow.* Str. 360, rys. 141, r. 1905. Tłómaczenie N. A. Żdanowa.

P. Janet. *Osnownyje principy promyszlenawo elektryczestwa.* Str. 326, rys. 169, r. 1801. Tłómaczyli M. Habercetel i E. Lichaczewski.

K. F. Golmbe. *Rasczet i ustrojstwo prowodow dla wysokowoltnoj pieredaczi.* Str. 105, rys. 60. Tłómaczenie pod redakcją W. F. Mitkiewicza.

Dr. A. Tomelen. *Osnovy elektrotechniki.* Str. 590, rys. 287, rok 1908. Tłómaczenie pod redakcją P. D. Wojnarowskiego.

F. Hefner. *Sistiemy raspredielenija toka i rasczet elektryczeskich sietiej.* Str. 312, rys. 271, r. 1909. Tłómaczenie pod redakcją inż. A. I. Andrejewskiego i S. A. Lusta.

O. Miller. *Ustrojstwo centralnych elektryczeskich stancij i podstancij.* Str. 230, rys. 226, r. 1908. Tłómaczenie inż. N. A. Żdanowa.

DROBNE WIADOMOŚCI.

Telegraf na Kameczatkę. 24 listopada roku ubiegłego oddano do użytku publicznego telegraf bez drutu, łączący Petropawłowsk na Kameczatce z Nikolajewskiem, gdzie znajduje się stacja telegraficzna, połączona z ogólną siecią telegraficzną kuli ziemskiej. Odległość Petropawłowska od Nikolajewskaja wynosi 1500 km. Na stacjach telegrafu bez drutu zastosowano najnowszy system „Telefunken”. Moc, zużywana do telegrafowania, wynosi w czasie dnia 10 kw., zaś w nocy 3 kw. Telegramy są odbierane na słuch lub też za pośrednictwem aparatów piszących Morse'a. Wspomniane połączenie telegraficzne należy do telegrafu rządowego. Stacje zbudowała firma Siemens-Halske, która utworzyła dla Rosji specjalny oddział radiotelegraficzny w Petersburgu. Przewiduje się urządzenie stacji w Rydze, Reunö, Petrowsku, Aleksandrowsku i w Ilibawie.

R.

Komitet międzynarodowy, składający się z przedstawicieli naukowych pracowni państwowych niemieckich, francuskich, angielskich i amerykańskich, na zasadzie pomiarów woltametrycznych (z woltmetrem srebrnym), dokonanych na wiosnę r. 1910 w Waschingtonie, uchwalił przyjmować siłę elektromotoryczną normalnego elementu Westona, równą 1,0183 międzynarod. wolt, przy 20° C. O tej uchwale, obowiązującej od 1 stycznia r. 1911, ogłasza Instytut Państwowy Fizyko-Techniczny (Physikalisch-Technische Reichsanstalt) w Berlinie.

W. B.

Powietrze pod ciśnieniem w roli izolatora. A. E. Watson ogłasza w *Journal of the Institution of Electrical Engineers* wy-

niki prób, jakie poczynił, w celu przekonania się, czy można używać powietrze pod ciśnieniem, dla zapewnienia izolacji w pewnej kategorii przyrządów o wysokim napięciu, w których niewygodnie jest używać oliwy. Ogólnie przyjętą regułą jest, „że wytrzymałość na przebicie powietrza jest proporcjonalna do ciśnienia”. Otóż należało powyższą regułą sprawdzić.

Autor używał elektrod kulistych, ciśnienie podnosił do 15 atmosfer. Ponieważ pomiary, czynione przy prądzie stałym, można było dokonać z większą dokładnością, aniżeli przy prądzie zmiennym, i ponieważ przy prądzie stałym można było więcej oddalić elektrody jedną od drugiej — autor brał pod rachubę tylko te ostatnie doświadczenia, przyczem wyciągnął z nich następujące wnioski: Do ciśnień przeciętnych, otrzymywanych sposobem fabrycznym, powietrze osiąga wytrzymałość równą wytrzymałości stałych lub płynnych materiałów izolacyjnych; używanie więc powietrza ściśnionego jest zupełnie możliwe, w pewnych zaś wypadkach nawet dogodne z tego względu, że zjawiska lepkości (viscosité) oraz ładunku szczałkowego nie mają tu miejsca.

Jeżeli wytrzymałość wyrazimy w kw/cm, oraz ciśnienie w atmosferach, to wytrzymałość na przebicie powietrza można będzie znać zapomocą następującego wzoru empirycznego:

$$20 + 25,6 (\text{ciśnienie}),$$

dla wahań w ciśnieniu powietrza od 3-ch do 15-tu atmosfer.